

O'ZBEKSTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

ABU RAYXON BERUNI nomidagi
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

Fakultet: Elektronika va avtomatika
Kafedra: Elektronika va mikroelektronika

ALLAYEV SARVAR TO'YCHI O'G'LI

**Mavzu: Elektronika va mikroelektronika fanidan MDYa tranzistorni
hisoblash mavzusida kurs ishini bajarishga mo'ljallangan dasturiy taminotni
yaratish**

5521700 – Elektronika va mikroelektronika
Yo'nalish bo'yicha bakalavr darajasini olish uchun
MALAKAVIY BITIRUV ISHI

Kafedra mudiri:

prof. Iliev X.M.

Ilmiy raxbar:

Abduraxmanov B.A.

Toshkent – 2014 y

Mundarija

	Kirish.....	4
1-bob.	Adabiyotlar tahlili.....	5
1.1	Maydonli tranzistor tuzulishi va ishlash tamoyili.....	5
1.2	MDYa-tranzistorlar tuzulishi va ishlash tamoyili.....	10
1.3.	Maydonli tranzistorni uzib ulanish rejimida ishlashi.....	25
2-bob.	Asosiy qism.....	32
2.1	Kanali induksiyalanadigan MDYa tranzistorni hisoblash...	32
2.2	JavaScript yordamida dasturlar yozish.....	42
2.3	MDYa tranzistorlarning parametrlarini hisoblash uchun mo'ljallangan dastur.....	52
3-bob.	Hayot faoliyati xavfsizligi.....	61
4-bob.	Iqtisodiy qism.....	75
	Xulosa.....	81
	Foydalanilgan Adabiyotlar	82

Kirish

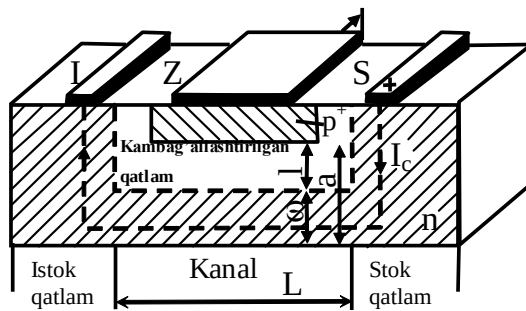
Kishilik jamiyatida insoniyat hayotiga elektronika sohasiday katta va keskin ijobiy o'zgarish olib kelgan fan va texnikaning biror-bir sohasi mavjud emas. Shuning uchun ham XX asr va XXI asr insoniyat tarixida elektronika – mikroelektronika va nanoelektronika asri bo'lib nomlandi. U Shokli, D. Barden va V. Bretteyn tomonidan (23-dekabr, 1947-yil) birinchi tranzistor kashf etilganiga, ya'ni qattiq jism elektronika asri boshlanganiga 2013-yil 66yil to'ldi. Tarix uchun bu o'ta kichik davr. Ammo mana shu davrda shakllangan va o'ta tez rivojlangan elektronika fani insoniyat uchun nafaqat koinotga yo'l ochdi, oldin tasavvur qilib bo'lmaydigan, o'ta tezkor hisoblash mashinalari, tubdan yangi axborot tizimlari, eng aniq, ishonchli diagnostika qurilmalari, o'ta ixcham, imkoniyati yuqori xo'jalik elektron asboblari yaratishga imkon beribgina qolmay, bu sohaga e'tibor bergan mamlakatlar iqtisodini, harbiy quvvatini, odamlar hayot darajasini, ularning ish bilan ta'minlanish ahvolini tubdan yaxshilash bilan birga, insoniyat oldida turgan o'ta murakkab ekologik muammolarni hal qilish imkonini berdi va bermoqda.

Hozirgi kunda elektronika sohasi tez rivojlanib borayotgan sohalardan biri hisoblanadi. Elektronika – fan va texnikaning havosiz bo'shliq , gaz va qattiq jismda elektr tokining harakatiga asoslangan elektron asbob va qurilmalarni yaratish, hamda ulardan amalda foydalanish bilan shug'ullanadigan sohasidir.

Elektron qurilmalarni xalq xo'jalligida keng qo'llash faqat iqtisodiy emas, balki ijtimoiy mohiyatga ham egadir, chunki bunda ishchi mehnatining mazmuni ham o'zgaradi, ya'ni uning ishi ijodiy tus oladi. Elektronikani xalq xo'jaligi va maishiy xizmatda keng qo'llash natijasida inson qisman jismoniy mehnatdan ozod bo'ladi va bo'sh vaqtini o'zining ma'naviy va ma'daniy saviyasini oshirishga sarf etadi.

Mikroelektronikaning asosiy qurilmasi bo'lgan yarim o'tkazgich asboblari ham tez suratlarda rivojlanib bormoqda. Yarim o'tkazgich asbob hisoblanuvchi tranzistorlar ham shular jumlasidandir.

1. 1 Maydonli tranzistor tuzulishi va ishlash tamoyili



1– rasm. Maydonli tranzistorning strukturasi.

Zamonaviy maydonli tranzistorning ideallashtirilgan strukturasi

1– rasmda ko'rsatilgan. Bu yerda metall kontakt p^+ qatlam bilan zatvor vazifasini bajaradi. Bu yerda zatvor n turdagi yarimo'tkazgichdan MDYa-tranzistor kabi dielektrik

bilan emas, balki p-n-o'tishning kambag'allashgan qatlam bilan ajratilgan. Umuman olganda p^+ -qatlam majburiy hisoblanmaydi. Kambag'allashgan qatlam metallni bevosita yarimo'tkazgich bilan tutashuvida ham bo'ladi. Bunday strukturadagi tranzistorni Shottki to'siqli maydonli tranzistor deb atashadi [1-3].

Ishlash prinsipi. Zatvorning p-n-o'tishga teskari kuchlanish beriladi va kambag'allashgan qatlam chuqurligi o'zgaradi. Teskari kuchlanish qanchalik katta bo'lsa, kambag'allashgan qatlam shunchalik chuqur bo'ladi. Mos ravishda kanal qalinligi w shunchalik kichik bo'ladi. Shunday qilib, zatvordagi teskari kuchlanishni o'zgartirgan holda ko'ndalang yuzasi va bunga mos ravishda kanal qarshiligini o'zgartirsa bo'ladi. Stokda kuchlanish mavjud bo'lganda kanaldagi tok o'zgaradi, ya'ni tranzistorning chiqish toki.

Quvvatning kuchaytirilishi kirish tokining qiymati bilan ta'minlanadi. Maydonli tranzistorda kirish toki zatvor p-n-o'tishining teskari toki hisoblanadi. Stokdagi kuchlanish nolga teng bo'lgandagi kanalning qalinligi va qarshiligini zatvordagi boshqarish kuchlanishiga bog'liqligini aniqlaymiz. Kanalning qalinligini 1 - rasmda muvofiq quyidagicha yozishimiz mumkin: $w = a - l$, bu yerda a – n-qatlam tubidan o'tishning metallurgik chegarasigacha bo'lgan masofa. Muvozanatli potensial to'siq balandligini hisobga olmagan holda kanal qalinligini zatvordagi kuchlanishga bog'liqligini olamiz:

$$w = a - \sqrt{\frac{2\varepsilon_0\varepsilon U_{ZI}}{qN}}, \quad 1.1$$

bu yerda U_{ZI} deyilganda zatvordagi kuchlanish moduli tushuniladi.

$w = 0$ shartda uzish kuchlanishini topish mumkin. Bu kuchlanishda kambag'allashgan qatlam kanalni to'laligicha yopadi va kanalda tokning oqishi tugaydi:

$$U_{ZU} = (qN / 2\varepsilon_0\varepsilon)a^2. \quad 1.2$$

Misol uchun $N=5 \cdot 10^{15} \text{ sm}^{-3}$ va $a=2 \text{ mkm}$ bo'lsa, $U_{ZU}=12,5 \text{ V}$ bo'ladi. Muvozanatdagi to'siqning balandligini hisobga olganda uzish kuchlanishi bir muncha kichik bo'ladi.

Ko'rinib turganimizdek, ishchi qatlam qalinligi va kirishmalarning konsentrasiyasi yetarli darajada kichik bo'lishi kerak. Aks holda uzish kuchlanishi shunchalik katta bo'ladi, tokni to'liq boshqarishning (nol qiymatdan boshlab) imkoni bo'lmay qoladi.

U_{ZU} kattalikdan foydalangan holda kanal qalinligini quyidagi shaklda yozish mumkin:

$$w = a \left(1 - \sqrt{\frac{U_{ZI}}{U_{ZU}}} \right). \quad 1.3$$

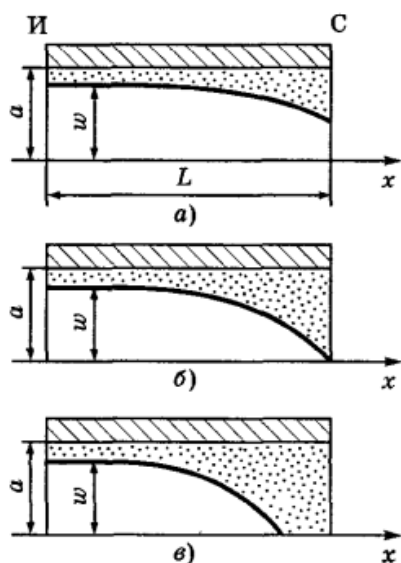
Bunday qalinlik butun kanal uzunligi bo'yicha saqlanadi. Bu holatda kanal qarshiligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$R_0 = \frac{\rho L}{aZ} \left(1 - \sqrt{\frac{U_{ZI}}{U_{ZU}}} \right)^{-1}, \quad 1.4$$

bu yerda Z – kanal kengligi, ρ – n-qatlamning solishtirma qarshiligi. $\rho=1 \text{ Om} \cdot \text{sm}$, $a=2 \text{ mkm}$ va $U_{ZI}=0$ bo'lganda minimal qiymat $R_{0\min}=0,5 \text{ kOm}$ ni olamiz. $U_{ZI}/U_{ZU}=0,5$ da R_0 1,8 kOm gacha oshadi.

Statik tavsif. Agarda U_{SI} kuchlanish berilgan bo'lsa, kanal orqali tok oqib o'tadi va kambag'allashgan qatlamga tegib turuvchi kanal sirti ekvipotensial bo'lmaydi. Mos ravishda p-n-o'tishdagi kuchlanish x o'qi bo'ylab stok yaqiniga oshgan holda o'zgaradi. Demak, o'tishning kambag'allashgan qatlam kengligi istokdan stok tomon yo'nalishda oshadi (2, a – rasm).

Potensiallar farqi $U_{SI}-U_{ZI}$ (bu yerda $U_{ZI}<0$) uzilish kuchlanishi U_{ZU} ga teng qilinsa, stok yaqinida kanal qalinligi nolga teng bo'ladi, ya'ni kanal «yo'lka»si hosil bo'ladi (2, b – rasm). $U_{SI}=U_{ZU}$ farqli o'laroq bu tok uzilishiga olib kelmaydi,



1.2 rasm

chunki «yo'lka»ning hosil bo'lishining sababi tok oshishidir.

Keyinchalik, $U_{SI}-U_{ZI} > U_{ZU}$ bo'lganda, «yo'lka» istok tomon siljisa, kanalning uzunligi bir muncha qisqaradi (1.2 v – rasm). Bu hodisa MDYa-tranzistorlar uchun ham xosdir.

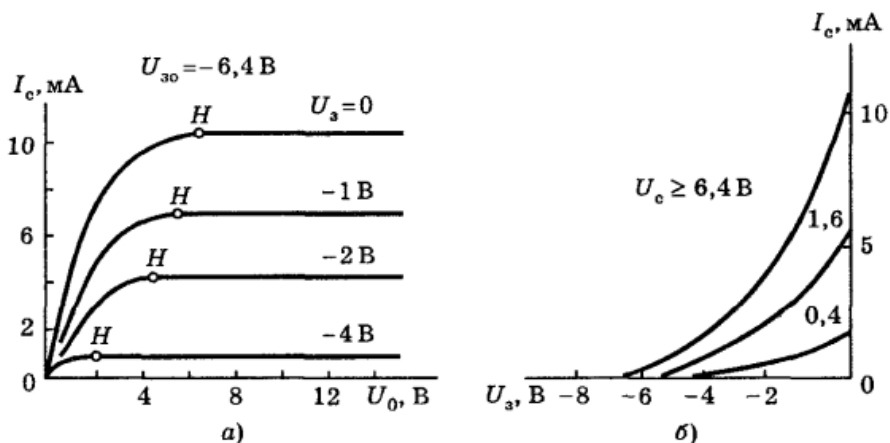
Yuqorida bayon qilinganlardan, maydonli tranzistorlar uchun to'yinish kuchlanishi

$$U_{ST} = U_{ZU} - U_{ZI} \quad 1.5$$

formula bilan ifodalanadi. Bu yerda $U_{ZI} < 0$ dir.

Stok VAT oilasi 1.2 a – rasm MDYa-tranzistornikiga o'xshash bo'ladi. Biroq zatvordagi kuchlanish (moduli bo'yicha) oshishi bilan stok toki maskur holatda oshmaydi, balki kamayadi. Maydonli tranzistor uchun kanali mavjud bo'lgan MDYa-tranzistorga o'xshash kambag'allash rejimi xosdir.

Stok-zatvor VAT oilasi 1.2 b – rasm MDYa-tranzistornikidan, avvalo, zatvorda nol kuchlanish bo'lganda tok oqib o'tishi bilan farq qiladi. Shartli ravishda, maydonli tranzistorning uzilish kuchlanishi MDYa-tranzistorning manfiy



1.3 – rasm. Maydonli tranzistorning statik tavsifi:

a – chiqish; b – uzatish

ostonaviy kuchlanishiga ekvivalent deb aytish mumkin.

1.3, b–rasmda keltirilgan VATning o‘ziga xosligi shundan iboratki, zatvordagi kuchlanish faqat bitta qutubga ega bo‘ladi. Mazkur holatda manfiydir. Aks holda p-n-o‘tishdagi kuchlanish to‘g‘ri bo‘lib, noasosiy tashuvchilarning injeksiyasi boshlanadi va tranzistor unipolyar asbob xususiyatini yo‘qotadi. Ta’kidlash joizki, maydonli tranzistorga har tomonlama o‘xshash bo‘lgan MDYa-tranzistorlarda, zatvor kanaldan dielektrik bilan ajratilganligi uchun boshqarish kuchlanishining qutubiga cheklanish ko‘yilmagandir.

Maydonli tranzistor VAT uchun analitik ifoda: qiya sohasida

$$I_s = \frac{1}{R_{0\min}} \left[U_{SI} + \frac{2}{3} \frac{U_{ZI}^{3/2} - (U_{ZI} + U_{SI})^{3/2}}{U_{ZU}^{1/2}} \right]; \quad 1.6$$

tekis sohasida

$$I_s = \frac{1}{R_{0\min}} \left[\frac{1}{3} U_{ZU} - U_{ZI} \left(1 - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{U_{ZI}}{U_{ZU}}} \right) \right]. \quad 1.7$$

Bu $R_{0\min} - U_{ZI}=0$ bo‘lgandagi kanalning qarshiligi.

Ifoda (8) kvadratik bog‘liqlik bilan yaxshi approksimasiyalanadi:

$$I_s = \frac{1}{2} b (U_{ZU} - U_{ZI})^2. \quad 1.8$$

Bu yerda koeffitsiyent b , MDYa-tranzistor solishtirma qiyaligiga o‘xshash bo‘lib, quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$b = 4\varepsilon_0 \varepsilon \mu Z / (3aL). \quad 1.9$$

MDYa-tranzistorlar kabi maydonli tranzistorlar uchun tokning haroratga bog‘liqligi mavjud bo‘lmaydigan kritik tok tushunchasi xosdir [4].

Maydonli tranzistorlarda kritik tokning mavjud bo‘lishi $b(T)$ va $U_{ZU}(T)$ funksiyalarning qarama qarshi ta’siri tufaylidir. Funksiya $b(T)$ harorat bilan harakatchanlikni bog‘liqligi tufayli bog‘langandir. Funksiya $U_{ZU}(T)$ ifoda (1.9) dan kelib chiqmaydi. Biroq (1.9) ifodani keltirib chiqarishda aniqroq bog‘liqlikdan foydalanilganda, unga p-n-o‘tishdagi muvozanatli to‘siq balandligi kiradi. U esa

haroratga bog'liq bo'ladi. Mazkur bog'liqlikni hisobga olgan holda kritik tok kattaligi olinadi.

dI_s / dT shartdan kritik tokka mos keluvchi zatvordagi kuchlanishni aniqlash mumkin:

$$U_{ZU} - U_{ZIkr} \approx 0,65 \text{ V.} \quad 1.10$$

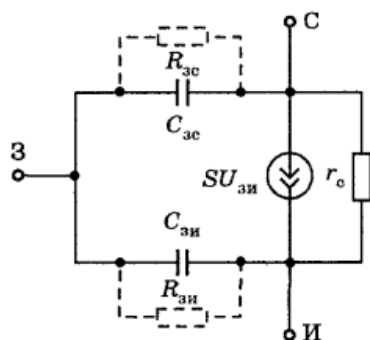
Kichik signalli parametrlar va ekvivalent sxema. Agarda (93) approksimasiyadan foydalansak, u holda tekis sohadagi qiyalik

$$S = b(U_{ZU} - U_{ZI}) \quad 2.1$$

ga teng bo'lsa, qiyalikni tokka bog'liqligi

$$S = \sqrt{2bI_s} \quad 2.2$$

formula bilan ifodalanadi.



1.4 – rasm. Maydonli tranzistorning kichik signalli ekvivalent sxemasi.

Stokning differensial qarshiligi r_s kanal uzunligining modulyasiyasi tufayli yuzaga keladi va MDYa-tranzistor ega bo'lgan qiymatga ega bo'ladi.

Maydonli tranzistorning kichik signalli ekvivalent sxemasi 1.4 – rasmda ko'rsatilgandir.

Mazkur sxemadagi elementlar mohiyati bo'yicha MDYa-tranzistordagi kabidir: r_s R_{ZI} va R_{ZS} – $p-n$ -o'tishning teskari qarshiligi; C_{ZI} va C_{ZS} – $p-n$ -

o'tishning yon qismidagi to'siq sig'imi

Tokning o'zgarish inersionligi qiyalikning doimiy τ_s vaqti – VATni tekis sohasidagi kanalning diffrensial qarshiligi; SU_{ZI} – tranzistorning kuchaytirish xususiyatini yorituvchi tok manbasi; bilan tavsiflanadi. Bu parametr kanal qarshiligini zatvor-kanal sig'imiga ko'paytmasidir. Kanal va kambag'allashgan qatlamlarning yuzalari turli qismlarda turlicha bo'lganligi sababli, w va l ning o'rtacha qiymatlaridan foydalanamiz. Aniqrog'i $w_{o'r} = l_{o'r} = \frac{1}{2}a$ deb olamiz. U holda o'rtacha sig'im va o'rtacha qarshiliklarni quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\bar{C}_z = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon(ZL)}{\frac{1}{2}a}; \quad 2.3$$

$$\bar{R}_0 = \rho \frac{L}{\frac{1}{2}aZ}. \quad 2.4$$

Mos ravishda qiyalikning o'rtacha doimiy vaqti quyidagiga teng bo'ladi:

$$\tau_s = 4\varepsilon_0\varepsilon\rho L^2 / a^2. \quad 2.5$$

1.2 MDYA-tranzistorlar tuzulishi va ishlash tamoyili

Yarimo'tkazgich asosida tayyorlangan n-kanalli MDYa-tranzistorning real strukturasi 1–rasmda ko'rsatilgan. Maydon effektini hosil qiluvchi metel elektrodni zatvor (Z) deb atashadi. Qolgan ikkita elektrodni istok (I) va stok (S) deb atashadi. Kanalning ishchi tashuvchilari (mos keluvchi kuchlanish qutublarida) keladigan elektrod stokdir. Agarda kanal n-turda bo'lsa, ishchi tashuvchilar – elektronlar va stok qutubi musbat bo'ladi. Istokni odatda taglik (T) deb ataluvchi asosiy yarimo'tkazgich plastinasiga ulashadi [5-6].

Ishlash prinsipi. Sirtning muvozanatli potentsiali nolga teng ($\varphi_{s0} = 0$) bo'lgan ideal holatda n-kanalli MDYa-tranzistor quyidagicha ishlaydi. Zatvor istok bilan ulangan bo'lsin, ya'ni $U_{ZI} = 0$. Bu holatda kanal mavjud bo'lmaydi va stok hamda istok orasidagi yo'lda ikkita qarama qarshi ulangan p-n⁺-o'tish bo'ladi. Shuning uchun U_{SI} kuchlanishi berilganda stok zanjiridagi tok juda kichik bo'ladi.

Agarda zatvorga manfiy kuchlanish berilsa, sirt oldi qatlami kovaklar bilan boyitiladi; bunda ishchi zanjirda tok kam o'zgaradi. Agarda zatvorga yanada katta musbat siljish $U_{ZI} > 0$ berilsa, dastlab kambag'allashgan qatlam (akseptorlarning hajmiy zaryadi) hosil bo'ladi. So'ngra elektronlarning inversion qatlami hosil bo'ladi, ya'ni o'tkazuvchi kanal. Shundan so'ng stok toki yakuniy qiymatga ega bo'ladi va zatvordagi kuchlanishga bog'liq bo'ladi. Bu MDYa-tranzistorning rejimidir. Kirish toki (zatvor zanjirida) kam bo'lganligi uchun quvvat bo'yicha kuchaytirish bo'ladi.

Muvozanat holatda mavjud bo'lmagan va tashqi kuchlanish ta'sirida hosil bo'luvchi kanallar induksion (hosil bo'ladigan) deyiladi. Hosil bo'lgan kanalning qalinligi (1-2 nm) deyarli o'zgarmasdir. Shuning uchun kanal o'tkazuvchanligining modulyasiyasi tashuvchilar konsentrasiyasining o'zgarishi tufaylidir. Kanal hosil bo'lishiga olib keluvchi zatvordagi kuchlanishni ostonaviy kuchlanish deb atashadi

va U_0 bilan belgilanadi. Kanalning uzunligi L istok va stok qatlamlari orasidagi masofaga teng bo'lsa, kenligi Z – mazkur qatlamlarning kengligiga tengdir

Agarda n -turdagi taglik tanlansa, istok va stok qatlamlarini p^+ -turda qilinsa, p -kanalli hosil bo'linadigan MDYa-tranzistor hosil bo'ladi. Unga teskari qutubdagi ostonaviy va ishchi kuchlanish xarakterlidir:

$$U_0 < 0, U_{ZI} < 0, U_{SI} < 0.$$

MDYa-tranzistor tagliklarini, kanalni hosil bo'lishini osonlashtirish va istok hamda stok o'tishlarning teshilish kuchlanishini oshirish maqsadida yuqori solishtirma qarshilikka ega bo'lgan materialdan tayyorlashadi.

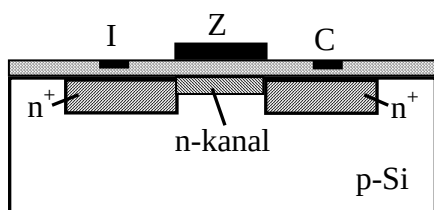
MDYa-tranzistorlarning ishlash mexanizmi va xossalari bir hildir. Biroq ayrim farq mavjuddir. Birinchidan, n -kanalli tranzistorlarning ishchi tashuvchilari – elektronlarning harakatchanligi kovaklarnikiga qaraganda uch marta katta bo'lganligi uchun ular tezkor bo'ladi. Ikkinchidan, n - va p - kanalli tranzistorlarning sirtoldi qatlamlarining strukturasi muvozanat holatda farq qiladi. Bu esa ostonaviy kuchlanish kattaligiga ta'sir qiladi.

Sirtoldi qatlam strukturasi farq, oksid mavjud bo'ladigan musbat zaryadning turlicha ta'siri bilan tushuntiriladi. N -turdagi taglikda maskur zaryad p -kanalni hosil bo'lishiga to'sqinlik qiluvchi boyitilgan qatlamni hosil qiladi. Bunga mos ravishda p -kanalli tranzistorda ostonaviy kuchlanish katta bo'ladi. P -turdagi taglikda maskur zaryad kambag'allashgan qatlamni hosil qiladi, ya'ni n -kanal hosil bo'lishini yengillashtiradi; shu sababli n -kanalli tranzistorlarda ostonaviy kuchlanish kamayadi.

Ba'zida oksiddagi musbat zaryad nafaqat kambag'allashgan, balki invers qatlamni hosil qilishi mumkin, ya'ni n -kanalni. Bunday kanal nol kuchlanishda mavjud bo'lganligi uchun uni induksiyalangan deb bo'lmaydi. Demak, ostonaviy kuchlanish kattaligi o'zining oddiy ma'nosini yo'qotadi. Mazkur turdagi tranzistorlarda kanalni mavjud bo'lgan deb atashsa, ostonaviy kuchlanish o'rniga uzish kuchlanishi degan parametr kiritiladi. Bu kuchlanishda muvozanatdagi inversion qatlamdagi elektronlar sirtdan ittariladi va mavjud bo'lgan kanal yo'q bo'ladi. Umuman olganda ichki kanalning mavjud bo'lishi MDYa-

tranzistorlarning ishlatilishiga to‘sqinlik qilmaydi. Bunday tranzistorlar zatvordagi kuchlanishning ikkala qutubida ishlaydi: manfiy qutubda kanal tashuvchilar bilan kambag‘allashgan va stok toki kamayadi, musbat qutubda kanal boyitiladi va tok oshadi. Zatvordagi kuchlanishning bitta qutubida ishlasa ham kanali hosil qilinadigan tranzistorlar keng tarqalgandir. Ichki kanal talab qilingan hollarda kanal, ionli legirlash usuli yordamida yupqa sirt oldi qatlami ko‘rinishida tayyorlanadi

Ostonaviy kuchlanish. Zatvordagi kuchlanish, metall va yarimo‘tkazgich



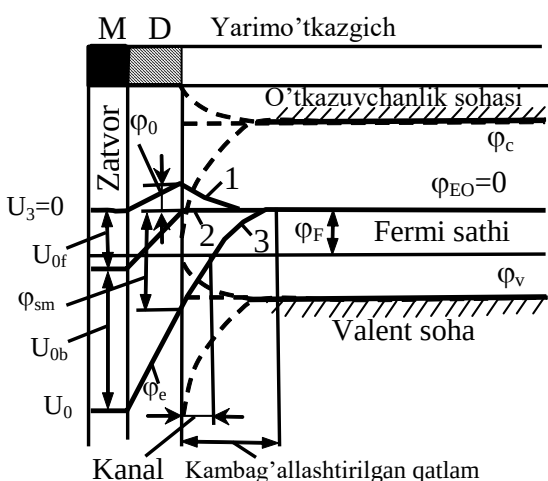
1.5 – rasm. N-kanal mavjud bo‘lgan MDYA-tranzistor strukturasi

sirti orasidagi solishtirma sig‘im qanchalik katta bo‘lsa, shuncha ko‘p solishtirma zaryadni yarimo‘tkazgichga keltiradi. Demak, zatvor-kanal solishtirma sig‘imi zatvorning boshqarish qobiliyatini aniqlaydi. Shu sababli u MDYa- tranzistorlarning muhim

parametrlaridan biridir.

Bu sig‘im $C_0 = \epsilon_0 \epsilon_d / d$ 2.5

ko‘rinishga egadir. Bu yerda d – dielektrik qalinligi; ϵ_d – dielektrik



1.6 – rasm. MDYA-tranzistorning, kuchlanish 0 dan U_0 gacha bo‘lgandagi zona diagrammasi.

singdiruvchanlik. Kattalik d ni kamaytirilishi maqsadga muvofiqdir, biroq u dielektrikni teshilishi bilan cheklangandir. Kremniy oksidi qalinligining odatiy qiymati $d = 0,01-0,1$ mkm ni tashkil qiladi. Agarda $d = 0,03$ mkm va $\epsilon_d = 3,9$ (SiO_2 uchun) desak, u holda $C_0 \approx 1000$ pF/mm² ga teng bo‘ladi.

Ostonaviy U_0 kuchlanishni ikkita tashkil qiluvchi ajratish mumkin

$$U_0 = U_{0F} + U_{0B} \quad 2.6$$

Tashkil qiluvchi U_{0F} – sohani to‘g‘rilash kuchlanishidir: u muvozanatli sirt ϕ_{s0} potensialini nolga keltiradi, ya’ni sohaning boshlang‘ich bukilishini yo‘qotadi

(1 va 2 egri chiziqlarni solishtiring). 1.6 – rasmda boshlang‘ich bukilish kanalni hosil bo‘lishi uchun kerak bo‘lganga qarama qarshi qilib olingan.

Tashkil qiluvchi U_{0B} – sohani bukish kuchlanishidir: u kanalni hosil bo‘lishi uchun kerak bo‘lgan tomonga sohani bukilishini (egri chiziq 3) ta‘minlaydi va elektrostatik potensial sathini Fermi sathini kesib o‘tishi yuz beradigan φ_{sm} sirt potensialini hosil qiladi.

Shunday qilib, U_{0F} kuchlanish yarimo‘tkazgichni kanal hosil qilishiga tayyorligini xarakterlaydi; $\varphi_{s0}=0$ bo‘lsa, $U_{0F}=0$ bo‘ladi. Muvozanatli soha pastga bukilgan bo‘lsa, $U_{0F}<0$ bo‘ladi. U_{0B} kuchlanish esa sirt potentsiali nolga teng bo‘lgan ideal sharoitdagi ostonaviy kuchlanishni aniqlaydi.

U_{0F} kuchlanish quyidagicha ifodalanadi:

$$U_{0F} = \varphi_{MS} + Q_{0s} / C_0, \quad 2.7$$

bu yerda Q_{0s} – sirtning muvozanatli solishtirma zaryad bo‘lib, u sirt holatlarining zaryadini va dielektrikdagi kirish ionlari tufayli hosil bo‘lgan zaryadlarni o‘z ichiga oladi; φ_{MS} – metall va dielektrik orasidagi kontakt potentsiallar farqi. Q_{0s} kattalik tajriba yo‘li bilan olinadi va $5 \cdot 10^{-9} - 5 \cdot 10^{-8} \text{ Kl/sm}^2$ ni tashkil qiladi.

U_{0B} kuchlanish quyidagicha ifodalanadi:

$$U_{0B} = \varphi_{ms} + \frac{a}{C_0} \sqrt{\varphi_{ms}}, \quad 2.8$$

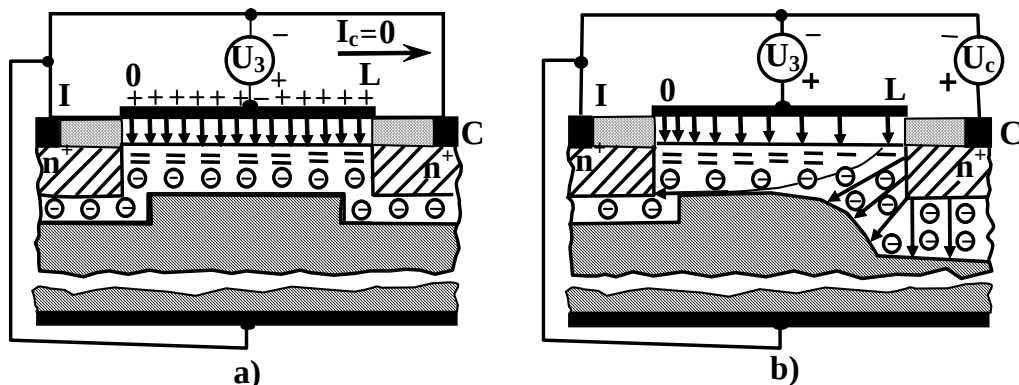
bu yerda

$$a = \sqrt{2q\varepsilon_0\varepsilon_{ya}N} \quad 2.9$$

- taglikdagi hajmiy zaryadning ta‘sirini xarakterlovchi koeffitsiyent (ε_{ya} – yarimo‘tkazgichning dielektrik singdiruvchanligi; N – kirishma konsentratsiyasi).

Odatda $\varphi_{sm} = 2\varphi_F$ deb olinadi. Bu yerda φ_F – yarimo‘tkazgich hajmida Fermi sathi va elektrostatik potensial sathlari orasidagi farq moduli. Misol uchun $N=10^{16} \text{ sm}^{-3}$ bo‘lsa, $\varphi_F \approx 0,3 \text{ V}$ bo‘ladi va bundan $\varphi_{sm}=0,6 \text{ V}$ ligi kelib chiqadi; ifoda (104)ga muvofiq $a \approx 5 \cdot 10^{-8} \text{ F} \cdot \text{V}^{1/2} \cdot \text{sm}^2$ bo‘ladi. $C_0=10^{-7} \text{ F/sm}^2$ deb, (103,b) dan $U_{0B} \approx 1,0 \text{ V}$ ni olamiz. To‘liq ostonaviy kuchlanishning qiymati $U_0=0,5-1,5 \text{ V}$ oralig‘ida yotadi.

Statik tavsif. Tokning kanal strukturasi ta'sirini ko'rib chiqamiz.



1.7 – rasm. Stokda nol (a) va eng katta musbat(b) kuchlanish bo'lgan paytda MDYA-tranzistorda zaryadlar va maydonning taqsimoti.

Agar kuchlanish $U_{SI} = 0$ bo'lsa, yarimo'tkazgich sirti ekvipotensial bo'ladi. Dielektrikdagi maydon bir jinsli bo'ladi va hosil bo'lgan kanal qalinligi h butun ko'lam bo'yicha bir xil bo'ladi (1.7, a – rasm). Agarda $U_{SI} > 0$ bo'lsa, tok oqib o'tadi va sirt potentsiali istokdan stok tomon o'sib boradi. Demak, zatvor va sirt orasidagi potentsiallar farqi stok yo'nalishi tomon kamayib boradi. Mos ravishda dielektrikdagi maydon kuchlanganligi va kanaldagi elektronlarning solishtirma zaryadi kamayadi. Shuning uchun $x = L$ nuqtada kanalning yuzasi torayadi (1.7 b – rasm).

To'yinish kuchlanishi deb ataluvchi stokdagi kuchlanishning ma'lum bir kiritik qiymatida $x = L$ nuqtada zatvor va sirt orasidagi potentsial ostonaviy kuchlanishga teng qilinadi. Kanal «yo'lka (gorlovina)»si hosil bo'ladi (66, a – rasm).

To'yinish kuchlanishi quyidagi ko'rinishga ega:

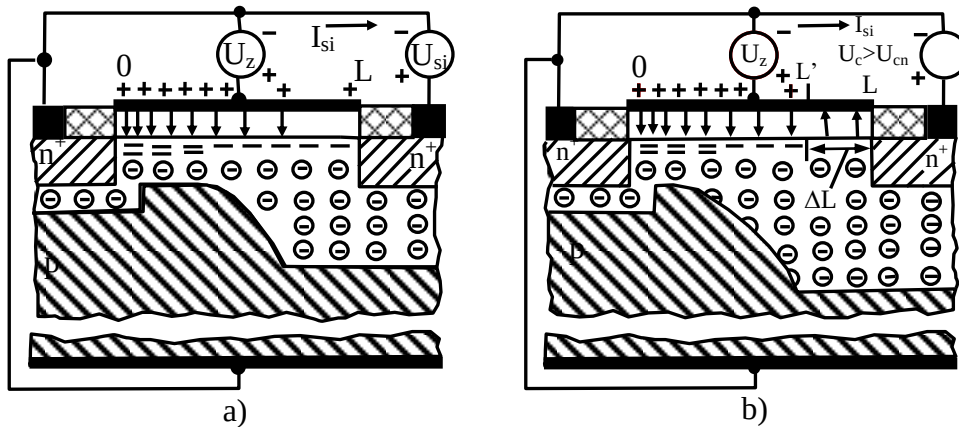
$$U_{SI} = U_{ZI} - U_0. \quad 2.10$$

$U_{SI} > U_{ST}$ kuchlanishlarda kanal sirtidan ajralib turilgan hajmiy zaryad qatlami ΔL sohada sirtga chiqsa, kanal «yo'lka»si mos ravishda L' nuqtaga siljiydi (1.7 b – rasm). Shu sababli kanal ΔL kattalikka qisqarishi yuz beradi; L' nuqtadagi «yo'lka» potentsiali to'yinish boshidagi U_{ST} qiymatni saqlaydi.

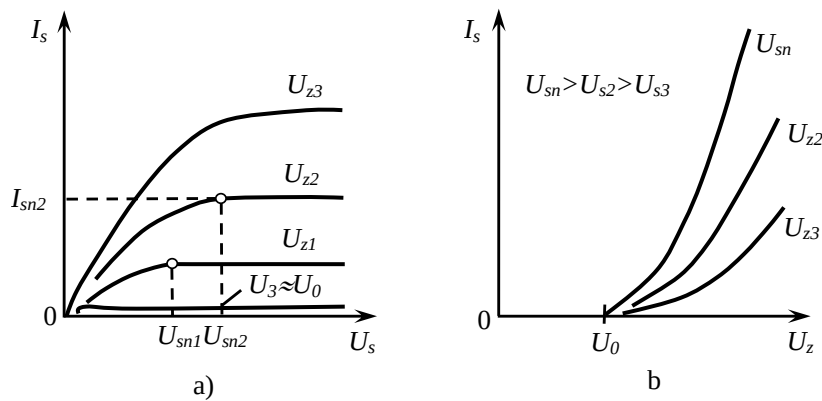
ΔL kattalik (hajmiy zaryadlarning sirt oldi kengligi) maskur sohadagi kuchlanishlar farqiga $U_{SI} - U_{ST}$ bog'liq bo'ladi. Bu bog'liqlik, p-n-o'tish kengligi

teskari kuchlanishga bog‘liqligi kabi bo‘ladi:

$$\Delta L \sim \sqrt{U_{SI} - U_{ST}}.$$



1.8 – rasm. MDYA-tranzistorda maydon va zaryadlarning taqsimoti: a – to‘yinish chegarasida ($U_{SI}=U_{ST}$); b – to‘yinish sohasida ($U_{SI}>U_{ST}$)



1.9 - rasm. MDYA-tranzistorning statik tavsifi: a – chiqish; b - uzatish

Kanal «yo‘lka»si hosil bo‘lganidan so‘ng ishchi zanjirdagi tok stokdagi kuchlanishga bog‘liq bo‘lmay qoladi – tokning to‘yinishi boshlanadi (1.9 a – rasm). Bu yerdan U_{ST} kuchlanishning nomlanishi kelib chiqadi.

Yoritilgan jarayonlarni hisobga olgan holda bajarilgan tahlil muxandislik hisoblarda noqulay bo‘lgan ($3/2$ darajadagi a‘zolarining mavjud bo‘lganligi uchun) VAT uchun ifodaga keltirib chiqaradi.

Shuning uchun amaliyotda VAT approksimasiyalardan foydalaniladi. Ulardan eng soddasi va keng tarqalgani quyidagidir:

$$I_s = b \left[(U_{ZI} - U_0) U_{SI} - \frac{1}{2} U_{SI}^2 \right]. \quad 3.1$$

Bu yerda b – MDYa-tranzistorning solishtirma qiyaligi (asosiy parametrlardan biridir):

$$b = \mu C_0 \frac{Z}{L} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_d}{d} \frac{Z}{L}, \quad 3.2$$

Bu yerda μ - tashuvchilarning sirtoldi harakatchanligi (odatda u hajmdagidan 2-3 marta kichikdir); Z – kanal kengligi. $\mu=550 \text{ sm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$, $Z/L=10$ va $C_0=10^{-7}\text{F/sm}^2$ qiymatlarda $b \approx 0,5 \text{ mA/V}^2$.

Ifoda (6) $U_{SI} < U_{ST}$ shartda o‘rinlidir, ya’ni VATning boshlang‘ich – kiya sohalarida (1.9, a - rasm). Agar $U_{SI} > U_{ST}$ bo‘lsa, tok o‘zgarmaydi va $U_{SI} = U_{ST}$ da ega bo‘lgan qiymatga teng bo‘lib qoladi. Shuning uchun (2.10) ni (3.1) ga qo‘yib, to‘yinish sohasi uchun ifodani olamiz, ya’ni VATning tekis sohasi uchun:

$$I_s = \frac{1}{2} b (U_{ZI} - U_0)^2. \quad 3.3$$

Bu ifodaga 1.9, b – rasmdagi U_{ST} parametrli egri chiziq mos keladi.

Odatda MDYa-tranzistorlarning nominal toki $U_{ZI} = 2U_0$ kuchlanishdagi tok hisoblanadi, ya’ni

$$I_{Snom} = \frac{1}{2} b U_0^2. \quad 3.4$$

Ko‘rinib turganidek, ostonaviy kuchlanish qanchalik kichik bo‘lsa, ishchi tok shunchalik kichik bo‘ladi. Nominal rejimga, ya’ni $U_{ZI} = 2U_0$ ga, (2.10) ga muvofiq to‘yinish kuchlanishi $U_{ST} = U_0$ mos keladi. Demak, U_0 ning kichik qiymatlari tranzistorning kichik toklarni va kichik ishchi kuchlanishni ta’minlaydi.

(3.1) va (3.3) ifodalar o‘zining soddaligi va yaqqolligi tufayligi keng tarqalgandir. Biroq bu ifodalar taglikdagi kirishmalar konsentrasiyasi 10^{15} sm^{-3} dan oshganda hisoblashlarda hatoliklar kelib chiqadi. Shu sababli (3.1) ifoda o‘rni aniqroq bo‘lgan approksimasiyadan foydalaniladi:

$$I_s = b[(U_{ZI} - U_0)U_{SI} - 1/2(1 + \eta)U_{SI}^2], \quad 3.5$$

bu yerda to‘g‘rilash koeffitsiyenti η quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\eta = \frac{1}{3} \frac{a / C_0}{3\sqrt{\varphi_{sm}}}. \quad 3.6$$

Misol uchun $a/C_0=0,5 \text{ V}^{1/2}$ va $\varphi_{sm}=0,6 \text{ V}$ bo‘lsa, $\eta \approx 0,22$ bo‘ladi.

Ifoda (3.5) ni U_{SI} bo'yicha differensiallaymiz va $dI_S/dU_{SI}=0$ deb, to'yinish kuchlanishini topamiz:

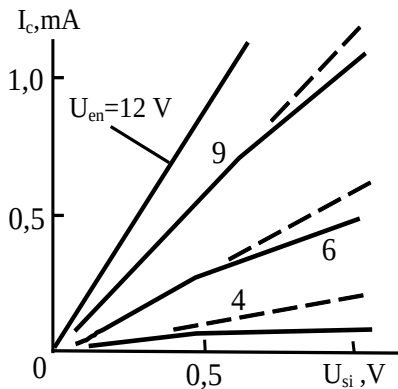
$$U_{SI} = \frac{1}{1+\eta}(U_{ZI} - U_0). \quad 3.7$$

U ifoda (2.10) bo'yicha hisoblashlarga qaraganda kichik bo'ladi. Ifoda (112) ni (110) ga qo'yib, tekis sohasi – to'yinish sohasi uchun aniqlashtirilgan VATni

$$I_S = \frac{1}{2} \frac{b}{1+\eta} (U_{ZI} - U_0)^2 \quad 3.8$$

olamiz.

Istok taglik bilan ulangan deb qaragan edik. Ba'zi hollarda taglik istokka nisbatan manfiy potensialga U_{TI} ega bo'ladi. U holda hajmiy zaryad qatlamiga tushuvchi kuchlanish oshadi. Bu esa sohani bukish kuchlanishi uchun (103, b) ifodaga to'g'rilash kiritishga olib keladi:



1.10 – rasm. MDYA-tranzistor chiqish tavsifining boshlang'ich kvazichiziqli sohasi.

$$U_{0B} = \varphi_{sm} + \frac{a}{C_0} \sqrt{\varphi_{sm} + |U_{TI}|}. \quad 3.9$$

Bunda U_{TI} kuchlanish tabiiyki, ifoda ga kiradi. Mos ravishda I_S tok ikkita kuchlanish funksiyasi bo'lib qoladi: U_{ZI} va U_{TI} , ya'ni tokni ikki tomonlama boshqarish mumkin bo'ladi.

Taglikning ta'sirini hisobga olgan holda (tavsifni quyidagi bilan almashtirish mumkin:

$$I_S = \frac{1}{2} \frac{b}{1+\eta} \left(U_{ZI} - U_0 - \frac{2}{3} \eta |U_{TI}| \right)^2. \quad 3.10$$

Ko'rinib turganidek, taglik va istok orasidagi kuchlanishning mavjud bo'lishi ostonaviy kuchlanishning oshganidek bo'ladi.

Impuls sxemalarda keng qo'llaniladigan VATning boshlang'ich qiya sohasini ko'rib chiqamiz. $U_{SI} \ll U_{ZI} - U_0$ deb, ifoda (106) dagi kvadratik a'zoni hisobga olmagan holda chiziqli bog'lanishni

$$I_S = b(U_{ZI} - U_0)U_{SI} \quad 4.1$$

olish mumkin.

Mos keluvchi VAT oilasi 68 – rasmda ko‘rsatilgan. Ifoda (4.1) ning o‘ng qismidagi U_{SI} dagi koeffitsiyent kanal o‘tkazuvchanligi deyiladi. Teskari kattalik – kanal qarshiligi quyidagiga tengdir:

$$R_0 = \frac{1}{b(U_{ZI} - U_0)}. \quad 4.2$$

Ko‘rinib turganidek, kanal qarshiligini zatvordagi kuchlanishni o‘zgartirgan holda keng oraliqda o‘zgartirish mumkin.

Kichik signalli parametrlar. Kuchaytirgich texnikasi VATning tekis qismi – to‘yinish sohasi ishlatiladi. Mazkur sohaga signallarning noxiziqli buzilishi kichik bo‘lishi va kichik signalli parametrlarni optimal qiymatga ega bo‘lishi xosdir.

MDYa-tranzistorning kichik signalli parametrlariga quyidagilar kiradi:

$$\text{qiyalik } S = \left. \frac{dI_S}{dU_{ZI}} \right|_{U_{SI}=\text{const}};$$

$$\text{ichki qarshilik } r_S = \left. \frac{dU_{SI}}{dI_S} \right|_{U_{ZI}=\text{const}};$$

$$\text{kuchaytirish koeffitsiyenti } k = \left. \frac{dU_{SI}}{dU_{ZI}} \right|_{I_S=\text{const}}.$$

Bu uch parametrlar quyidagi nisbat bilan o‘zaro bog‘langan:

$$k = S r_S. \quad 4.3$$

To‘yinish sohasidagi qiyalik (108) ifodadan aniqlanadi:

$$S = b(U_{ZI} - U_0). \quad (4.4a)$$

Ko‘rinib turganidek, qiyalik b parametrغا proporsionaldir. Bu parametrning nomlanishi (solishtirma qiyalik), $U_{ZI} - U_0=1V$ da b kattalik qiyalikka teng bo‘lishi tufaylidir. (4.4a) va (108) ifodalar yordamida qiyalikni ishchi tok bilan bog‘lanishini o‘rnatish mumkin:

$$S = \sqrt{2bI_S}. \quad (4.4b)$$

Masalan, $b=0,5 \text{ mA/V}^2$ va $I_S=1 \text{ mA}$ bo‘lganda $S=1,0 \text{ mA/V}$ olamiz.

Agarda aniqroq bo'lgan (3.8) ifodadan foydalanadigan bo'lsak, qiyalik, b kattalik $b/(\eta+1)$ bilan alashtirilganligi uchun (4.4) ifoda bo'yicha hisoblab topilgan qiyalikdan kichik bo'ladi.

VATning tekis qismidagi ichki qarshilik kanal uzunligini stok kuchlanishiga bog'liqligi tufayli bo'ladi U_{SI} kuchlanishining oshishi stok o'tishi ΔL kengligini oshishi va mos ravishda kanal uzunligini L' kamayishi bilan birga yuz beradi. Bunda solishtirma qiyalik b va u bilan birga I_S stok toki oshadi. Ichki qarshilik quyidagiga tengdir:

$$r_s = \left(L \sqrt{\frac{2qN}{\epsilon_0 \epsilon_{ya}}} \right) \frac{\sqrt{U_s}}{I_s} \quad 4.5$$

(4.5) ni (4.4b) ga ko'paytirib, kuchaytirish k koeffitsiyentini olamiz. U kanal uzunligiga bog'liq bo'lmaydi va uning odatiy qiymati 50-200 ni tashkil qiladi (Z kanal kengligiga bog'liq ravishda).

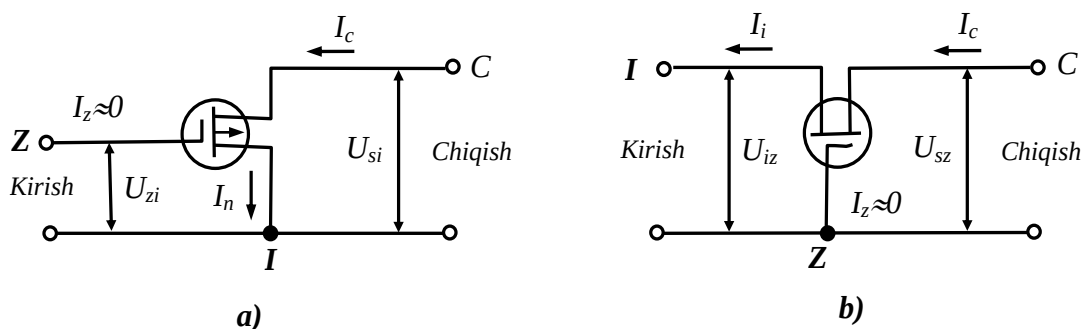
Yuqorida ta'kidlanganidek, MDYa-tranzistor nafaqat zatvordagi kuchlanish, balki taklikdagi kuchlanish bilan ham boshqarilishi mumkin. Ifoda (115) ni $|U_{\pi}|$ bo'yicha differensiyalab, taglik bo'yicha qiyalikni olamiz:

$$S_T = -\frac{2}{3} \frac{\eta}{1+\eta} b \left(U_{ZI} - U_0 - \frac{2}{3} |U_{\pi}| \right). \quad 4.6$$

Minus ishorasi $|U_{\pi}|$ kuchlanish oshishi bilan I_S tok kamayishini anglatadi. Ifoda (3.10) ni U_{ZI} bo'yicha differensiyalab, zatvor bo'yicha qiyalikni olamiz:

$$S_Z = \frac{b}{1+\eta} \left(U_{ZI} - U_0 - \frac{2}{3} \eta |U_{\pi}| \right). \quad 4.7$$

Umuman olganda, zatvor bo'yicha boshqarish afzalroqdir. Bunda dielektrik bilan aniqlanadigan kirish qarshilik juda kattadir (taglik bo'yicha boshqarilganda kirish qarshiligi istok p-n-o'tishining teskari toki bilan aniqlanadi).



2.1 – rasm. MDYA-tranzistorning umumiy istokli (a) va umumiy zatvorli (b) ulanishi.

Yuqorida ko‘rib chiqilgan MDYA-tranzistorning umumiy istokli ulanishi eng keng tarqalganidir (2.1, a – rasm). Ayrim hollarda umumiy zatvor bo‘yicha ulanish ishlatiladi (2.1, b – rasm). Unga kichik kirish qarshilik xos bo‘lib, u ayrim maxsus sxemalarda ishlatiladi.

Parametrlarning turg‘unligi. Zatvor va stokdagi berilgan kuchlanishda stok toki haroratga bog‘liq bo‘ladi. Bu bog‘liqlik b va U_0 parametrlar orqali namoyon bo‘ladi. Funksiya $b(T)$ tashuvchilarning harakatchanligini haroratga bog‘liqligi tufayli bo‘lsa, funksiya $U_0(T)$ Fermi stahining haroratga bog‘liqligi tufaylidir.

Harorat oshishi bilan solishtirma qiyalik va ostonaviy kuchlanish kamayadi. Bu parametrlarning kamayishi toka qarama qarshi yo‘nalishda ta’sir qiladi. I_s tokning shunday qiymati mavjudki, $b(T)$ va $U_0(T)$ bog‘liqliklarning ta’siri tenglashadi. Bu turg‘un qiymatni kritik tok deb atashadi. Kritik tokning mavjud bo‘lishi MDYA-tranzistorning muhim tomoni bo‘lib, u sxemalarni haroratli turg‘unlashtirishni sodda yo‘l - ishchi tokni tanlash bilan amalga oshirishga imkon beradi.

$dI_s/dT = 0$ shartdan ($\partial b/\partial T$ va $\partial U_0/\partial T$ hisobga olgan holda) kritik tokka mos keluvchi zatvordagi kuchlanishni olish mumkin:

$$U_{Zlkr} - U_0 = (0,8 - 2,4)B \quad 4.8$$

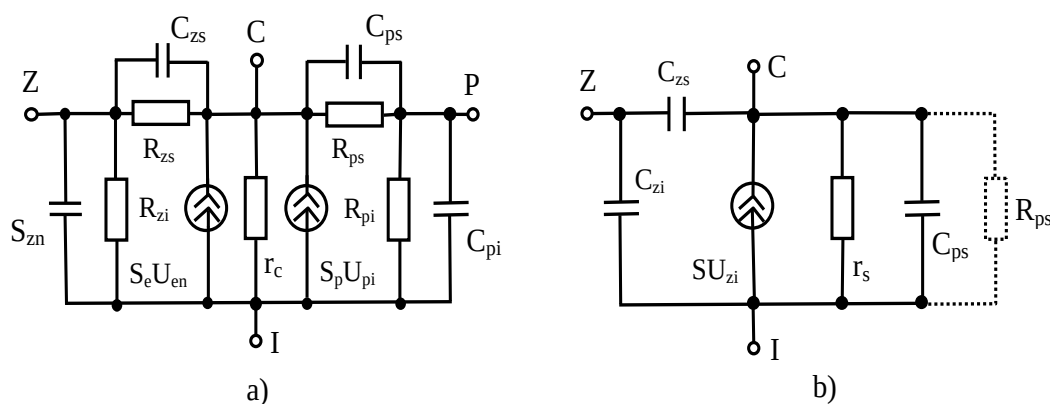
(minimal qiymat taglikdagi kirishmalar konsentrasiyasi 10^{18} sm^{-3} ga mos kelsa, maksimal qiymat – 10^{15} sm^{-3} konsentrasiyaga mos keladi). Odatda kritik tok (109) ifoda bilan aniqlanadigan nominal tokdan 5-10 marta kichikdir.

$I_S > I_{Skr}$ oralig'ida (xususan, nominal tokda) tokning harorat koeffitsiyenti musbat bo'lsa, $I_S < I_{Skr}$ oralig'ida (mikrorejim) esa manfiydir. Tokning xaroratli noturg'unligini tokning ΔI_S o'zgarishi sifatida emas, balki ekvivalent ΔU_{Zi} o'zgarishi bilan tavsiflash qabul qilingan. Bu o'zgarish $\Delta U_{Zi} = \Delta I_S / S$ nisbat bilan aniqlanadi. Kritik toka yaqin bo'lgan toklarda harorat sezgirlik $\pm 0,5 \text{ mV}/^\circ\text{S}$ bo'lishi o'rinli bo'lsa, «o'takritik» toklar uchun u $+(8-10) \text{ mV}/^\circ\text{S}$ ni tashkil qilsa, «subkritik» toklar uchun $-(4-6) \text{ mV}/^\circ\text{S}$ ni tashkil qiladi.

MDYa-tranzistorning qiyaligi haroratga b va U_0 orqali bog'liq bo'ladi. Shu sababli kritik tok tushunchasi bilan birga kritik qiyalik tushunchasi bo'lib, unda $b(T)$ va $U_0(T)$ bog'liqliklarning ta'siri tenglashadi.

MDYa-tranzistorning asosiy ishchi qismi – kanal bevosita boshqa muhit – dielektrik bilan chegaralanishi parametrlarning turg'unligiga katta darajada ta'sir qiladi. Noturg'unlikni namoyon bo'lishi ostonaviy kuchlanishning o'zgarishidan iboratdir. Bu o'zgarish birinchi navbatda muvozanatli sirt zaryadining Q_{0s} o'zgarishi tufayli yuz beradi.

Tok oqib o'tganda kanal va dielektrik pardada mavjud bo'lgan tutqichlar orasida elektronlar almashuvi yuz beradi. Bunday almashuvning oqibati tranzistor xususiy shovqining asosiy tashkil qiluvchilardan biri bo'lgan tokning fluktuasiyasidir. Xususiy shovqinning yuqori darajada bo'lishi MDYa-tranzistorning asosiy kamchiliklardan biridir.

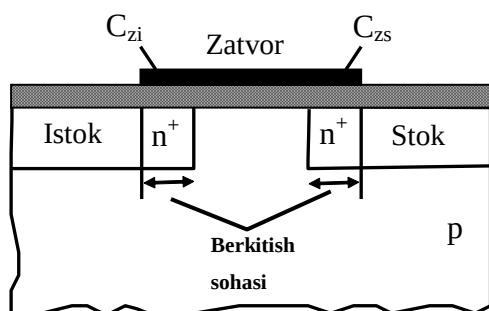


2.2 – rasm. MDYa-tranzistorning kichik signalli ekvivalent sxemasi:
a – to'liq; b – $U_{TI}=0$ da soddalashtirilgani.

O'tish va chastotaviy tavsiflar. MDYa-tranzistorning kichik signalli ekvivalent

sxemasi 2.2 a – rasmda ko‘rsatilgan. Tranzistor VATning tekis sohasida ishlashi ko‘zda tutilganligi uchun kanalning qarshiligi sifatida r_s kattalik ishlatilgan. Tranzistorning kuchaytirish qobiliyatini yorituvchi elementlar $S_Z U_{ZI}$ va $S_T U_{TI}$ tok manbalaridir. R_{ZI} va R_{ZS} qarshiliklar – zatvor dielektrikining qarshiligi bo‘lib, ularning qiymati 10^{13} - 10^{14} Om va undan katta qiymatlarni tashkil qiladi. R_{TI} va R_{TS} qarshiliklar – istok va stok p-n-o‘tishning teskari qarshiligi bo‘lib, ular 10^{10} - 10^{11} Omni tashkil qiladi. C_{TI} va C_{TS} sig‘imlar – yuqoridagi o‘tishlarning to‘siq sig‘imi bo‘lib, ularning qiymati avvalo istok va stokning yuzasiga bog‘liq bo‘ladi. C_{ZI} va C_{ZS} sig‘imlar – istok va stok qatlamlariga nisbatan zatvor metall elektrodining sig‘imidir.

Istok taglik bilan bog‘langan holatda $S_T U_{TI}$ tok manbasi mavjud bo‘lmaydi. R_{TI} qarshilik va C_{TS} sig‘im tutashtirilgan bo‘ladi. Agarda R_{ZI} va R_{ZS} dielektrik qarshiliklari hisobga olinmasa, 2.2 b – rasmda ko‘rsatilgan ekvivalent sxemani



2.3 – rasm. Zatvor berkitishi, berkitish sig‘imi.

olamiz. Bu sxema ko‘pgina amaliy hisoblashlar uchun asos sifati hizmat qiladi.

C_{ZI} va C_{ZS} sig‘imlarning hosil bo‘lishi 2.3 - rasmda ko‘rsatilgan. Ular istok va stok sohalarini zatvor tomonidan berkilishi tufayli hosil bo‘ladi. Texnologik sabablarga ko‘ra zatvor

elektrodini ideallashtirilgan strukturada (ko‘rsatilganidek, aniq n^+ qatlamlar orasiga joylashtirib bo‘lmaydi. Zatvor va mazkur qatlam chetlari orasida parazit C_{ZI} va C_{ZS} sig‘imlar hosil bo‘ladi. Odatda bu sig‘imlar to‘siq sig‘imidan bir necha marta kichik bo‘lsa ham, ularni o‘rni (aniqsa C_{ZS} sig‘im) sezilarli bo‘ladi.

Zatvor va kanal orasidagi sig‘im (C_Z) 2.2 – rasmda ko‘rsatilmagan.

Boshqaruvchi kuchlanishning U_{ZI} tez o‘zgarishiga nisbatan MDYa-tranzistorning inersionligi ikki omillar tufayli yuzaga keladi: C_Z zatvor sig‘imini qayta zaryadlanishi va elektrodlar orasidagi sig‘imlarni qayta zaryadlanishi.

Birinchi omil quyidagicha tushuntiriladi. U_{ZI} kuchlanishning sakrashi istok yaqinidagi dielektrikda maydon o'zgarishiga olib keladi. Bu o'zgarish stokgacha tarqamagunicha I_s tok o'zgarishidan qoladi. Tarqalish vaqti kanal qarshiligi orqali C_Z sig'imni zaryadlanish tezligi bilan aniqlanadi.

Ikkinchi omil quyidagichadir. I_s tok sakrash bilan oshsada, U_s kuchlanish, demakki tashqi zanjirdagi tok, elektrodlar orasidagi sig'implarni qayta zaryadlangani sari ohistalik bilan oshib boradi. Mazkur qayta zaryadlanish tezligi tashqi qarshilikka bog'liq bo'ladi, ya'ni tranzistorning xususiyatlari bilan aniqlanmaydi. Biroq barcha teng sharoitlarda, elektrodlar orasidagi sig'im qanchalik kichik bo'lsa, u shunchalik katta bo'ladi. Bu ma'noda tranzistor sig'implarining qiymati uning tezkorligining ko'rsatgichi bo'ladi.

Yuqorida aytilgandan ko'rinib turibdiki, ikkala inersion omillarning nisbatan o'rni yaqqol bo'lmasdan, ko'proq sxemalarga bog'liq bo'ladi. Shu bilan birga birinchi omil (C_Z sig'imni zaryadlanish vaqti) chegaralovchi bo'ladi: u stok zanjirini qisqa tutashtirish rejimida (elektrodlar orasidagi sig'imning ta'siri mavjud bo'lmaganda) MDYa-tranzistorning tezkorligini aniqlaydi.

Zatvor zanjiri parametrlari taqsimlangan tizimdir. Amaliyotda uni zatvor C_Z sig'imi va R_0 kanal qarshiligi ko'rinishidagi RC-zanjir sifatida qarash maqsadga muvofiqdir. Kanal qarshiligi (117) ifoda bilan ifodalansa, zatvor yuzasi (ZL) va uning solishtirma sig'imini (100) bilgan holda zatvor sig'imini yozish mumkin:

$$CZ = \frac{\epsilon_0 \epsilon_d}{d} ZL . \quad 4.9$$

RC-zanjirining zaryadlanish va razryadlanishi eksponensial funksiya bilan yoritiladi. Bunday funksiya bilan tranzistor qiyaligi yoritiladi. Bunga sabab u berilgan U_{ZI} kuchlanish sakrashida I_s tok o'zgarishini tavsiflaydi. Shu sababli qiyalikni operator shaklida quyidagicha yozish mumkin:

$$S(s) = \frac{S}{1 + s\tau_s} , \quad 4.10$$

bu yerda $\tau_s = C_Z R_0$ - qiyalikning doimiy vaqti. Qiyalik kompleks shaklda quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$S = \frac{S}{1 + j\omega/\omega_s}, \quad 5.1$$

bu yerda $\omega_s = 1/\tau_s$ - qiyalikning chegaraviy chastotasi. Ifoda (108) moduli va fazasi mos ravishda qiyalikning amplituda-chastotaviy va faza-chastotaviy tavsifi bo'ladi.

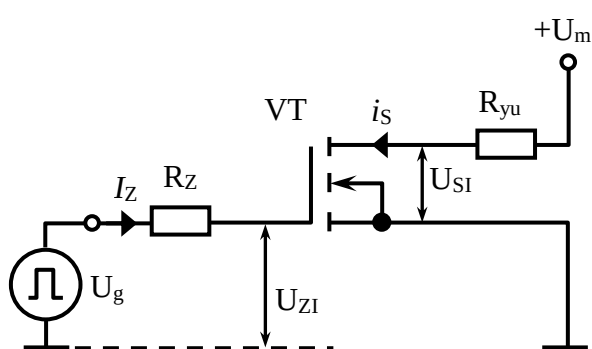
Doimiy τ_s vaqtni zatvor sig'imini (4.10) kanal qarshiligiga (4.7) ko'paytirgan holda olish mumkin. Ifoda (107)ni hisobga olgan holda quyidagini olamiz:

$$\tau_s = \frac{L^2}{\mu(U_{ZI} - U_0)}. \quad 5.2$$

Misol uchun $L=10$ mkm, $\mu=500$ sm²/V·s va $U_{ZI}-U_0=4$ bo'lsa, $\tau_s=0,5$ ns bo'ladi. U holda $f_s=(1/2\pi)\omega_s \approx 300$ MGs bo'ladi.

Ifoda (5.2) dan n-kanalni p-kanaldan afzalroqligi (μ harakatchanlikni kattaligi), shuningdek kanal uzunligini muhim o'rin tutushi ko'rinib turubdi. Zamonaviy MDYa-tranzistorlarda kanal uzunligini 1 mkm dan kichik qilib tayyorlanmoqda. Bunday holatlarda $\tau_s < 0,01$ ns va $f_s > 15$ GGs bo'lishiga erishiladi. Parametrlarning bunday qiymatlari qiyalikning inersionligini hisobga olmaslikka va MDYa-tranzistorning inersionligi faqatgina elektrodlar orasidagi va parazit sig'imler tufayli deb hisoblashga imkon beradi.

1.3 Maydonli tranzistorni uzib ulanish rejimida ishlashi



2.4 – rasm. MOSFET tranzistorni uzib ulanish vaqtini tadqiq qilish sxemasi

Uzib ulanish rejimi katta quvvatli yarimo'tkazgichli asboblarning impuls sxemalaridagi asosiy ishlash rejimidir. Shu sababli maydonli tranzistorni katta quvvatli elektronika sxemalarida ishlaganida yuz beruvchi jarayonlarning o'ziga xos tomonlarini ko'rib chiqish kerak

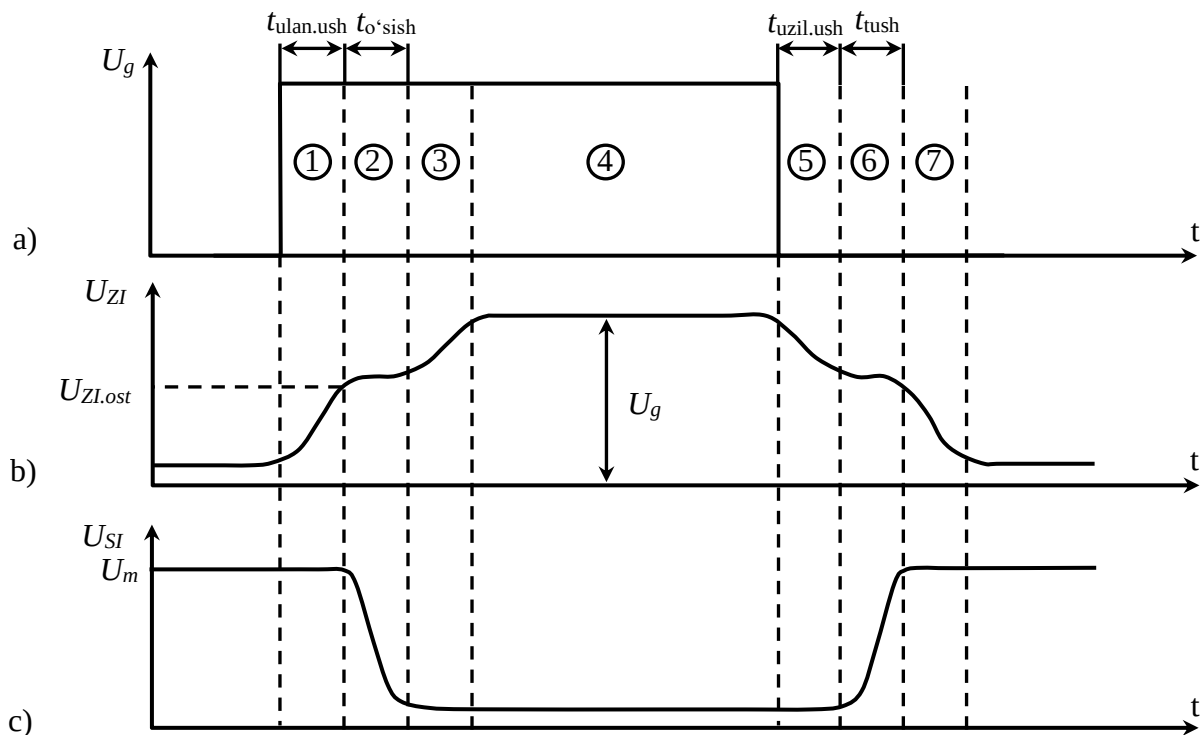
bo'ladi. Kalit rejimida ishlovchi maydonli tranzistor rasmda tasvirlangan. Impuls generatori tomonidan hosil qilingan U_Z kuchlanish (, a – rasm) VT tranzistorning zatvoriga qo'yiladi. Zatvor zanjiriga qarshiligi katta bo'lmagan R_Z rezistor qo'yilgan. Bu rezistorni zatvor rezistori deb ataymiz. Manbadan U_Z to'g'ri burchakli impuls uzatilganda dastlab C_{ZI} sig'imning zaryadlanishi yuz beradi – rasmdagi soha 1). Tranzistor bu vaqtda yopiq bo'ladi. Tranzistor U_{ZI} kuchlanish rasmda ko'rsatilganidek ostonaviy kuchlanish deb ataluvchi ma'lum bir qiymatga erishganidan so'ng ochilishni boshlaydi. Ma'lumotnomalarda ostonaviy kuchlanish kattaligini $U_{gs(th)}$ ko'rinishida belgilanadi. Ostonaviy kuchlanish qiymati 2...5 V ni tashkil qiladi [7].

Tranzistorni ulanishida ushlanish joyi mavjudligi ko'rinib turibdi. Bu jarayonga sarf qilinadigan vaqt ushlanish vaqti deb ataladi (turn on delay time) va texnik hujjatda $t_{d(on)}$ ko'rinishida belgilanadi.

Ostonaviy U_{ZI} darajaga yetganda Miller effekt ishga tushadi. , b – rasmda 2 – soha bilan tasvirlanganidek kirish sig'imi keskin oshadi. Bu esa tranzistorni ochilish tezligini sekinlashtiradi. Sekinlashgan soha tranzistor to'liq ochilmaguncha davom etadi: Ochiq p-n-o'tish qarshiligi $R_{SI,ulan}$ qiymatiga yetmagunicha davom etadi. Tranzistorning ochilish vaqti davomida U_{SI} kuchlanish eng kichik qiymatgacha kamayishi kuzatiladi. Ochilish jarayoni texnik hujjatlarda o'sish vaqti (rise time) deb ataluvchi vaqtni egallaydi va u t_r ko'rinishida belgilanadi. Tranzistor to'liq ochilib bo'lganidan so'ng teskari bog'lanish uziladi

va kirish sig'imi yana U_{ZI} teng bo'ladi rasmda 3 soha. Natijada zatvorda generator U_g kuchlanishiga teng bo'lgan U_{ZI} kuchlanishi o'rnatiladi. Tranzistor «4» sohada statik to'yinish holatida bo'ladi.

Tranzistorning uzilish jarayoni teskari tartibda yuz beradi rasmdagi «5»,



2.5 – rasm. MOSFET tranzistorini kommutatsiya jarayonining vaqt diagrammasi

«6», «7» soha). Soha «5» da U_{ZI} kuchlanish ostonaviy sathgacha kamayishi yuz beradi. Bu jarayon $t_{uzil.ush}$ ($t_{d(off)}$) vaqti davomida yuz beradi va uni uzilishdagi ushlanish vaqti (turn off delay time) deb ataladi. Soha «6» da uzilish jarayonini sekinlashtiruvchi Miller effekt yana amal qilishni boshlaydi va stok istok kuchlanishi U_m teng bo'ladi. Bu jarayonga sarf qilinadigan vaqt tushush vaqti (fall time) deb ataladi va t_{tush} (t_f) ko'rinishida belgilanadi.

Ko'pgina texnik hujjatlarda ulanishda ushlanish vaqti, o'sish vaqti, tushish vaqti va uzilishda ushlanish vaqti alohida emas, balki yig'indi parametrlar qurinishida keltiriladi. Masalan t_{ulan} ulanish vaqti va t_{uzil} uzilish vaqti. MOSFET tranzistorlarning ayrim keng tarqalganlari uchun taqqoslash maqsadida vaqt parametrlari 1 - jadvalda keltirilgan. MOSFET tranzistorlarda kommutatsion jarayonlarning vaqti parazit sig'imning zaryadlanish va razryadlanish vaqti bilan bog'liq bo'lganligi uchun vaqt parametrlariga R_Z rezistor kattaligi sezilarli ta'sir

qiladi. Uning qarshiligi qanchalik katta bo'lsa, shunchalik kommutatsiyaga sarflanadigan vaqt katta bo'ladi. Shuning uchun ishlab chiqaruvchilar R_Z va U_Z larning qaysi qiymatlarida ma'lumot keltirilganini ko'rsatadilar.

1 – jadval. Ayrim MOSFET tranzistorlarining vaqt diagrammalari

Turi	$t_{ulan.ush}, ns$	$t_{o'sish}, ns$	$t_{uzil.ush}, ns$	t_{tush}, ns	t_{uzil}, ns	$t_{ulan.}, ns$
IRF740	10	35	24	22	45	46
IRFP250	16	86	70	62	102	132
IRF9510	10	27	15	17	37	32
2П912А	-	-	-	-	30	30
КТ922А	-	-	-	-	60	70

Shunday qilib, ulanish jarayoni natijasida stok toki impulsi boshqarish impulsiga nisbatan t_{ulan} vaqtga ushlansa, tranzistorning uzilishi esa t_{uzil} vaqtigacha cho'ziladi. Kommutatsiya vaqti bevosita yarimo'tkagich asboblardagi issiqlik yo'qotilishi kattaligi bilan bog'langandir. Tranzistor qanchalik tez uzib ulansa, undagi issiqlik yo'qotishi shunchalik kam bo'ladi va sovutuvchi radiator o'lchamlari kichik bo'ladi.

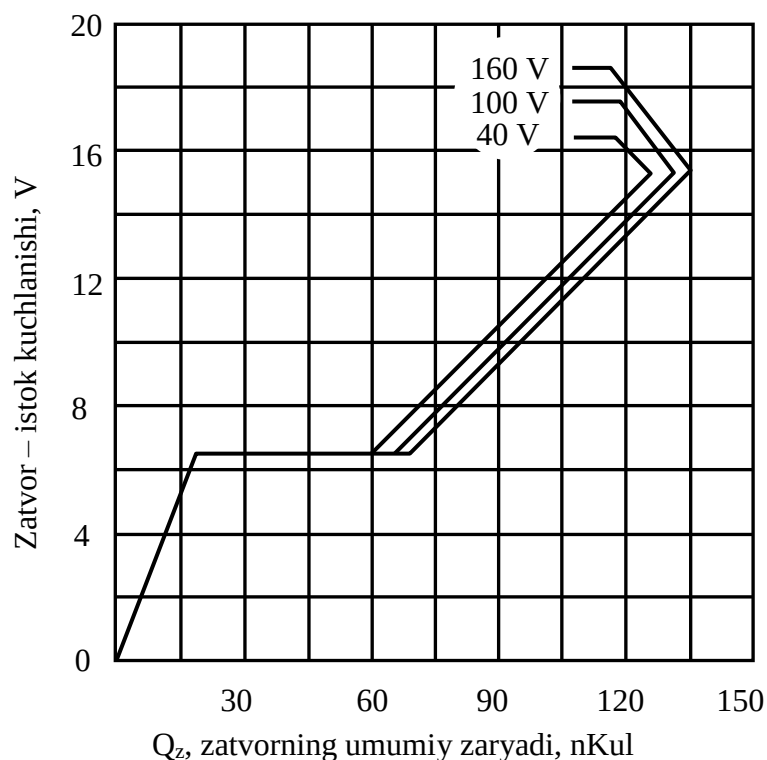
Maydonli tranzistorlarni ishlab chiqaruvchilar hisoblarda parazit sig'imlarning qiymatlaridan foydalanishni tavsiya qilmaydilar. Zatvor zaryadi deb nomlanuvchi integral tavsifga o'tish bilan bog'liq bo'lgan uzib ulanish vaqtini hisoblash yo'li mavjuddir.

Zatvor zaryad quyidagi formula orqali topiladi:

$$Q_Z = \int_0^{t_{uzil}} i_z(t) dt, \quad 5.3$$

bu yerda $i_z(t)$ – zatvor toki.

Yuqoridagi ifodaning fizik mohiyati nimada? Integrallash qisqa vaqt oralig'i davomidagi zatvordagi tok hosilasini jamlash zaruriyatiga olib keladi. Buning natijasida tranzistor ochilishi uchun tranzistor kirish sig'imiga berilishi kerak bo'lgan «elektr miqdori» ni olamiz. Tez ochilishi uchun katta zaryad tokini ta'minlash kerak bo'ladi, aks holda tranzistorning ochilish vaqti zaryad tokini kamayishi hisobiga cho'zilib kyetadi.



2.6 –rasm. IRFP250 misolida MOSFET tranzistori zatvor zaryadining egri chiziqlari

Zatvor zaryadining kattaligini bilgan holda MOSFET tranzistorning ulanish yoki uzilish vaqtini hisoblash mumkin. 56 – rasmda tasvirlangan parametrlar shartida bu kattalik

$$t_{ulan} \approx t_{uzil} = \frac{Q_z R_z}{U_z} \quad 5.4$$

ko‘rinishida aniqlanadi.

Tranzistor zatvor zaryadi kattaligi texnik hujjatlarda zatvorning umumiy zaryad deb nomlanuvchi qiymatlardan aniqlanadi. Element bazaning ishlab chiqaruvchilari zatvor zaryadiga ta’alluqli bo‘lgan egri chiziqlarni olishgan bo‘lib, ulardan iste’molchilar foydalanishi mumkin

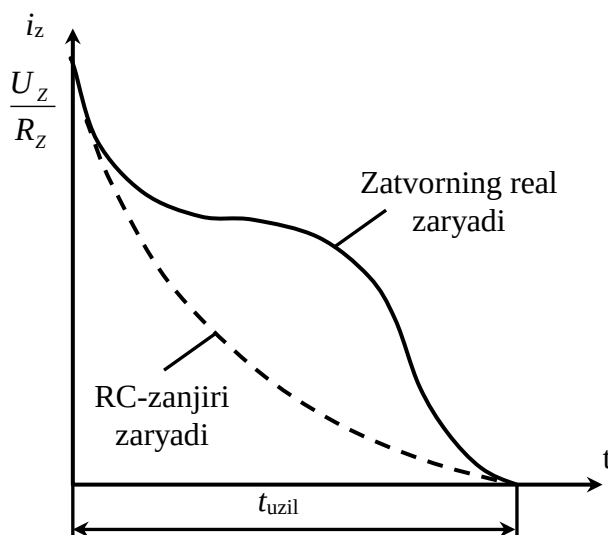
Kommutatsiya jarayonida MOSFET tranzistor zatvor t_z toki va standart RC zanjirdagi zaryad tokini o‘zgarishini yorituvchi tavsif 59 – rasmda keltirilgan.

Real sxemalarda zatvor zaryadini zatvor drayveri deb nomlanuvchi maxsus qurilma boshqaradi. Sxemalarni ishlab chiqishda har doim katta quvvatli tranzistorlarni boshqarishga sarf qilinadigan quvvatni aniqlash muhim hisoblanadi. Zatvor zaryadi kattaligidan foydalangan holda drayverning o‘rtacha quvvatini aniqlash mumkin:

$$P_{bosh} = Q_z U_z f, \quad 5.5$$

bu yerda f – kommutatsiya chastotasi.

Amaliyot mazkur quvvat sxemaning katta quvvatli qismi quvvatning 0,01% tashkil qilishini ko‘rsatmoqda.



2.7 – rasm. MOSFET zatvorining kirish sig‘imi va RC-zanjiri zaryadining tavsifi

Katta quvvatli texnikani ishlab chiqaruvchilari ko‘pincha qisqa tutashuv yoki elektr kontaktlarni buzilishi yuz beradigan avariya ishlar rejimi bilan to‘qnash kelishadi. Avariya rejimda tok va kuchlanishning keskin va boshqarib bo‘lmaydigan o‘zgarishi kuzatiladi. Natijada sxema ishdan chiqishi

mumkin. Shuning uchun sxemalarni shunday loyihalash kerakki, undagi katta quvvatli elementlar avariya rejimda xavfli holatlarga tushmasligi kerak. Zatvor rezistori qarshiligini haddan tashqari katta qarshiligini tanlash avariya rejimlarga olib keladigan sharoitlardan biridir.

Parazit C_{zs} va C_{zi} sig‘imlar kuchlanishning sig‘imli bo‘lgichini hosil qiladi. Zatvor rezistorining qarshiligi katta bo‘lsa, stok – istok kuchlanishining vaqt birligida o‘zgarishi katta bo‘lsa, u holda matematik o‘zgartirishlarni amalga oshirgan holda quyidagini olishimiz mumkin:

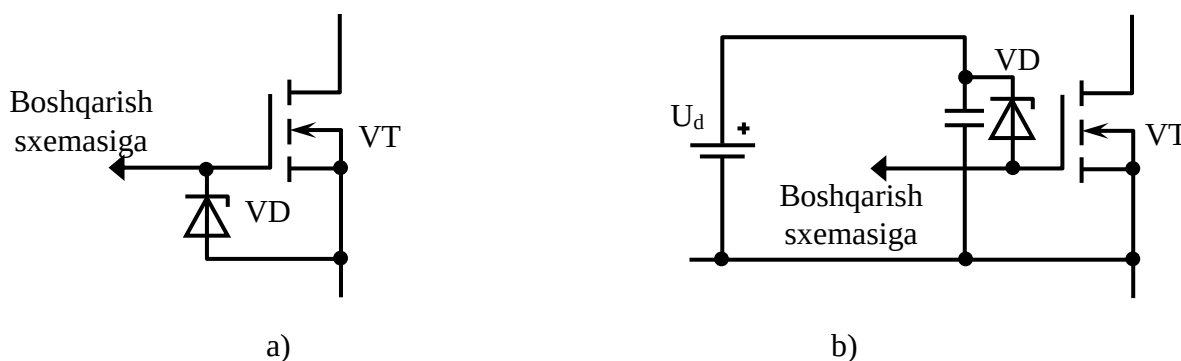
$$U_{zi} = \frac{C_{zs}}{C_{zs} + C_{zi}} \left[\frac{dU_{si}}{dt} \right] t_{kom} \quad 5.6$$

bu yerda dU_{si}/dt - vaqt birligida stok-istok kuchlanishining o‘zgarish tezligi; t_{kom} – kommutatsiya vaqti.

Stok – istok kuchlanishining keskin o‘zgarishi turli holatlarda yuz berishi mumkin. Masalan, katta quvvatli tranzistor katta quvvatli zanjirining ta‘minoti ulanganda bo‘lishi mumkin.

Tranzistorlar uchun ochilish vaqti haddan tashqari kichik bo'lishi qanchalik xavfli bo'lishini ko'rsatib o'tamiz. $C_{ZS}/C_{ZI}=1/4$, $dU_{SI}/dt=250$ V/mks, $t_{kom}=1$ mks nisbatlarni olsak, $U_{ZI}=50$ V tashkil qiladi. Bu esa ostonaviy kuchlanish sohasidan va zatvor kuchlanishning chegaraviy xavfsiz darajasidan kattadir. Natijada, tranzistor birinchidan, biz uni ochishni xohlamasak-da, mavjud kuchlanish sababli o'z o'zidan ochilib kyetishi mumkin. Ikkinchidan yuqori kuchlanish tomonidan zatvorning teshilishi tufayli u ishdan chiqishi mumkin [8-10].

O'z o'zidan ochilish effekti bilan kurashish bir qancha yo'llar bilan olib borilishi mumkin. Ulardan biri chiqish qarshiligi kichik bo'lgan maxsus drayverlardan foydalanishdir. Bundan tashqari R_Z ning qarshiligi juda kichik bo'lishi kerak. Shunda u dU_{SI}/dt ta'sirini kamaytirgan holda C_{ZI} sig'imini shuntlaydi. Ayrim hollarda parallel ulangan kondensator va rezistorlardan tashkil topgan sxemalardan foydalanishadi. Bu sxemalar stok va istok orasiga ulanadi.



2.8 – rasm. Zatvordagi kuchlanishni cheklash sxemalari

Maydonli tranzistor zatvorini himoya qilishning keyingi usuli yuzaga keluvchi tok ta'sirida o'z o'zidan ochilish effektini bartaraf qilishga emas, balki zatvorning butunligini saqlashga yo'naltirilgandir. Sxemotexnik yyechim yordamida tokning ko'chkisimon o'sish jarayonini to'xtatish va stok-istokning katta quvvatli zanjirini erib kyetishidan himoya qilish mumkin. Biroq, zatvorni ham potentsialli teshilishdan himoya qilish kerak bo'ladi. Himoya qilishning eng keng tarqalgan variantlari 2.8 – rasmda ko'rsatilgan. 2.8 – rasmdagi «a» variantni amalga oshirish onsondir. Buning stabilizatsiya kuchlanishi 18...22 V (zatvor uchun xavfsiz bo'lgan kuchlanish) bo'lgan VD stabilitron bo'lishi kerak. Avariya

holatlar yuzaga kelganda stabilitron kuchlanish ortib kyetishini yo'qotadi va tranzistor ishdan chiqmaydi.

Ikkinchi variant, yuzaga keluvchi tokdan faol himoya qilish deb ataladi. Bu yerda sig'imi katta bo'lgan C kondensator U_d o'zgaras tok manbasidan zaryadlangan (manba sifatida boshqarish drayverining ta'minot qurilmasidan foydalaniladi). C kondensator VT tranzistor zatvoriga teskari yo'nalishda siljigan VD diod orqali ulanadi. Zatvordagi kuchlanish U_d kattalikdan oshib ketganda VD diod ochiladi va kuchlanish o'zgaras bo'lganligi sababli yuzaga kelgan tok zatvorni teshmaydi.

2.1 Kanali induksiyalanadigan mdya tranzistorni hisoblash

I. TRANZISTOR ZANJIRI TAGIDAGI DIELEKTRIK VA KANAL UZUNLIGINI TANLASH:

a) zanjir tagidagi dielektrikni tanlash:

GaAs uchun dielektrik sifatida yuqori elektr mustahkamligiga ega bo'lganligi va sirt holatiga ko'ra ham uncha katta bo'lmagan mustahkamlik hosil qilganligi uchun Si_3N_4 tanlaymiz.

b) zatvor tagidagi dielektrik qalinligini aniqlash:

nuqsonli kuchlanishni kamaytirish va uzatish xarakteristikasi tikligini oshirish uchun zatvor tagidagi dielektrikni ingichkaroq qilish kerak. Mustahkamlik zahirasi hisobga olib quyidagi ifodaga ega bo'lamiz [10]:

$$\delta_o = 2 \cdot \frac{U_{zu \max}}{E_{npod}}$$

$$U_{zu \max} = 40 \text{ V}, E_{npod} = 5 \cdot 10^6 \frac{\text{B}}{\text{cm}} \Rightarrow \delta_o = 2 \cdot \frac{40}{0,5} = 160 \text{ nm}$$

v) kanal uzunligini tanlash:

Uzun kanalli tranzistorning minimal uzunligini aniqlash uchun quyidagi nisbatdan aniqlash mumkin:

$$l_{\min} = k \left[x_{p-n} \delta_o (d_u + d_c)^2 \right]^{1/3},$$

bu yerda x_{p-n} - istok va stokning p-n-o'tishi joylashishi chuqurligi, δ_o - zanjir ostidagi dielektrik qatlami qalinligi, d_u va d_c - istok va stokning p-n-o'tishi qalinligi, k - koeffitsiyent ($k=8,62 \text{ mkm}^{-1/3}$). Istok va stokning p-n-o'tishi qalinligini p-n-o'tishining aniq simmetrik bo'lmagan yaqinlashuvida hisoblaymiz:

$$d_c = \sqrt{\frac{2\varepsilon_0\varepsilon_n(U_{cu} + \varphi_{kon} + U_{nu})}{eN}},$$

bu yerda $U_{cu} = U_{cu \max} = 20 \text{ V}$, $\varepsilon_n = 10,9$, $U_{nu} = 0$,

$$\varphi_{kon} = \frac{kT}{e} \ln \frac{N_A N_D}{n_i^2} = \frac{0,86 \cdot 293}{10^4} \ln \left(\frac{10^{16} \cdot 10^{17}}{10^7} \right) = 1,102 \text{ V}$$

$$d_c = \sqrt{\frac{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-14} \cdot 10,9 \cdot (20 + 1,102)}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{16}}} = 1,6 \text{ mkm}$$

$$d_u = \sqrt{\frac{2\varepsilon_0\varepsilon_n(\varphi_{\text{KOH}} + U_{nu})}{eN}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-14} \cdot 10,9 \cdot 1,102}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{16}}} = 0,36 \text{ mkm}$$

$$l_{\min} = 8,62 \left[0,2 \cdot 0,16 \cdot (0,36 + 1,6)^2 \right]^{1/3} = 4,29 \text{ mkm}$$

Hisoblash natijalarini jadvalda keltiramiz:

δ_θ ,	n_i ,	N_A ,	N_D ,	φ_{KOH} ,	d_c ,	d_u ,	x_{p-n} ,	$l_{\min}$,
mkm	sm ⁻³	sm ⁻³	sm ⁻³	V	mkm	mkm	mkm	mkm
0,16	10 ⁷	10 ¹⁶	10 ¹⁷	1,102	1,6	0,36	0,2	4,29

Ushbu konsentrasiya shuning uchun tanlanganki, yarim o'tkazgich buzilishi uchun $N_A \leq 10^{16} \text{ sm}^{-3}$ i $N_D \geq 10^{17} \text{ sm}^{-3}$ sharti bajarilishi kerak. boshqa tomondan esa N_A kamayganda yoki N_D ortganda kanal uzunligi birdaniga ortadi (5 mkm dan ortiq). Shuning uchun konsentrasiyaning shunday qiymati tanlangan. O'tish chuqurligi ushbu mulohazadan kelib chiqib tanlangan.

II. Taglik solishtirma qarshiligini tanlash.

Yarim o'tkazgichning solishtirma qarshiligi uning aralashmalarida qkeltirilgan konsentrasiya bilan aniqlanadi. Bizning ishimizda $N_A = 10^{16} \text{ sm}^{-3} \Rightarrow \rho = 150 \text{ Om} \cdot \text{sm}$. Taglik solishtirma qarshiligi MDP-tranzistorning qator muhim parametrlari(stok va istok orsidagi yuqori kuchlanish va bo'sag'aviy kuchlanish)ni aniqlaydi.

Kiruvchi va chiquvchi oqimning maksimal bo'lgan kuchlanishi minimal kuchlanish bilan aniqlanadi, ya'ni kiruvchi oqimning o'tishdagi kuchlanishining o'tish kuchlanishi orqali yoki o'tishdagi kirish va chiqish oqimidagi hajmiy zaryadlarning qo'shilish kuchlanishi orqali aniqlanadi.

A) kiruvchi va chiquvchi oqimlarning o'tishdagi birlashishdagi kuchlanishi :
Bir jinsli legirlangan qoliplardagi kiruvchi va chiquvchi oqimlarning o'tishdagi birlashish kuchlanishi quyidagi nisbat bilan:

$$U_{cucm} \approx \frac{eNl^2}{2\varepsilon_0\varepsilon_n},$$

bu yerda l - kanal uzunligi bo'lib, minimal uzunlikka tengdir

Hisoblash misoli:

$$U_{cucm} \approx \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{16} \cdot (4,29 \cdot 10^{-4})^2}{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-14} \cdot 10,9} = 152,3$$

$N = 10^{16} \text{ sm}^{-3}$ bo'lganida

Hisoblash natijalarini jadvalda keltiramiz:

$N, \text{ sm}^{-3}$	10^{14}	10^{15}	10^{16}	10^{17}
$U_{cm}, \text{ V}$	32,3	70,1	152,3	330,8

b) p-n-o'tishdagi chiquvchi oqimning teshish kuchlanishi:

p-n-o'tishdagi chiquvchi oqimning teshish xususiyati ko'chki xarakterli bo'lib, empirik nisbat bilan aniqlanadi:

$$U_{npob} = 60 \left(\frac{\Delta\vartheta}{1,1} \right)^{3/2} \left(\frac{N}{10^{16}} \right)^{-3/4} = 60 \left(\frac{1,43}{1,1} \right)^{3/2} \left(\frac{10^{16}}{10^{16}} \right)^{-3/4} = 88,9 \text{ V}$$

Undagi kuchlanish p-n-o'tishdagi birlashish kuchlanishidan bir necha marta kattaroqdir.

Agar grafikdagi egri uchastkalarining silindrik, burchaklarni esa sferik deb olsak teshuvchi kuchlanishning qiymatini to'g'rilash mumkin

$$U_{npob.u} = U_{npob} \frac{r}{d} \left(\sqrt{2 \frac{d}{r} + 1} - 1 \right)$$

$$U_{npob.c} = U_{npob} \frac{r}{d} \left(\sqrt[3]{3 \frac{d}{r} + 1} - 1 \right)$$

Hisoblash natijalarini jadvalga kiritamiz:

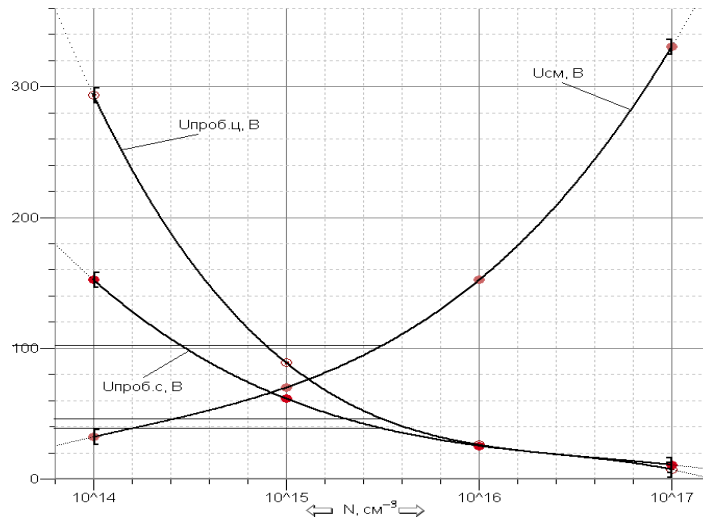
$N, \text{ sm}^{-3}$	10^{14}	10^{15}	10^{16}	10^{17}
$U_{npob.u}, \text{ V}$	293,4	88,9	26,1	7,2
$U_{npob.c}, \text{ V}$	152,2	61,4	25,3	10,8

Hisoblash misoli:

$N = 10^{16} \text{ sm}^{-3}$ bo'lganida

$$U_{npob.u} = 88,9 \cdot \frac{0,2}{3,29} \cdot \left(\sqrt{2 \frac{3,29}{0,2} + 1} - 1 \right) = 26,1 \text{ V}$$

$$U_{npob.c} = 88,9 \cdot \frac{0,2}{3,29} \cdot \left(\sqrt[3]{3 \frac{3,29}{0,2} + 1} - 1 \right) = 25,3 \text{ V}$$



2–rasm. Aralashmalar konsentrasiyasining kiruvchi oqimdagi maksimal kuchlanish bog'liqligi.

Avval aniqlangan $N_A = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ aralashmalar konsentrasiyasidan kelib chiqib,

olingan kuchlanishlarning eng kam qiymati $U_{npob} = U_{npob.c} = 25,3 \text{ V}$,

($U_{cu \max} = 20 \text{ V}$) masali shartini qoniqtirishini bilamiz.

III. Bo'sag'aviy kuchlanish hisob-kitobi.

Induksion kanalli MDP tranzistorining bo'sag'aviy kuchlanishi kiruvchi oqimga nisbatan zanjirdagi kuchlanish bo'lib, bunda, ya'ni kanalda yetarli tok oqimining paydo bo'lishi va kuchli inversiya paydo bo'lishining shartlari bajarilib, yarim o'tkazdigi asosiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarining yuza konsentrasiyasi zanjir ostida aralashmalar konsentrasiyasiga tenglashadi. Qachonki taglik qisqartirilsa, undagi bo'sag'a kuchlanishi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$U_{3unop} = -\frac{Q_{s\phi}}{C_o} + \frac{Q_{o\phi}}{C_o} + 2\varphi_F + \varphi_{MI}$$

$Q_{s\phi}$ - dielektrikdagi sirt zaryadlarining solishtirma effektivligi, $Q_{o\phi}$ - taglikning birlashgan qismidagi ionlashgan aralashmalardagi solishtirma zaryad, $C_o = \varepsilon_0 \varepsilon_d / \delta_d$ - zanjir osti birlik maydonidagi dielektrik qatlamining solishtirma

sig'imi, φ_{MII} - taglik hamda zanjir elektrodi orasidagi kontaktli potentsiallar ayirmasi, $\varphi_F = \pm \frac{kT}{q} \ln \frac{N}{n_i}$ - taglikdagi Fermi darajasiga mos keluvchi va ta'qiqlangan zona o'rtasidan hisoblanuvchi potentsial.

Ionlashgan aralashmalarning zaryadi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{o\phi} = qNd_{\max} = \pm \sqrt{4\varepsilon_0\varepsilon_{II}qN\varphi_F},$$

bu yerda $d_{\max} - U_{3u} = U_{3unop}$ dagi inversiya qatlamining birlashgan joydagi qalinligi.

Taglik va zanjir elektrodi orasidagi kontakt potentsiallari farqi quyidagi nisbat bilan aniqlanadi:

$$q\varphi_{MII} = A_M - A_{II} = A_M - \left(q\chi + \frac{\Delta\mathfrak{D}}{2} + q\varphi_F \right).$$

Hisoblash misoli:

$$\varphi_F = \frac{kT}{q} \ln \frac{N}{n_i} = \frac{0,86 \cdot 293}{10^4} \ln \frac{10^{16}}{10^7} = 0,52 \text{ V} - \text{dlya } N = 10^{16} \text{ sm}^{-3}$$

$$Q_{o\phi} = \sqrt{4 \cdot 8,85 \cdot 10^{-14} \cdot 10,9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{16} \cdot 0,52} = 5,68 \cdot 10^{-8} \text{ Kl/sm}^2$$

$$\varphi_{MII} = 5,3 - \left(4,07 + \frac{1,43}{2} + 0,52 \right) = -0,0072 \text{ V}$$

$$U_{3unop} = -\frac{0,5 \cdot 10^{-8}}{5 \cdot 10^{-8}} + \frac{5,68 \cdot 10^{-8}}{5 \cdot 10^{-8}} + 2 \cdot 0,52 - 0,0072 = 2,08 \text{ V}$$

Elektrod metali sifatida elektronlar chiqishida katta ishga ega bo'lganligi sababli bo'sag'aviy kuchlanishni oshirganligi uchun platina (Pt) tanlanadi.

Hisoblash natijalarini jadvalda keltiramiz:

$N, \text{ sm}^{-3}$	$U_{3unop}, \text{ V}$	$Q_{s\phi}, \text{ sm}^{-3}$	$U_{3unop}, \text{ V}$	Metall elektrodov	$A_M, \text{ eV}$	$U_{3unop}, \text{ V}$
10^{11}	0,65	$0,5 \cdot 10^{-8}$	2,08	Al	4,1	0,88
10^{12}	0,71	$0,6 \cdot 10^{-8}$	2,06	Ni	4,5	1,28
10^{13}	0,79	$0,7 \cdot 10^{-8}$	2,04	Cu	4,4	1,18
10^{14}	0,92	$0,8 \cdot 10^{-8}$	2,02	Ag	4,3	1,08
10^{15}	1,22	$0,9 \cdot 10^{-8}$	2,00	Au	4,7	1,48
10^{16}	2,08	10^{-8}	1,98	Pt	5,3	2,08

Hisob-kitoblar natijasida $N = 10^{16} \text{ sm}^{-3}$ dagi $U_{3unop} = 2,08 \text{ V}$ qiymatning yuqori qiymat olindi. $U_{3unop} = 4 \text{ V}$ ni olish uchun bo'sag'aviy kuchlanishni

oshirishga imkon beradigan yangi texnologik jarayonni kiritish, aynan $Q = 9,6 \cdot 10^{-8} \text{ Kl/sm}^2$ zaryad bilan akseptor aralashmaning manfiy ionlari qatlami sirtining implantasiyasi talab qilinadi.

Yakunida quyidagi parametrlarni olamiz:

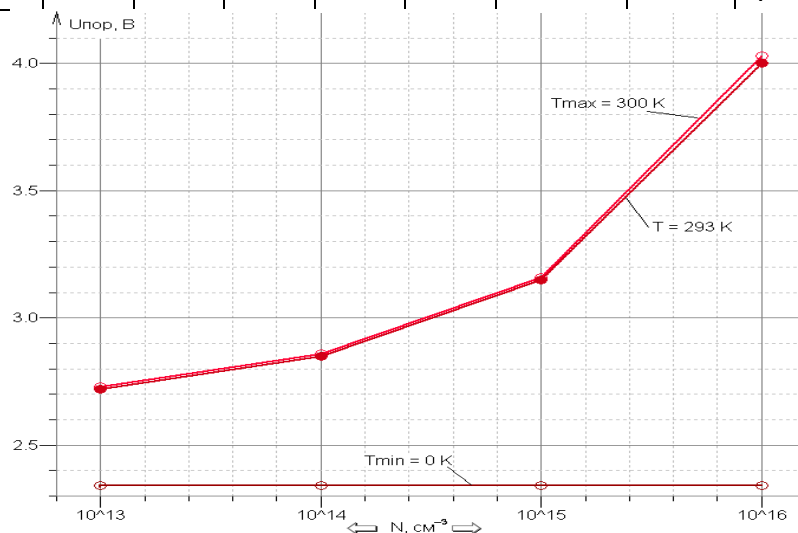
n_i, sm^{-3}	N_A, sm^{-3}	$\Delta\mathcal{E}, \text{eV}$	δ_o, mkm	$C_o, \text{F/sm}^2$	T, K	φ_F, V
10^7	10^{16}	1,43	0,16	$5 \cdot 10^{-8}$	0	0,52

$q\chi, \text{eV}$	A_{II}, eV	A_M, eV	φ_{MII}, V	$Q_{o\delta}, \text{Kl/sm}^2$	$Q, \text{Kl/sm}^2$	U_{3Unop}, V
4,07	5,307	5,3	-0,0072	$5,68 \cdot 10^{-8}$	$9,6 \cdot 10^{-8}$	4

Bo'sag'aviy kuchlanishning harorat bog'liqligi:

$$T_{\min} = 0 \text{ K } T_0 = 293 \text{ K } T_{\max} = 300 \text{ K}$$

N, sm^{-3}	φ_F, V			$Q_{o\delta}, 10^{-8} \text{ Kl/sm}^2$			φ_{MII}, V			U_{3Unop}, V		
	$T_{\min}$	T_0	$T_{\max}$	$T_{\min}$	T_0	$T_{\max}$	$T_{\min}$	T_0	$T_{\max}$	$T_{\min}$	T_0	$T_{\max}$
10^{13}	0	0,35	0,36	0	0,15	0,15	0,52	0,17	0,16	2,34	2,72	2,73
10^{14}	0	0,41	0,42	0	0,50	0,51	0,52	0,11	0,099	2,34	2,85	2,86
10^{15}	0	0,46	0,48	0	1,69	1,71	0,52	0,051	0,04	2,34	3,15	3,16
10^{16}	0	0,52	0,53	0	5,68	5,75	0,52	-0,0072	-0,02	2,34	4,00	4,03



3- rasm. Bo'sag'aviy kuchlanishning harorat bog'liqligi.

Keltirilgan hisob-kitoblardan ko'rinib turibdiki, bo'sag'aviy kuchlanishning talab qilingan kattaligi ta'minlangani uchun konsentrasiyalar aralashmasi, hamda kiritilgan ionlar miqdori to'g'ri tanlangan. (4 V).

IV. Kanal kengligini aniqlash. birinchi yaqinlashuvdagi kanal kengligini ushbu nisbatdan aniqlash mumkin:

$$b \approx \frac{l S^2 \left(1 + \frac{|Q_{o\delta}|}{4|\varphi_F|C_\delta} \right)^2}{2\mu_0 C_\delta I_c},$$

bu yerda S - uzatish xarakteristikasi tikligi, I_c - S ning berilgan toki, μ_0 - kuchsiz elektr maydonidagi kanalning zaryad tashuvchilari harakati.

Hisoblash misoli:

$$b \approx \frac{4,29 \cdot 1,2^2 \left(1 + \frac{5,68 \cdot 10^{-8}}{4 \cdot 0,52 \cdot 5 \cdot 10^{-8}} \right)^2}{2 \cdot 700 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-8} \cdot 40} = 9,41 \text{ mkm}$$

Hisoblash natijalarini jadvalda keltiramiz:

l , mkm	S , mA/V	$Q_{o\delta}$, Kl/sm ²	φ_F , V	C_δ , F/sm ²	μ_0 , sm ² /(V·s)	I_c , mA	b , mkm
4,29	1,2	$5,68 \cdot 10^{-8}$	0,52	$5 \cdot 10^{-8}$	700	40	9,41

Shunday qilib kanalning kengligi kattalik jihatidan ($b/l < 100$) kanal uzunligi bilan teng bo'lib, unda tranzistor topologiyasining kiruvchi va chiquvchi oqimlar hamda zanjir chiziqli konfiguratsiyasi bilan bog'liq.

V. MDP-tranzistori chiqish statik xarakteristikalarini hisoblash:

Ushbu xarakteristika zanjirdagi doimiy kuchlanish vaqtidagi quyilish tokining quyilish kuchlanishi bilan bog'liqdir:

$$I_c = \frac{\mu_0}{1 + \frac{U_{cu}}{E_{kp} l}} \cdot \frac{b}{l} \left\{ \left[C_\delta (U_{zu} - U_{zurop}) + Q_{o\delta} \right] U_{cu} - C_\delta \frac{U_{cu}^2}{2} - \frac{4}{3} Q_{o\delta} \varphi_F \left[\left(1 + \frac{U_{cu}}{2\varphi_F} \right)^{3/2} - 1 \right] \right\},$$

bu yerda E_{kp} -kanaldagi elektr maydonining ko'ndalang hosil bo'luvchi kritik kuchlanishi.

$$U_{cu_{nac}} \approx \frac{U_{zu} - U_{zurop}}{1 + \frac{|Q_{o\delta}|}{4C_\delta |\varphi_F|}}$$

Volt-amper xarakteristikasining tekis qismida , ya'ni $U_{cu} > U_{cu\text{нас}}$ da quyidagi approksimasiyadan foydalanamiz:

$$I_c = \frac{I_{\text{нас}0}}{1 - \frac{l_{omc}}{l}},$$

bunda $I_{\text{нас}0} - U_{cu} = U_{cu\text{нас}}$ dagi quyiluvchi tok oqimi, l_{omc} - quyiluvchi tok oqimi yaqinidagi kanalning berk qismi uzunligi.

l_{omc} hisob-kitobini ushbu formula bo'yicha ishlab chiqamiz:

$$\frac{1}{l_{omc}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{2\varepsilon_0\varepsilon_n}{qN}(U_{cu} - U_{nl.3})}} + \frac{\varepsilon_\delta}{\varepsilon_n\delta_\delta(U_{cu} - U_{cu\text{нас}})} \left[\alpha(U_{cu} - U_{zu} - U_{nl.3}) + \beta(U_{zu} - U_{cu\text{нас}} + U_{nl.3}) \right]$$

bu yerda $\alpha = 0,2$ i $\beta = 0,6$ - to'g'rilash parametrlari.

Hisoblash misoli:

$$U_{nl.3} = -\frac{Q_{s\phi}}{C_\delta} + \varphi_{MPI} = -\frac{0,5 \cdot 10^{-8}}{5 \cdot 10^{-8}} - 0,0072 = -0,108 \text{ V}$$

$$U_{cu\text{нас}} \approx \frac{20 - 4}{1 + \frac{5,68 \cdot 10^{-8}}{4 \cdot 5 \cdot 10^8 \cdot 0,52}} = 10,35 \text{ V}$$

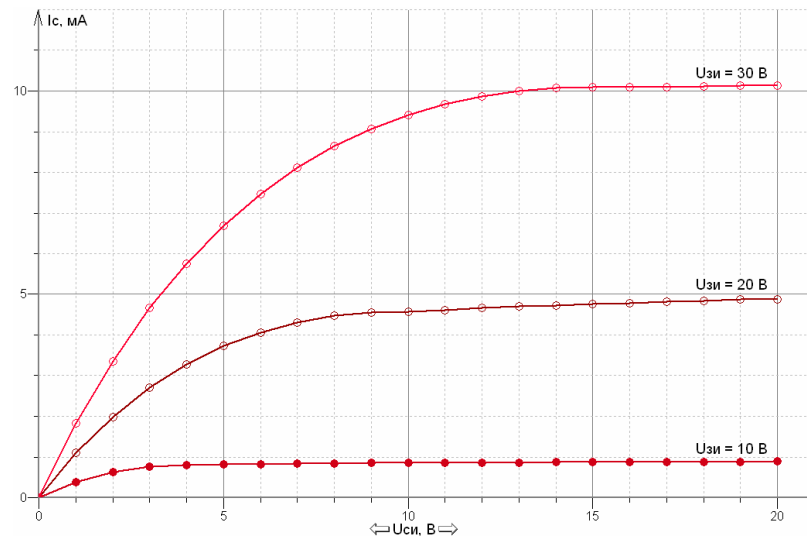
$$l_{omc} = \left(\frac{1}{\sqrt{\frac{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-14} \cdot 10,9}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{16}}(12 + 0,108)}} + \frac{9}{10,9 \cdot 0,16} \cdot \frac{10^4}{(12 - 10,35)} [0,2 \cdot (12 - 20 + 0,108) + 0,6 \cdot (20 - 10,35 - 0,108)] \right)^{-1} \cdot 10^4 = 0,073 \text{ mkm}$$

$$I_c = \frac{4,58}{1 - \frac{0,073}{4,29}} = 4,66 \text{ mA}$$

Hisoblash natijalarini jadvalda keltiramiz:

$U_{nl.3}, \text{ V}$	$U_{zu}, \text{ V}$	$U_{cu\text{нас}}, \text{ V}$	$U_{zu\text{пор}}, \text{ V}$	$I_{\text{нас}0}, \text{ mA}$	$E_{kp}, \text{ V/sm}$
-0,108	20	10,35	4	4,58	40000

U_{cu}, V	0	1	2	3	4	5	6	7
I_{omc}, mkm	----	----	----	----	----	----	----	----
I_c, mA	0	1,11	1,99	2,71	3,28	3,73	4,06	4,31
U_{cu}, V	8	9	10	11	12	13	14	15
I_{omc}, mkm	----	----	----	0,031	0,073	0,108	0,139	0,166
I_c, mA	4,47	4,56	4,58	4,61	4,66	4,7	4,73	4,76



4 -rasm. Tranzistorning statik chiqish tavsifi.

Ushbu grafikda qurilgan bog'liqlik istok bilan stok orasida kuchlanish oshishidagi chiqish tokining ko'payishi amaliy qonunin yetarli darajada aniq tavsiflaydi. Tokning ko'payishi $U_{cu_{nac}} = 10,4 V$ ($U_{zu} = 20 V$) gacha bo'lib o'tadi, undan so'ng to'yinish boshlanadi, bunda stok toki kanaldan o'tganligi uchun stokdagi kuchlanishga kuchsiz bog'liq bo'ladi.

VI. Uzatish xarakteristikasi tikligi hisob –kitobi [11-12]:

Agar stokda to'yinganlik kuchlanishi kam bo'lsa, u holda tiklik quyidagi nisbat bilan aniqlanadi :

$$S = \frac{dI}{dU_{zu}} \bigg|_{U_{cu} = const} = \frac{b}{l} \mu_0 C_\phi U_{cu}$$

$U_{cu} > U_{cu_{nac}}$ dagi uzatish xarakteristikasi tikligi hisob-kitobini ushbu formula bo'yicha ishlab chiqamiz:

$$S \approx \frac{b}{l} \mu_0 C_o U_{cиnac}$$

Hisoblash misoli:

$$S = \left. \frac{dI}{dU_{3u}} \right|_{U_{cu}=const} = \frac{9,41}{4,29} \cdot 700 \cdot 5 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^3 = 0,15 \text{ mA/V}$$

$$U_{3u} = 10 \text{ V}$$

Hisoblash natijalarini jadvalda keltiramiz: $U_{3u} = 10 \text{ V}$

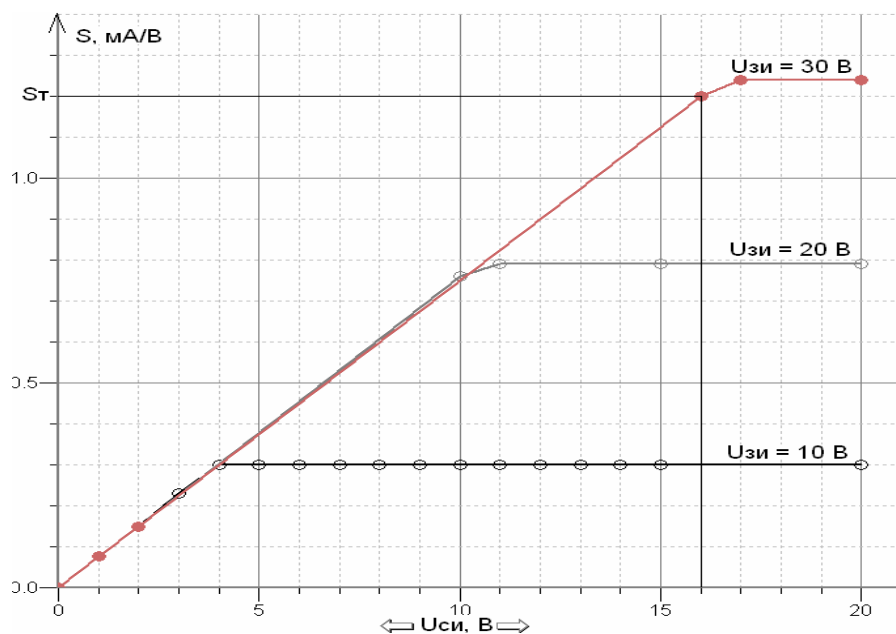
$U_{cu}, \text{ V}$	0	1	2	3	4 20
$S, \text{ mA/V}$	0	0,076	0,15	0,23	0,3

$$U_{3u} = 20 \text{ V}$$

$U_{cu}, \text{ V}$	0	1	2	10	11 20
$S, \text{ mA/V}$	0	0,076	0,15	0,76	0,79

$$U_{3u} = 30 \text{ V}$$

$U_{cu}, \text{ V}$	0	1	2	16	17 20
$S, \text{ mA/V}$	0	0,076	0,15	1,2	1,24



5 -rasm. Tranzistor uzatishi tavsifi tikligi.

Grafik va hisob-kitoblardan ko'rinib turibdiki, kanal kengligi (grafikda $S_T = 1$, mA/V belgilangan) ni hisoblash uchun tanlangan uzatish tavsifi tikligi $U_{su} = 30$ V i $U_{cu} = 16$ V da ta'minlanadi.

2.2 JavaScript yordamida dasturlar yozish

Birinchi bor JavaScript 1995 chi yil o'rtaga chiqdi. JavaScript 1995 yili ishlatilishi boshladi, ammo 1998 yilga kelib keng qullanishga kirdi. Uning chiqishini asos sabablaridan biri bu Client tomonidan bo'ladigan kiritishlarni tekshirish uchun, yani server tomonida qilinadigan ishlarni bir qismini olib tashlash uchun.

Lekin shuncha vaqt o'tgandan so'ng javascript web development'ning eng asoslaridan biri bo'lib qoldi. Microsoft kompanyasi ham o'zining scripting language yani Vbscriptni chiqardi ammo lekin uni keng qo'llab bo'lmas edi, sababi Internet Explorer'dan boshqa hech qaysi Web Browser uni ishlata olmasdi.

Keyin esa Microsoft ham Internet Explorer ichiga JavaScript'ni qo'shdi. Hozirgi kunga kelib hamma Web Browserlar JavaScriptni ishlata oladi. JavaScript bu "Client side programming" yani kimki sahifangizni ochsa shu odamning tomonida ishlaydi. PHP, Perl, CGI, JSP lar kabi serverda ishlamaydi.

JavaScriptda siz DHTML yani Dynamic HTML sahifalari yoza olasiz. Bu degani sizning qandaydir harakatingizga qarab ish qilishi, va boshqalardir.

JavaScript'ning asosi uch qismdir bular:

1. ECMAScript
2. The Document Object Model (DOM)
3. The Browser Object Model (BOM)

ECMAScript: Bu JavaScriptning asosi, yani programmalshidir, bu hech qanday browser'ga bog'liq bo'lmagan, hech qanday server ga bog'liq bo'lmagan qismidir. Buning ichida buyruqlar, script yozish usullari, o'zgaruvchan/o'zgarmaslar, operatorlar, kalit so'zlar dir (syntax, types, keywords, operators, statements).

DOM(The Document Object Model): API (Appilcation programming interface) for HTML and XML, yani programmalar yaratish ko'rinishidir. Agar boshqa tillarda misol uchun Java yoki Delphi, Visual Basic'da programmalar yozgan bo'lsangiz unda ular OOP Object Oriented Programming edi, ularda asos

va uning ichida elementlari bor edi, bu yerda ham huddi shunday tarifdir. Misolga qarang:

```
<html>
```

```
<head>
```

```
<title>Sample Site</title>
```

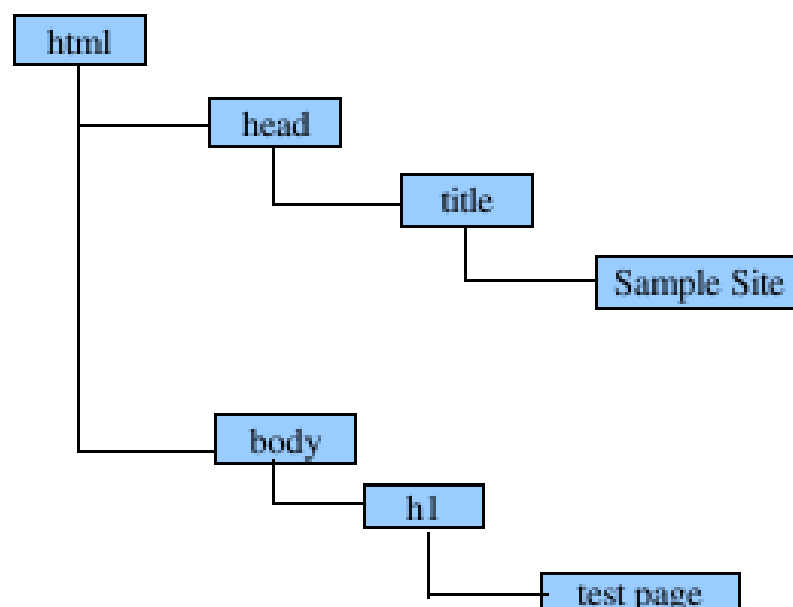
```
</head>
```

```
<body>
```

```
<h1> Test Page </h1>
```

```
</body>
```

```
</html>
```



Mana yuqoridagi misoldan ko'rganingizdek bu yerda document'imizni obyektlarini ich ichida bo'lganligini chizib ko'rsatdik bu esa DOM'dir. <html> ningi ichida <head> uni ichida <title> va hkz.

BOM (Browser Object Model) Bu web browser bilan aloqali ishlardir. Yani bularga statusbar'ning tekstini o'zgartirish, toolbarni o'zgartirish va hkz, faqatgina browser bilan aloqali bo'lib web sahifaning o'ziga aloqali emasdir.

Bular:

1. Yangi browser ochish
2. Browserni yurgizish, katta kichik qilish, yopish
3. Cookie qulanishi

4. Ekran kattaligi

5. Toolbar, Navigator lar

Bular hammasi BOM o'z ichiga oladi.

ECMAScript

Kim oldin Java, Perl kabi programmalash tillarida yozgan bo'lsa unda javascript ham unga oson va komandalarni tanishligini ko'radi. Yozish:

Hamma yozuvlar case-sensitive (harflarni katta kichikligiga bog'liq): Harflarni katta yoki kichikligi ahamiyati kattadir. Masalan "test" "Test" bilan bir hil emas, ular har hil deb qabul qilinadi.

HTML ko'dining ichida script yozish uchun siz

```
<script language="JavaScript">  
</script>
```

kabi qo'shimcha yozishingiz kerak bu ikta tagning ichiga siz javascript programmangizni yozasiz.

Variables (O'zgaruvhchanlar)

O'zgaruvchanlar var komandasi bilan belgilab beriladi.

```
var test = "Salom";
```

yoki

```
var test = "Salom", raqam = 1;
```

O'zgaruvchanlar ham tekst, ham raqam ola oladi. Yani:

```
var test = "Salom;
```

```
alert(test); // bu yerda oynamizga Salom chiqadi
```

```
test = 25;
```

```
alert(test); // bu yerda esa 25 soni oynamizga chiqadi.
```

O'zgaruvchanlarni tanitayotganingizda bosh harfni siz "_" "\$" va harflardan foydalanishingiz mumkin.

```
var $i = "test";
```

```
var _i = "test";
```

O'zgaruvchanlarni nomida quyidagi so'zlarni ishlatib bo'lmaydi. Bular funktsiyalar nomidir:

break	else	new	var
case	finally	return	void
catch	for	switch	while
continue	function	this	with
default	if	throw	
delete	in	try	
do	instanceof	typeof	

Agarda siz bu nomlardan birini ishlatsangiz unda sizda hato chiqadi.

Yana bular bilan bir qatorda JavaScript tili o'ziga saqlab qo'ygan so'zlar bor, ularni ishlatsangiz hato chiqmaydi ammo, qilayotgan ishingiz ham ishlamaydi.

abstract	enum	int	short
boolean	export	interface	static
byte	extends	long	super
char	final	native	synchronized
class	float	package	throws
const	goto	private	transient
debugger	implements	protected	volatile
double	import	public	

toString() operatori

Har bir number, string, Boolean toString() operatori bor. Yani agarda sizda raqam bo'lsa unda siz uni tekstga o'girishingiz mumkindir, yoki huddi shunday Boolean ni ham.

Misol:

```
var check = true;
var num1 = 234;
alert (check.toString());
alert (num1.toString());
```

Shunda oynangizda "true" va "234" chiqadi.

parseInt(), parseFloat()

Bu operatorlar ma'lumotni number'ga yani raqamga o'giradi.

Misol:

```
var numer = parseInt( "12354abs"); //numer=12354 sonini oladi.
var numer2 = parseInt ( "22.3"); //numer2=22 bo'ladi.
```

Yana agarda siz `parseInt(".", n)` n o'rniga siz 2/8/10/16 raqamini qo'yishingiz mumkindir shunda "..." ichidagi son yoki ikkilik sanoq sisteamsida yoki sakizlik va hkz. da qaytib keladi.

Misol:

```
var numer = parseInt("D", 16); //shunda numer=13
```

```
var numer2 = parseInt("10", 8); //shunda numer2=8
```

Bu yerda shuni aytib o'tish kerakki biz ikkinchi son bilan qanday sanoq sistemasida son berayotganimizni ko'rsatamiz.

`parseFloat()` aynan yuqoridagi operator kabi farqi shundaki nuqtali yani qoldikli sonlar uchundir.

Misol:

```
var numer = parseFloat("12.3"); //shunad numer=12.3 bo'ladi
```

```
var numer1 = parseInt("12.3"); //numer1=12 bo'ladi
```

mana farqini ko'rib oldingiz.

Regular Expression (Shablonlar). Shablonlar sizga qandaydir o'zgaruvchan ichidan yoki katta bir tekstdan kerakli narsani qidirish uchun juda ham kerakli narsadir. Misol uchun email ni to'g'ri yozilgan yoki yozilmaganini tekshirish uchun, yoki shu kabilarni.

Regular Expression (Shablon) yaratish uchun siz `RegExp` operatoridan foydalanasiz.

Misol:

```
var reg_exp = new RegExp(["pattern", ["g" | "i" | "gi"]]);
```

bu yerda biz pattern yeriga kerakli qidirish shablonini kirgizamiz.

g - bu shablon global hisoblanishini beramiz

i – Katta va kichik harflarda yozilishi farqsizligini beramiz.

Funktsiyalar

If else. Qiymatlarni solishtirish va agar to'g'ri bo'lsa unda qandaydir ishni bajararadi, agar noto'g'ri bo'lsa boshqa ishni.

Yani: agar (solishtirish) to'g'ri bo'lsa bo'lmasam noto'g'ri bo'lsa, if (condition) statement1 else statement2

Keling musolda ko'raylik.

Misol:

```
<script language="JavaScript" type="text/JavaScript">
var myNum = 8;
if (myNum > 10)
alert("Sonimiz 10 dan katta.");
else {
alert("Sonimiz 10 dan kichik.");
}
</script>
```

Bu yerda sonimiz solishtirildi agar 10 dan katta bo'lsa Sonimiz 10 dan katta deb yozadi agar kichik bo'lsa, unda Sonimiz 10 dan kichik deb yozadi. Siz > belgidan keyin = belgisini qo'sangiz unda 10dan katta va 10 ga teng bo'lsa ishlaydi.

Yoki siz bir qancha solishtirish ishlatishingiz mumkin. Bunig uchun siz else if qo'shimchasini ishlatasiz

if (condition1) statement1 else if (condition2) statement2 else statement3

Misol:

```
<script language="JavaScript" type="text/JavaScript">
var myNum = 10;
if (myNum > 10) {
alert("Sonimiz 10 dan katta.");
}
else if (myNum = 10) {
alert("Sonimiz 10ga teng.");
}
else {
alert("Sonimiz 10 dan kichik.");
}
</script>
```

Shunda oynamizda



chiqadi.

do-while. Bu funktsiya bizga qandaydir tekshirish bo'lgunigacha tsiklni qaytaradi. Yani tsikl ishlab turadi.

Misolga qaraylik:

```
var i = 0;
do {
  ++i;
} while (i<10);
alert (i);
```

Bu yerda biz “i” ni 10 dan kichikligini tekshiramiz va agar katta bo'lmasa unda har gal bir raqami qo'shib “i” qiymatini oshirib boramiz. 10'ga teng bo'lganda do-while tsikl tugaydi va ishini tugatib alert(i) ishlaydi va oynangizda 10 sonini ko'rsatadi.

While. Bu ham yuqoridagi funktsiya kabidir, ammo farqi ish bajarilishidan oldin, yani {} orasidagi bajariladigan ishlardan oldin tekshirish bo'ladi, (do while'da esa aval bajariladi va keyin esa tekshirish bo'ladi) agar qoniqarli bo'lsa yani true qiymati bo'lsa {} orasidagi hech qanday ish bajarilmaydi.

Misol1:

```
var i = 1;
while (i<1) {
  ++i;
}
alert (i);
do {
  ++i;
```



```
} while (i<1);
```

```
alert (i);
```

Bu misoldan ko'rib turibsizki birinchi while funktsiyamiz ishlamadi, ikkinchisi do-while ishladi. Va i sonini qiymati 1 ga oshirildi.

Misol2:

```
var i = 1;
```

```
while (i<10) {
```

```
  i+=2;
```

```
}
```

```
alert (i);
```

Oynamizga 11 soni chiqadi.

Mana ikkita misolda ko'rib chiqdik. Niyat qilaman misollardan bu ikki funktsiyani farqini ko'rdingiz va tushunib yetdingiz.

For. Bu ham yuqoridagilarga o'hshagan, lekin qo'shimchalari bor. for (initialization; expression; post-loop-expression) statement Siz avval qandaydir o'zgaruvchanni tanitasiz, keyin tekshirish qilasiz, so'ngra esa shu o'zgaruvchan bilan nima qilinish kerakligini belgilab berasiz, va ohirida esa nimalar bajarilishi kerakligini yozasiz.

Misol:

```
for (var i=0; i < 5; i++){
```

```
  alert(i);
```

```
}
```

Bu yerda biz "i" nomli o'zgaruvchan yaratdik va u 5 sonidan kich bo'lgan vaqtlarda alert(i) ni bajaradi, va har gal "i" qiymatini 1 ga oshirib boradi.

for-in. Yuqoridagi funkstiyalar kabidir, farqi shundaki bu yerda siz qandaydir masivni ichi uchun berishingiz

mumkindir. Misolda ko'rsak yana ham tushunarli bo'ladi.

Misol:

```
<script language="JavaScript" type="text/JavaScript">
```

```
var myArray = new Array("Sinch", "Sem", "Second");
```

```

for (sProp in myArray) {
  alert(myArray[sProp]);
}
</script>

```

Bu misolda biz 3 talik masiv yaratdik, va shu masivni ichini birma bir oynaga chiqardik. Buning uchun biz for in funktsiyasidan foydalandik. Yani sProp ga myArray dagi hammasini birma bir berib chiqdik. Birinchi “Sinch” dan boshlab toki “Second” gacha oynamizga ahborot beradi.

break / continue. Bu funktsiyalar bizga qandaydir davomli ishlashni bitirish yoki kelgan joyidan davom etish uchun ishlatiladi.

Misol:

```

var myCount=0;
for (var i=1; i<10; i++) {
  if (i % 5 == 0) {
    break;
  }
  myCount++;
}
alert (myCount);

```

Bu yerda biz myCount’ni har gal for funktsiyasi ishlaganda bir soniga oshiramiz va agar i soni 5 ga qoldiqsiz bo’linsa ishni kelgan joyidan bo’lamiz va for operatorini ishini tugatamiz. Ba’zi bir vaqtlarda sizga qanadydir qaytarilish funktsiyasini ishini bo’lib davom etish kerak bo’ladi shunda break funktsiyasi sizga juda ham qulay keladi.

Continue: Bu funktsiya break funktsiyasiga juda ham o’hshab ketadi, ammo farqi shundaki break ishni bo’ladi, va for yoki boshqa davomli funktsiyasini ishini ham tugatadi. continue esa shu tsiklni bitirmasdan kelgan joyidan davom etiradi, lekin continue dan keyingi ishlarni bajarmaydi.

Misol:

```

<script language="JavaScript" type="text/JavaScript">

```

```

var myCount=0;
for (var i=1; i<10; i++) {
  if (i % 5 == 0) {
    continue;
  }
  myCount++;
}
alert (myCount);
</script>

```

Bu yerda bizning oynamizda 8 sonini chiqaradi, sababi 5ga qoldiqsiz bo'linadigan sonlar 5 va 10 dir 5/10 bo'lganda myCount++; ishi bajarilmaydi. Va umumiy olganda 8 marotaba myCount++ ishlaydi.

Agarda siz belgilashni ishlatsangiz (yani label) unda siz bir qancha davomli (tsiklarni) bo'lishingiz yoki continue orqali davom etirishingiz mumkindir.

Misol:

```

<script language="JavaScript" type="text/JavaScript">
var myCount=0;
chiq:
for (var i=0; i<10; i++) {
  for (var j=0; j<10; j++) {
    if (i == 5 && j == 5) {
      break chiq;
    }
  }
  myCount++;
}
}
alert (myCount);
</script>

```

Bu yerda bizning ko'dimiz 55 sonini oynaga chiqaradi. Sababi j va i 5 soniga teng bo'lganda chiq:

joyidan boshlanga ko'd ishini tugatadi va keyingi komandalarni ishlatishi davom etadi.

Bu misolga o'hshab continue ham ishlaydi ammo farqi yuqoridagi kabidir, ishini tsikllar davom etiradi. O'zingiz boshqa misollar bilan ham tekshirib ko'ring.

2.3 MDYa tranzistorlaning parametrlarini hisoblash uchun mo'ljallangan dastur

Dastur HTML va java script dasturlash tilidan foydalangan holda tayyorlandi. Mazkur tildan foydalangan holda elektron sahifalar yaratiladi. Shu sababli dastur internet tarmog'iga qo'yilgan bo'lsa, masofadan turib ishlash mumkin.

Dasturni ko'rinishi rasmda keltirilgan. Dasturda hisoblashlarni amalga oshirish uchun kattaklarga kerakli sonlar kiritikadi va hisoblash tugmasi bosiladi.

Kanali induksiyanadigan MDYa tranzistorni hisoblash

Zatvor ostidagi dielektrik qalinligini aniqlash

Ma'lumotlarni kattaklarga kiritgazing va "Hisoblash" ni bosing

U _{zimax} , V:	
E _{tresh} , V:	
R _d (mkm):	

$$R_d = 2 \cdot \frac{U_{zimax}}{E_{tresh}}$$

Kontakt potensiallar farqini aniqlash

Ma'lumotlarni kattaklarga kiritgazing va "Hisoblash" ni bosing

T, (K):	
N _a (sm ⁻³):	
10*n:	
N _d (sm ⁻³):	
10*n:	
n _i (sm ⁻³):	
10*n:	
Potensial(V):	

$$\varphi_{kon} = \frac{kT}{e} \ln \frac{N_a N_d}{n_i^2}$$

HTML tilidagi kodi

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns=http://www.w3.org/1999/xhtml>
<head>
<title> Kanali induksiyanadigan MDYa tranzistorni hisoblash</title>
```

```

<link rel="stylesheet" type="text/css" href="sales-tax.css"/>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="sales-taxi.css"/>
<script type="text/javascript" src="sales-tax.js"></script>
</head>
<body>
<h1>Kanali induksiyalanadigan MDYa tranzistorni hisoblash</h1>
<div id="content">
<h3>Zatvor ostidagi dielektrik qalinligini aniqlash</h3>
<p align="center">Ma'lumotlarni kattaklarga kirgazing va "Hisoblash" ni
boosing</p>
<table border = 1>
<tr>
<td><div id="taxCalc">
<label for="voltage">U<sub>zimax</sub>,V:</label>
<input type="text" id="voltage"/><br/>
<label for="EDS">E<sub>tesh</sub>,V:</label>
<input type="text" id="EDS"/><br/>
<label for="sigma">R<sub>d</sub>(mkm):</label>
<input type="text" id="sigma"disabled="disabled"/><br/>
<label>&nbsp;</label>
</div></td>
<td bgcolor="#fff" width="70px">
<div id="taxCalcul"></div></td>
</tr>
</table>
</div>
<div id="content">
<h3>Kontakt potensiallar farqini aniqlash</h3>
<p align="center">Ma'lumotlarni kattaklarga kirgazing va "Hisoblash" ni
boosing</p>
<table border = 1>
<tr>
<td><div id="taxCalc">
<label for="temper">T,(K):</label>
<input type="text" id="temper"/><br/>
<label for="NA">N<sub>a</sub>(sm<sup>-3</sup>>):</label>
<input type="text" id="NA"/><br/>
<label for="NAdegree">10*n:</label>
<input type="text" id="NAdegree"/><br/>
<label for="ND">N<sub>d</sub>(sm<sup>-3</sup>>):</label>
<input type="text" id="ND"/><br/>
<label for="NDdegree">10*n:</label>
<input type="text" id="NDdegree"/><br/>
<label for="ni">n<sub>i</sub>(sm<sup>-3</sup>>):</label>
<input type="text" id="ni"/><br/>
<label for="nidegree">10*n:</label>
<input type="text" id="nidegree"/><br/>
<label for="psi">Potensial(V):</label>
<input type="text" id="psi"disabled="disabled"/><br/>
<label>&nbsp;</label>
</div></td>
<td bgcolor="#fff" width="70px">
<div id="taxCalcul"></div></td>
</tr>
</table>
</div>
<div id="content">
<h3>Stok p-n-o'tishining qalinligi</h3>
<p align="center">Ma'lumotlarni kattaklarga kirgazing va "Hisoblash" ni
boosing</p>
<table border = 1>
<tr>

```

```

<td><div id="taxCalc">
<label for="permo">E, (sm):</label>
<input type="text" id="permo"/><br/>
<label for="voltacu">U<sub>si</sub>(V):</label>
<input type="text" id="voltacu"/><br/>
<label for="voltaun">U<sub>ti</sub>(V):</label>
<input type="text" id="voltaun"/><br/>
<label for="n">n(sm<sup>-3</sup>):</label>
<input type="text" id="n"/><br/>
<label for="ndegree">10*n:</label>
<input type="text" id="ndegree"/><br/>
<label for="dc">d<sub>s</sub>(mkm):</label>
<input type="text" id="dc"disabled="disabled"/><br/>
<label>&nbsp;</label>
</div></td>
<td bgcolor="#ffff" width="70px">
<div id="taxCalcul"></div></td>
</tr>
</table>
</div>
<div id="content">
<h3>Istok p-n-o'tishining qalinligi</h3>
<p align="center">Ma'lumotlarni kattaklarga kirgazing va "Hisoblash" ni
boosing</p>
<table border = 1>
<tr>
<td><div id="taxCalc">
<label for="voltaundu">U<sub>ti</sub>(V):</label>
<input type="text" id="voltaundu"/><br/>
<label for="du">d<sub>i</sub>(mkm):</label>
<input type="text" id="du"disabled="disabled"/><br/>
<label>&nbsp;</label>
</div></td>
<td bgcolor="#ffff" width="70px">
<div id="taxCalcul"></div></td>
</tr>
</table>
</div>
<div id="content">
<h3>Uzun kanalli tranzistorning minimal uzunligi</h3>
<p align="center">Ma'lumotlarni kattaklarga kirgazing va "Hisoblash" ni
boosing</p>
<table border = 1>
<tr>
<td><div id="taxCalc">
<label for="koeff">k(mkm<sup>-1/3</sup>):</label>
<input type="text" id="koeff"/><br/>
<label for="depth_pn">x<sub>p-n</sub>(mkm):</label>
<input type="text" id="depth_pn"/><br/>
<label for="ldlina">l<sub>min</sub>(mkm):</label>
<input type="text" id="ldlina"disabled="disabled"/><br/>
<label>&nbsp;</label>
</div></td>
<td bgcolor="#ffff" width="70px">
<div id="taxCalcul"></div></td>
</tr>
</table>
</div>

<div id="content">
<h3>Stok va istok o'tishlarining birikish kuchlanishi</h3>

```

```

<p align="center">Natijalar</p>
<table border = 1>
<tr>
<td><div id="taxCalc">
<label for="Ussmyk">U<sub>sibr</sub>(V) :</label>
<input type="text" id="Ussmyk"disabled="disabled"/><br/>
<label>&nbsp;</label>
</div></td>
<td bgcolor="#fff" width="70px">
<div id="taxCalcul"></div></td>
</tr>
</table>
</div>

<div id="content">
<h3>Stok p-n-o'tishining teshilish kuchlanish</h3>
<p align="center">Natijalar</p>
<table border = 1>
<tr>
<td><div id="taxCalc">
<label for="Uprobcyl">U<sub>teshsyl</sub>(V) :</label>
<input type="text" id="Uprobcyl"disabled="disabled"/><br/>
<label for="Uprobcyl">U<sub>teshsph</sub>(V) :</label>
<input type="text" id="Uprobsph"disabled="disabled"/><br/>
<label>&nbsp;</label>
</div></td>
<td bgcolor="#fff" width="150px">
<div id="taxCalcul"></div></td>
</tr>
</table>
</div>

<div id="content">
<h3>Ostonaviy kuchlanishni hisoblash</h3>
<p align="center">Natijalar</p>
<table border = 1>
<tr>
<td><div id="taxCalc">
<label for="fermiNAA">F(V) :</label>
<input type="text" id="fermiNAA"disabled="disabled"/><br/>
<label for="Qob">Q<sub>br</sub>(kl/sm<sup>2</sup>) :</label>
<input type="text" id="Qob"disabled="disabled"/><br/>
<label for="razpot">f<sub>MYa</sub>(V) :</label>
<input type="text" id="razpot"disabled="disabled"/><br/>
<label for="Uzupor">U<sub>zios</sub>(V) :</label>
<input type="text" id="Uzupor"disabled="disabled"/><br/>
<label>&nbsp;</label>
</div></td>
<td bgcolor="#fff" width="150px">
<div id="taxCalcul"></div></td>
</tr>
</table>
</div>

<div id="content">
<h3>Kanal kengligini hisoblash</h3>
<p align="center">Ma'lumotlarni kattaklarga kirgazing va "Hisoblash" ni
boosing</p>
<table border = 1>
<tr>
<td><div id="taxCalc">

```

```

<label for="stokCurrent">I<sub>s</sub>,mA:</label>
<input type="text" id="stokCurrent"/><br/>
<label for="krutizna">S,mA/V:</label>
<input type="text" id="krutizna"/><br/>
<label for="chanwidth">b(mkm):</label>
<input type="text" id="chanwidth"disabled="disabled"/><br/>
<label>&nbsp;</label>
</div></td>
<td bgcolor="#fff" width="70px">
<div id="taxCalcul"></div></td>
</tr>
</table>
</div>

<div id="content">
<h3>MDYa tranzistorining chiqish tavsifini hisoblash</h3>
<p align="center">Natijalar</p>
<table border = 1>
<tr>
<td><div id="taxCalc">
<label for="Ucu">U<sub>si</sub>(V):</label>
<input type="text" id="Ucu"/><br/>
<label for="Inaso">I<sub>to'y0</sub>(mA):</label>
<input type="text" id="Inaso"/><br/>
<label for="Uplz">U<sub>yas.z</sub>(V):</label>
<input type="text" id="Uplz"disabled="disabled"/><br/>
<label for="Ucunas">U<sub>sito'y</sub>(V):</label>
<input type="text" id="Ucunas"disabled="disabled"/><br/>
<label for="lots">l<sub>uzil</sub>(mkm):</label>
<input type="text" id="lots"disabled="disabled"/><br/>
<label for="Ic">I<sub>s</sub>(mA):</label>
<input type="text" id="Ic"disabled="disabled"/><br/>
<label>&nbsp;</label>
</div></td>
<td bgcolor="#fff" width="200px">
<div id="taxCalcul"></div></td>
</tr>
</table>
</div>

<div id="content">
<h3>Kanal kengligini aniqlash</h3>
<p align="center">Ma'lumotlarni kattaklarga kirgazing va "Hisoblash" ni
bosing</p>
<table border = 1>
<tr>
<td><div id="taxCalc">
<label for="krut">S(mA/V):</label>
<input type="text" id="krut"disabled="disabled"/><br/>
<label>&nbsp;</label>
</div></td>
<td bgcolor="#fff" width="70px">
<div id="taxCalcul"></div></td>
</tr>
</table>
</div>

<div>
<h1>
<input type="button" id="calculate" value="Hisoblash"/><br/>
</h1>

```



```

</div>
<script type="text/javascript">
window.onload = function () {
$("calculate").onclick = calculate_click;
$("subtotal").focus;
}
</script>
</body>
</html>

```

Java script tilidagi kodi

```

var $ = function (id) {
return document.getElementById(id);
}
var calculate_click = function () {

var voltage = parseFloat ( $("voltage").value );
var EDS = parseFloat ( $("EDS").value );
$("sigma").value = "";

var sigma = 20000*(voltage/EDS);
sigma = parseFloat (sigma.toFixed(4));
$("sigma").value = sigma;

var temper = parseFloat ( $("temper").value );
var NA = parseFloat ( $("NA").value );
var NAdegree = parseFloat ( $("NAdegree").value );
var ND = parseFloat ( $("ND").value );
var NDdegree = parseFloat ( $("NDdegree").value );
var ni = parseFloat ( $("ni").value );
var nidegree = parseFloat ( $("nidegree").value );
$("psi").value = "";

var NAA = Math.pow(NA,NAdegree);
var NDD = Math.pow(ND,NDdegree);
var nid = Math.pow(ni,nidegree);
var NP = (NAA*NDD)/nid;
var lnfm = Math.log(NP);
var psi = (86/1000000)*(temper*lnfm);
psi = parseFloat (psi.toFixed(3));
$("psi").value = psi;

var permo = parseFloat ( $("permo").value );
var voltacu = parseFloat ( $("voltacu").value );
var voltaun = parseFloat ( $("voltaun").value );
var n = parseFloat ( $("n").value );
var ndegree = parseFloat ( $("ndegree").value );
const elect = 16/Math.pow(10,20);
const permdeg = 885/Math.pow(10,16);
$("dc").value = "";

var voltagen = (voltacu + voltaun + psi);
var chislitel = (2*permdeg*permo*voltagen)/elect;
var nnd = Math.pow(n,ndegree);
var dcpodkor = chislitel/nnd;
var dc = 10000*Math.pow (dcpodkor,1/2);
dc = parseFloat (dc.toFixed(3));
$("dc").value = dc;

var voltaundu = parseFloat ( $("voltaundu").value );
$("du").value = "";

```

```

var voltagendu = (voltaundu + psi);
var chisliteldu = (2*permdeg*permo*voltagendu)/elect;
var dupodkor = chisliteldu/nnd;
var du = 10000*Math.pow (dupodkor,1/2);
du = parseFloat (du.toFixed(3));
$("du").value = du;

var koeff = parseFloat ( $("koeff").value );
var depth_pn = parseFloat ( $("depth_pn").value );
$("ldlina").value = "";

var dcdu = (dc + du);
var skobka = (depth_pn*sigma*Math.pow(dcdu,2));
var ldlna = koeff*Math.pow(skobka,1/3);
ldlna = parseFloat (ldlna.toFixed(3));
$("ldlina").value = ldlna;

var proniz =2*permo*permdeg;
var ldlinam = ldlna/10000;
$("Ussmyk").value = "";

var Ussmyk = (elect*NAA*Math.pow(ldlinam,2))/proniz;
Ussmyk = parseFloat (Ussmyk.toFixed(2));
$("Ussmyk").value = Ussmyk;

const slag = 60*Math.pow(1.3,3/2);
const degznam = Math.pow(10,16);
$("Uprobcyl").value = "";

var slaggi = 1/Math.pow(NAA/degznam,3/4);
var Uprob = slag*slaggi;
var Uprobcyl = Uprob*0.293;
Uprobcyl = parseFloat (Uprobcyl.toFixed(4));
$("Uprobcyl").value = Uprobcyl;

$("Uprobsph").value = "";
var Uprobsph = Uprob*0.163;
Uprobsph = parseFloat (Uprobsph.toFixed(4));
$("Uprobsph").value = Uprobsph;

var NPF = NAA/nid;
var psif = psi/lnfm;
$("fermiNAA").value = "";

var ferminAA = psif*Math.log(NPF);
ferminAA = parseFloat (ferminAA.toFixed(4));
$("ferminAA").value = ferminAA;

$("Qob").value = "";
var Qobosn = 4*permdeg*permo*elect*NAA*ferminAA;
var Qob = Math.pow (Qobosn,1/2);
Qob = parseFloat (Qob.toFixed(20));
$("Qob").value = Qob;

$("razpot").value = "";
var razpot = 5.3 - (4.07 + 0.715 + ferminAA);
razpot = parseFloat (razpot.toFixed(5));
$("razpot").value = razpot;

const yemk = 0.000000005;
$("Uzupor").value = "";

var Uzupor = ((Qob-0.000000005)/yemk + (2*ferminAA) + razpot);

```

```

Uzupor = parseFloat (Uzupor.toFixed(4));
$("Uzupor").value = Uzupor;

var stokCurrent = parseFloat ( $("stokCurrent").value );
var krutizna = parseFloat ( $("krutizna").value );
const mobility = 700;
$("chanwidth").value = "";

var chanznam = 2*mobility*yemk*stokCurrent;
var chanchisl = ldlna*Math.pow(krutizna,2)*Math.pow((1+
(Qob/(4*fermiNAA*yemk))),2);
var chanwidth = (chanchisl/chanznam)/1000;
chanwidth = parseFloat (chanwidth.toFixed(10));
$("chanwidth").value = chanwidth;

var Ucu = parseFloat ( $("Ucu").value );
var Inaso = parseFloat ( $("Inaso").value );
$("Uplz").value = "";

var Uplz = (razpot-(0.000000005/yemk));
Uplz = parseFloat (Uplz.toFixed(5));
$("Uplz").value = Uplz;

$("Ucunas").value = "";
var Ucunas = (voltacu-Uzupor)/(1 + (Qob/(4*yemk*fermiNAA)));
Ucunas = parseFloat (Ucunas.toFixed(5));
$("Ucunas").value = Ucunas;

$("lots").value = "";
var podkorenn1 = (2*permdeg*permo)/(NAA*elect);
var podkorenn2 = (Ucu - Uplz);
var podkoren3 = podkorenn1*podkorenn2;

var lotsslag1 = 1/ Math.pow (podkoren3,1/2);;
var lotsslag2 = (9/(permo*sigma))*(10000/(voltacu-Ucunas));
var lotsslag3 = 0.2*(Ucu-voltacu-Uplz) + 0.6*(voltacu-Ucunas+Uplz);
var lotssum = lotsslag1+(lotsslag2*lotsslag3);
var lots = 10000/lotssum;
lots = parseFloat (lots.toFixed(10));
$("lots").value = lots;

$("Ic").value = "";
var Ic = (Inaso/(1-(lots/ldlna)));
Ic = parseFloat (Ic.toFixed(5));
$("Ic").value = Ic;

$("krut").value = "";

if (Ucu < Ucunas)

{
var krut = (chanwidth/ldlna)*mobility*yemk*voltacu*1000;
krut = parseFloat (krut.toFixed(10));
$("krut").value = krut;
}

else

{

```

```
var krut = (chanwidth/ldlina)*mobility*yemk*Ucunas*1000;
krut = parseFloat (krut.toFixed(10));
$("#krut").value = krut;
}
}

//window.onload = function () {
//$("#calculate").onclick = calculate_click;
//$("#subtotal").focus;
//}
```

Hayot faoliyatining xavfsizligi

Bitiruv ishining bu qismida ishlash jarayonida *hayot faoliyatining xavfsizligini ta'minlash chora-tadbirlari kurib chiqiladi.*

Hayot faoliyati deb insonni har kungi faoliyati, dam olishi, yashash tarziga aytiladi.

Insonlarni texnosferadagi faoliyatining xavfsizligini asoslarini o'rganishga kirishishni avvalo tirik mavjudotlarning o'zaro va atrof-muhit bilan bir-biriga munosabati to'g'risidagi umumiy bilimlarda HFXni o'rnini bilishdan boshlash kerak.

XIX va XX asrlarda olimlarni atrof-muhitni o'zgarishiga insonlarni ta'siri xavotirga keltira boshladi. Biosfera o'zining xokimligini asta-sekin yo'qota boshlab, insonlar yashaydigan joylarda ishlab chiqarish rivojlanishi va tabiatga ta'siri natijasida texnosferaga aylana boshladi. Tirik va tirik bo'lmagan materiyadagi o'zaro biologik munosabatlar, fizik va kimyoviy jarayonlarga o'z o'rnini bo'shata boshladi, jamiyatda tabiatni va insonlarni texnosferaning negativ faktorlaridan muxofazalash talabi yuzaga keldi.

Jamiyatda va tabiatda yuzaga kelgan ko'pgina negativ faktorlarning avvalam bosh sababi insonlarni antropogen faoliyati bo'lib, xozirgi paytda ushbu muammolarni echish uchun insoniyat texnosferani mukammallashtirib, odamlarga va tabiatga salbiy ta'sirini yo'l qo'yilgan darajagacha pasaytirish hisoblanadi.

HFXning fan sifatidagi asosiy maqsadi- insonlarni texnosferadagi negativ antropogen va tabiiy ta'sirlardan himoyalash hamda hayot faoliyati uchun (qulay) komfort sharoitlar yaratishdan iborat.

Yashash siklida inson va atrof-muhit doimo harakatdagi «inson-yashash muhiti» tizimini hosil qiladi.

Yashash muhiti deb –hozirgi paytda inson faoliyatiga, uning sog'lig'iga va avlodiga bevosita yoki bilvosita ,shu zahotiy oq yoki chetdan ta'sir ko'rsatuvchi

shartlab qo'yilgan fizik, kimyoviy, biologik, sosial faktorlar yihindisi bo'lgan o'rab turgan muhitga aytiladi.

Bu tizimda faoliyat ko'rsatib, inson uzluksiz eng kamida ikkita masalani echadi:

- ovqatga, havoga va suvga bo'lgan extiyojini qondiradi;
- yashash muhitidagi hamda o'ziga o'xshaganlar tomonidan salbiy ta'sirlarni yo'qotadi va muxofaza qilishni yaratadi.

Yashash muhitiga tegishli tabiiy salbiy ta'sirlar dunyo yaratilibdiki, mavjud bo'lib, biosferadagi tabiiy ofatlar hisoblanuvchi iqlimning o'zgarishi, er silkinishi, momaqaldiroq va b. ularning manbalari hisoblanadi.

Yashash uchun kurash insonni doimo o'zini muxofazalash borasida izlanishlar olib borishga va mukammallashtirishga majbur qildi. Bu o'z vaqtida atrof-muxitga ham salbiy ta'sir ko'rsata boshladi. XX asrga kelib Er yuzida biosferaning kuchaygan iflos zonalarini yuzaga keldi, bu o'z navbatida qisman, ba'zi xollarda butunlay regional inqirozga olib keldi. Bunday o'zgarishlarga quyidagilar ta'sir ko'rsatdi:

Texnogen avariya va falokatlar. XX asr o'rtalarigacha insonlar yirik miqyosdagi avariya va falokatlarni amalga oshira olmagan, texnika va ishlab chiqarishni mukammallashuvi natijada ular tabiiy ofatlardan ham o'tib ketdi.

Hodisa deb–insonlarga, tabiiy manbalarga negativ ta'siridan zarar keltiruvchi voqeaga aytiladi.

Avariya deb – texnik tizimdagi insonlarni vafotisiz yuzaga kelgan xodisaga aytiladi. Bunda texnik vositalarni qayta tiklashni imkoni bo'lmaydi yoki iqtisodiy jihatdan samarasizdir. *Falokat deb* – texnik tizimlardagi insonlarni vaofiti yoki yo'qolishi bilan kuzatiladigan hodisaga aytiladi.

Tabiiy ofat deb –biosferani vayronlovchi, er yuzidagi odamlarning o'limi yoki salomatligini yo'qotishga olib keluvchi favqulotdagi hodisaga aytiladi.

Inson o'z faoliyati bilan tabiatga bevosita ta'sirida er yuzining bir necha regionlarida biosferaning buzilishi natijasida yangi yashash muhiti – texnosfera yaratildi.

Biosfera–Er yuzidagi hayotni tarqalish maydoni bo'lib, o'z ichiga texnogen ta'sirga yoliqmagani atmosferaning quyi qatlamini, gidrosferani va erning yuqori qatlamini oladi.

Texnosfera–insonlarning o'zini moddiy va ijtimoiy-iqtisodiy ehtiyojlarini qoniish maqsadida bevosita yoki bilvosita texnik vositalar yordamida o'zgangan biosfera regionidir. *Ishlab chiqarish muhiti* – inson ish faoliyatini olib boradigan bo'shliqdir.

Texnosfera sharoitida negativ ta'sirlar texnosfera elementlari va insonlarning xatti-harakati asosida bo'ladi. Xar bir oqimni o'zgarishiga yarasha «inson-yashash muhiti» tizimini qulay xolatdan o'ta xavfli xolatgacha o'zgartirish mumkin.

Xavf deb – tirik va tirik bo'lmagan materiyaning shu materiyaning o'ziga, ya'ni odamlarga, tabiatga, moddiy boyliklarga ziyon keltiruvchi salbiy xususiyatiga aytiladi. Xavf HFXning markaziy tushunchasi hisoblanadi. Xavflarni tabiiy va antropogen kelib chiquvchilarga ajratish mumkin. Tabiiy xavflar xaroratni o'zgarishi, tabiiy ofatlar natijasida yuzaga kelsa, antropogen xavflar inson faoliyati natijasida hosil bo'ladigan chiqindilar, mexanik, issiqlik, elektromagnit energiyasining chiqindilarini atmosferaga, suv xavzalariga tushishidan xosil bo'ladi.

Mexnat faoliyatini tavsifi va uni tashkil etish inson organizmining funksional faoliyatini o'zgarishiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Mehnat faoliyatini turli shakllari aqliy va jismoniy mehnatga bo'linadi.

Jismoniy mehnat birinchi navbatda tayanch-harakatlanuvchi, asabiy-muskul, yurakka kuchaytirilgan og'irlik berish bilan tavsiflanadi.

Aqliy mehnat ko'pgina axborot qabul qilish-uzatish ishlarni diqqatni, eslab qolish tizimini, iikrlash tizimini aktivlashishini talab qiladi, natijada uzoq aqliy

yuklama insonning asab tizimiga, yurak-tomir tizimiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Ushbu mehnat turiga *gipokineziya* ya'ni insonni harakatlanish aktivligi pasayishi natijasida emosional kuchlanishga qarshi organizmning reaksiyasining yomonlashuvi kuzatiladi. uzoq aqliy mehnat bilan shug'ullanish asab tizimiga salbiy ta'sir ko'rsatadi: diqqat bilan ishlashi (bir ishdan ikkinchisiga o'tishi, fikrni bir erga jamlash), xotirasi (qisqa muddatni va uzoq davrni eslash), axborotni qabul qilishida ko'plab xatolarga yo'l qo'yadi

Hozirgi zamonda toza fizikaviy mehnat aytarli rol o'ynamaydi. Fiziologik klassifikasiyaga ko'ra ishlarni muskullarni sezilarli harakati bilan amalga oshadigan turiga, mehnatni mexanizasiyalashgan shakliga, avtomatlashgan va yarim avtomatlashgan ishlab chiqarishga, konveerda ishlaydigan shakliga, uzoqdan turib boshqaradigan va intellektual mehnat turlariga bo'linadi.

Operator ishi yuqori darajadagi asabiy- emosional kuchlanishni va javobgarlikni talab qiladigan ish bo'lib, qisqa muddatda katta hajmdagi axborotni qayta ishlashiga to'g'ri keladi.

Inson energiyasining sarfi muskulli ishlarning intensivligiga, axborot bilan to'yinganligiga, emosional kuchlanishga bog'liq bo'ladi. Kunlik energiya sarfi aqliy mehnat qiluvchilarniki 10,5... 11,7 MDj; jismoniy mehnat bilan shug'ullanuvchilarniki esa –12,5...15,5 MDj ni, o'rtacha og'irlikdagi mehnat bilan shug'ullanuvchi xirurglar, stanokda ishlovchilarning energiya sarfi –12,5...15,5 MDj; og'ir mehnat bilan band odamlar- metallurqlar, kon ishchilari, shaxterlarning kunlik energiya sarfi 16,3...18 MDj ni tashkil etadi.

Mehnatning jismoniy og'irligi deb, odamdan mehnat qilayotganda asosan muskullarining zo'riqishini hamda kerekli energiyani talab qiluvchi yuklamaga aytiladi. Ular statik va dinamik ishlarga bo'linadi.

Statik ishda mehnat qurollari va predmetlari bir erda qo'zg'almas xolatda bo'lib, ishchi ham bir xil ishchi xolatda mehnat qiladi.

Dinamik ish muskullar qisqarishi bilan kechadigan jarayon bo'lib, bunda inson mehnat qilish jarayonida o'zi harakatlanishi va ma'lum miqdordagi yuklarni tashishi bilan kechadi, energiya sarfi muskullarni kuchaygan xolda ushlab turishga

hamda mexanik effekt uchun sarflanadi. Qo'lda ko'taradigan yukning maksimal og'irligi ayollar uchun 10kg dan, erkaklar uchun 30 kg dan oshiq ishlar og'ir ish hisoblanadi.

Mehnat zo'riqishi deganda axborotni qabul qilish va qayta ishlash uchun inson miyasining zo'r berib ishlashi natijasida organizmning emosional yuklamasiga aytiladi. Bundan tashqari, zo'riqish darajasini baholashda quyidagi ergonomik ko'rsatkichlar nazarda tutiladi: ishning smenaligi, ishchining ish xolati, harakatlanish soni va x.k.

Mehnatni gigienik klassifikatsiyasi bo'yicha 4 sinfga bo'lish mumkin:

1. Optimal ish sharoitida mehnat samaradorligining maksimal, odam organizmining minimal zo'riqishi ta'minlanadi.

2. Yo'l qo'yilgan mehnat sharoitida atrof-muhitning va ish jarayonining shunday darajasi bilan tavsiflanadiki, u ish joylari uchun o'rnatilgan gigienik meyorlaridan oshib ketmasligi ta'minlanadi.

3. Zararli ish sharoitida inson organizmiga ko'ngilsiz ta'sir etuvchi zararli faktorlar gigienik meyorlardan oshib ketgan xola tushuniladi.

4. *Ekstremal ish sharoitida* ish smenasi yoki uning bir qismida ishchining hayotiga, kuchli kasbiy jaroxatlarga olib kelishi mumkin bo'lgan ishlab chiqarish faktorlarining darajasi bilan tavsiflanadi.

Insonni ish faoliyatini samaradorligi ko'p jixatdan ish qurollariga, organizmning ishlash qobiliyatiga, ish joyini tashkil etish va ishlab chiqarish muxitining gigienik faktorlariga bog'liqdir. Ish faoliyatining samaradorligini oshiruvchi eng muhim faktorlardan biri mehnat faoliyatida ko'nikma va mohirlikning takomillashuvi hisoblanadi.

Yuqori darajadagi turg'un ish samaradorligi doimiy mehnat qilish bilan dam olishni uzluksizligi ta'minlanishi natijasida yuzaga keladi.

Ishlash qobiliyati deganda ma'lum muddatda ishning soni va sifati bilan tavsiflanadigan inson organizmining funksional imkoniyatlarining kattaligiga aytiladi. Mehnat faoliyatida organizmning ishlash qobiliyati vaqt bo'yicha o'zgaradi. Mehnat qilish jarayonida insonning xolatini bir-birini almashtiruvchi

uch fazaga ajratish mumkin:

- ishlash qobiliyatini oshish fazasi, bu vaqtda ishlash qobiliyati boshlang'ich davrdan ish xarakteriga va insonning individual xususiyatiga qarab sekin asta ko'tarilish davri bir necha minutdan 1.5-2 soatgacha davom etadi;

- yuqori turg'un ishlash qobiliyati fazasi, bu fazaga yuqori mehnat ko'rsatkichlariga kam energiya sarfi bilan erishish xosdir, uning davomiyligi ishning og'irligiga qarab 2-2.5 soat davom etadi.

- ishchining asosiy ishchi organlarining charchash xissi bilan kechadigan ish qobiliyatining pasayish fazasi.

Ish joyini, ish qurollarini to'g'ri loyixalash, erkin mehnat sharoitini yaratish ish samaradorligini oshiradi, charchashni kamaytiradi va kasbiy kasalliklar kelib chiqish xavfini oldini oladi.

Ish jarayonini tashkil etishda ishlovchining antropometrik va psixofiziologik xususiyatini e'tiborga olish kerak, tik turib ishlash chog'ida ishchi uskunalarini joylashtirishda ayollar bilan erkaklarning bo'yi o'rtacha 11,1 sm ga, yonga cho'zilgan qo'llarni 6,2 sm ga, to'g'riga cho'zilgan qo'llar farqi 5,7 sm ga, o'tirib ishlash chog'ida esa ayollarning tanasi erkaklarnikidan 9,8 sm ga past ekanligini nazarda tutish kerak.

Ish yuzasining balandligini bajarilayotgan ishning og'irligiga, xarakteriga va aniqligiga qarab 12.2.032–78 va 21998–76 DAVST da beriladi.

Operatorning ishlash qobiliyatiga mashina va mexanizm pul'tlarini to'g'ri tanlash va joylashtirish salmoqli ta'sir ko'rsatadi. Pul'tlarni o'rnatishda shuni yaxshi bilish kerakki, boshini burmay ko'rish zonasi 120° ni, boshini burib ko'rish -225° , tepaga 30° va pastga esa 40° ni tashkil etadi.

Ish va dam olishni navbatma-navbat amalga oshirish ishlash qobiliyatini yuqori turg'unligini ta'minlaydi. Bundan tashqari ish davomidagi zaruriy mikropauzalar butun ish vaqtining 9...10 % ni tashkil etishi kerak.

Insonning faoliyat ko'rsatishi uchun zarur shartlardan biri xonada o'zining normal tana xarorati $36,5^{\circ}\text{C}$ ni ta'minlovchi meteorologik sharoitni yaratishdan

iboratdir .unday ta'minlanish jismoniy ish qilganda tanadagi issiqlik balansini va energiya ta'minoti darajasini qay darajada buzilishiga bog'liq.. o'rtacha og'irlikdagi va og'ir jismoniy ishni bajarganda tana harorati o'zgarib turadi. Inson ichki organlari $+43^{\circ}\text{S}$ dan minimal $+25^{\circ}\text{S}$ bo'lgan haroratni ko'tara oladi.

Issiqlikni saqlashda inson terisi muhim rol o'ynaydi. Normal sharoitda kiyim ostidagi teri harorati $30...34^{\circ}\text{S}$ ni tashkil etadi.

Mikroiqlim texnologik jarayonning fizikaviy issiqlik ajratishiga hamda iqlimga, yil fasliga, isitish sharoitiga va shamollatishga bog'liqdir.

Atrofdagi predmetlarning harorati va organizmga fizik yuklama ma'lum ishlab chiqarish muhitini tavsiflaydigan parametrlar bo'lib, qolgan parametrlar hisoblanmish odamni o'rab turgan havo harorati, harakati va atmosfera bosimi *mikroiqlim parametrlari* deb nomlanadi.

Mikroiqlim parametrlari insonni salomatligiga va ishlash qobiliyatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Havo harorati 30°S dan oshganda odamning ishlash qobiliyati pasaya boshlaydi. Keskin havoning o'zgarishi natijasida inson salomatligi yomonlashadi, maxsus moslamalarsiz inson bir necha daqika 116°S gacha havodan nafas ola oladi. Shu bilan birga havo harakatining tezlashishi ham konvektiv issiqlik ajralishini tezlashtirib, salomatligiga salbiy ta'sir o'tkazadi.

Sanoat korxonalarining issiq sexlarida ko'pgina texnologik jarayonlar yuqori haroratda amalga oshiriladi. 500°S gacha qizigan yuza $740...0,76$ mkm to'lqin uzunligida infraqizil issiqlik nurlarni sochadi. Undan yuqori haroratlarda esa ul'trabinafsha nurlar ham yuzaga keladi.

Infraqizil nurlar organizmga asosan issiqlik ta'sirini o'tkazadi, natijada tanada biokimyoviy siljishlar paydo bo'lib. Qon aylanishi pasayadi, natijada yurak-tomir va asab tizimlarining faoliyati buzuladi

Atmosfera bosimi insonning nafas olish va o'zini yaxshi xis qilishiga katta ta'sir ko'rsatadi. Bosimning o'zgarishi natijasida insonning faoliyatini sustlashtirishi o'pka hajmining qisqarishiga, nafas muskulaturasini olish-chiqarish kuchining oshishiga, bu o'z navbatida nafas olish chastotasining oshishiga sabab bo'ladi.

Atrof-muhit bilan insonlarning o'zaro issiqlik almashinuvi mikroiqlim parametrlariga bog'liq bo'lib, harorat tabiiy sharoitda -88 dan +60 °S gacha, havo harakati 0 dan 100 m/s gacha, atmosfera bosimi 680 dan 810 mm s.u. o'zgaradi.

Termoboshqaruv deb, inson tanasining haroratini o'zgarmas miqdorda ushlab turishni boshqarish jarayoniga aytiladi. Bu jarayon asosan uch xil yo'l bilan amalga oshadi: biokimyoviy, ya'ni inson tanasidagi oksidlanish jarayonining intensivligini o'zgarishi natijasida, qon aylanish va ter chiqish intensivligini o'zgarishi natijasida ro'y beradi. $t_{os}=18$ °S, $\phi = 60$ %, $w = 0$ da inson o'z tanasidagi namlikni 18 % ter orqali yo'qotsa, +27 °S bu ko'rsatkich 30 % ni tashkil etadi. Mikroiqlim parametrlari organizmdagi modda almashinuviga salbiy ta'sir qilmasa va termoboshqaruv tizimida kuchayganlik sezilmasa, bunday sharoit komfort yoki optimal sharoit deyiladi.

Ishlab chiqarish mikroiqlim meyorlari mehnat xavfsizligi standartlari bo'lgan GOST 12.1.005–88 «Ishchi zona havosidagi umumiy sanitar-gigienik meyorlar»da qayd qilingan bo'lib, mikroiqlim ko'rsatkichlarining har qaysisi yil fasliga, sovuq +10 °Sdan past va iliq +10 °S yuqori bo'lgan, kiyinish xarakteriga, ishlab chiqarish intensivligiga, ya'ni organizmning energiya sarfiga qarab, engil (1 kategoriya) 174 Vt energiya sarflanadigan ishlar, o'rtacha og'irlikdagi ishlar (2 - kategoriya) 175...232 Vt, 10 kggacha yuk tashuvchi ishlar, og'ir (3- kategoriya) 290 Vt dan ortiq energiya sarfi bo'lgan ishlar issiqlik ajralishiga ko'ra meyorlanadi.

Issiqlik ajralish intensivligiga ko'ra sanoat korxonalarining xonalari aniq ajraluvchi issiqik bo'yicha guruxlanadi. Agar ajralib chiqayotgan issiqlik xonaning ichki hajmida 1 m³ maydonga 23 Vt bo'lsa, normal xolat hisoblanadi. Texnologik uskunalarning yuzalarini isishi natijasida ishlovchilarning issiqlik nurlanish miqdorining intensivligi 35 Vt/m² dan oshmasligi kerak.

Ochiq issiqlik manbaida (metallning qizishi, shisha eritishda, alangada) intensivligi 140 Vt/m² dan oshmasligi kerak

12.1.005–88 DAVST ko'ra ishlab chiqarish xonalarinig ish zonasida optial va yo'l qo'yilgan mikroiqlim sharoitlari o'rnatilishi kerak.

Optimal mikroiklim sharoiti – mikroiklim parametrlarining shunday qiymatlariki, ularning butun ish mobaynida ish zonasidagi ta'siri ishchiga komfort issiqlik berishi natijasida ishlash qobiliyatini yuqori darajada bo'lishini ta'minlaydi.

Yo'l qo'yilgan mikroiklim sharoitida– mikroiklim parametrlari tanada termoboshqaruv tizimiga ta'sir ko'rsatishi natijasida ishlash qobiliyatini pasayishi bilan birga, inson salomatligiga zarar keltirmaydigan sharoitdir.

Mikroiklim parametrlarini bir tekisda ushlab turishda kollektiv muxofaza vositalari bo'lgan: issiqlik ajralmalarini bir erga jamlash, xonalarni umumiy ventillyasiyalash va kondisionerlash muhim rol o'ynaydi.

Sovuq havo ta'siridan muxofazalashda issiqlikni tirqishlardan chiqib ketmasligi, shaxsiy muxofaza vositalari, ish va dam olishni tartiblash aloxida o'rin egallaydi.

Shamollatish deb- xonadan ifloslangan havoni chiqarib, o'rniga toza havoni kiritishni ta'minlovchi va boshqaruvchi havo almashinuviga aytiladi. Havo harakatiga ko'ra tabiiy va mexanik shamollatishga bo'linadi. *Tabiiy shamollatish deb*, havo massasining harakati xona tashqarisidagi bosim bilan ichidagi bosim ayirmasi natijasida yuzaga keladigan tizimga aytiladi.

Mehnat zo'riqishi deganda axborotni qabul qilish va qayta ishlash uchun inson miyasining zo'r berib ishlashi natijasida organizmning emosional yuklamasiga aytiladi. Bundan tashqari, zo'riqish darajasini baholashda quyidagi ergonomik ko'rsatkichlar nazarda tutiladi: ishning smenaligi, ishchining ish xolati, harakatlanish soni va x.k.

Mehnatni gigienik klassifikatsiyasi bo'yicha 4 sinfga bo'lish mumkin:

1. Optimal ish sharoitida mehnat samaradorligining maksimal, odam organizmining minimal zo'riqishi ta'minlanadi.

2. Yo'l qo'yilgan mehnat sharoitida atrof-muhitning va ish jarayonining shunday darajasi bilan tavsiflanadiki, u ish joylari uchun o'rnatilgan gigienik meyorlaridan oshib ketmasligi ta'minlanadi.

3. Zararli ish sharoitida inson organizmiga ko'ngilsiz ta'sir etuvchi zararli

faktorlar gigienik meyorlardan oshib ketgan xola tushuniladi.

4. *Ekstremal ish sharoitida* ish smenasi yoki uning bir qismida ishchining hayotiga, kuchli kasbiy jaroxatlarga olib kelishi mumkin bo'lgan ishlab chiqarish faktorlarining darajasi bilan tavsiflanadi.

Insonni ish faoliyatini samaradorligi ko'p jixatdan ish qurollariga, organizmning ishlash qobiliyatiga, ish joyini tashkil etish va ishlab chiqarish muxitining gigienik faktorlariga bog'liqdir. Ish faoliyatining samaradorligini oshiruvchi eng muhim faktorlardan biri mehnat faoliyatida ko'nikma va mohirlikning takomillashuvi hisoblanadi.

To'g'ri tanlangan va rasional bajarilgan ishlab chiqarish korxonasi xonalarining yorug'ligi ishchilarga ijobiy ta'sir ko'rsatadi, ish samaradorligini va xavfsizligini oshiradi, charchoq va jarohatlanishni oldini oladi.

Yorug'likni sezish ko'rinadigan nurlanish ta'sirida amalga oshib, u 0.38-0.76 mkm uzunlikdagi elektromagnit to'lqinlardan iborat bo'lib, sezuvchanlik 0.55 mkm uzunlikda maksimal darajaga egadir.

Yorug'lik sonli va sifat ko'rsatkichlari bilan tavsiflanadi. Sonli ko'rsatkichlarga quyidagilar kiradi: *Yorug'lik oqimi* F – nurli oqimning qismi bo'lib, yorug'lik nurlanishini quvvatini tavsiflaydi, lyumenlarda (lm) o'lchanadi. *Yorug'lik kuchi* J – yorug'lik oqimining fazoviy zichligi bo'lib, manbadan elementar sirtga bir tekis tarqalayotgan yorug'lik oqimi df ni sirt burchagi $d\Omega$ ga nisbatiga aytiladi, $J = df/d\Omega$; kandelada (kd) o'lchanadi; *Yoritilganlik* E – yorug'lik oqimining yuzadagi zichligi, yorug'lik oqimi df ning bir tekisda tushayotgan yoritilayotgan yuza dS (m^2)ga nisbatiga teng $E = df/dS$ bo'lib, lyukslarda (lk) o'lchanadi;

Sifat ko'rsatkichlarga quyidagilar kiradi: *Fon* – ob'ektni ajrata olish yuzasi bo'lib, unga tushayotgan yorug'likni qaytara olish xususiyatiga ega bo'lgan yuza hisoblanadi. Yorug'likni qaytarish koeffisienti $r = F_{qayt}/F_{tush}$ qaytayotgan yuzadagi yorug'lik oqimining tushayotgan yuzadagi yorug'lik oqimiga nisbati bo'lib, yuzaning rangi va fakturasiga qarab 0,02...0,95 ga teng; $r > 0,4$ da fon yorug' deb, $r = 0,2...0,4$ –o'rtacha va $r < 0,2$ – qorong'i deb hisoblanadi. *Ob'ektni*

fon bilan kontrastligi k – ob`ekt bilan fonni farqlash darajasi ko`rilayotgan ob`ektni va fonni yorqinliklarini nisbati bilan tavsiflanadi. Agar  $k > 0,5$  bo`lsa, ob`ekt fonda keskin ajralib turadi va kontrastligi katta,  $k = 0,2 \dots 0,5$  bo`lsa, ob`ekt va fon bir biridan sezilarli ajralib tursa, o`rtacha kontrastlik, $k < 0,2$ da ob`ekt fondan zo`rg`a ajralib tursa, kontrastligi kichik hisoblanadi.

Yorug`likni pul`sasiyalash koeffisienti k_E – yorug`lik oqimini vaqt bo`yicha o`zgarishi natijasida yoritilganlik tebranish chuqurligining kriteriyasi

$$K_E = 100(E_{\max} - E_{\min}) / 2E_{o.p.}$$

Bu erda $E_{\max}$, $E_{\min}$ $E_{o.p.}$ – yoritilganlikning tebranish davridagi maksimal, minimal va o`rtacha qiymatlari bo`lib, gazorazryadli lampalar uchun $K_E = 25 \dots 65 \%$, oddiy qizdiruvchi lampalar uchun $k_E \approx 7 \%$, galogen qizdiruvchi lampalar uchun $K_E = 1 \%$.

Ko`z qamashtirish ko`rsatkichi R_q – yorituvchi qurilma yuzaga keltirgan qamashtirishni baholash kriteriyasi

$$P_q = 1000(V_1/V_2 - 1),$$

Bu erda V_1 va V_2 – ko`rish maydonidagi mavjud yorqin yoritgichlar ekranlashtirish natijasidagi ajratish ob`ektining ko`rinuvchanligi.

Ekranlashtirish shitlar, soyabonlar yordamida amalga oshiriladi.

*Ko`rinvuchanlik V* ob`ektni ko`z orqali ilg`ay olish xususiyatini tavsiflaydi. U yoritilganlikka, ob`ektni kattaligiga, uni yorqinligiga, ob`ektni fon bilan kontrastligiga, ekspozisiyaning uzunligiga bog`liqdir.

Sanoat korxonalarini yoritishda tabiiy yorug`lik, ya`ni quyosh nuridan tushayotgan va sun`iy yorug`lik, ya`ni yorituvchi elektr manbalari yordamida yuzaga kelgan hamda aralash yoritish manbalaridan foydalaniladi

Konstruktiv ravishda *tabiiy yorug`likni* yon tomondan ( bir yoki ikki tabaqali) deraza va tirqishlardan tushuvchi, yuqoridan aerasiya va tomga qurilgan maxsus tirqishlar orqali hamda aralash xolda tushuvchilarga bo`linadi.

Sun`iy yorug`likni esa umumiy va kombinasiyalashganga bo`linadi. Bajariladigan funksiyalariga ko`ra sun`iy yoritilganlik ishchi, avariyaaviy, maxsus bo`ladi.

Ishlab chiqarishdagi yoritishning asosiy vazifasi bajarayotgan ishini ko'ra olish tavsifiga monand ish joyidagi yorug'likni bir meyorda ta'minlab berishdan iborat. Yaltillashlar, keskin soyalar yuzaga kelmasligi ish jarayonini va samaradorligini pasayishini oldini oladi.

Ishlab chiqarishdagi tabiiy va sun'iy yorug'lik ish xarakteriga, yoritish tizimi va turiga, fon, kontrastligiga qarab SM va Q 23-05-95 ga asosan reglamentlanadi.

Cun'iy yorug'lik sonli ya'ni minimal yoritilganlik Emin va sifat ko'rsatkichi sanalmish pul'sasiya koeffisienti kE meyorlanadi. Sun'iy yorug'likni yoritish manbalari a tizimlariga ko'ra meyorlash qabul qilingan. Gazrazryadli lampalar uchun yoritilganlik ning meeri ularni yorug'lik berish qobiliyatining kattaligi sababli qizdiruvchi lampalarga nisbatan yuqoridir.

Tabiiy yorug'lik shu bilan tavsiflanadiki, u yuzaga keltiradigan yoritilganlik metereologik sharoitga, yil fasliga va vaqtga bog'liqdir. Shuning uchun tabiiy yorug'likning kriteriysini baholash sifatida nisbiy kattalik – tabiiy yorug'lik koeffisienti TYoK kiritilgan TEK xona ichidagi berilgan nuqtadagi yoritilganlik E_{ich} ni shu vaqtdagi tashqi gorizontal ochiq havodagi tushayotgan yoritilganlik E_t ga nisbatining foizlardagi qiymatiga teng $TEK = 100E_{ich}/E_t$

Tabiiy yoritilganlikning meyori QM va Q 23-05–95ga asosan ko'rish ishlarining xarakteriga, yorug'lik tizimiga, mamlakatning qaysi rayonida joylashishiga qarab $e_t = TEK_m \cdot s$,

bu erda TEK - tabiiy yorug'lik koeffisienti, m- iqlimiy yorug'lik = 6, s- quyosh yorug'ligi koeffisienti CM va Q dan = 1 olinadi.

Ishlab chiqarish yorug'ligini hisoblashda tabiiy yoritilganlik uchun yorug'lik tushuvchi tirqishlarning maydoni, $S_o^t = S_p \cdot e_t \cdot \varepsilon_o \cdot k_b \cdot k_z / (100 \cdot \tau_{um}) \cdot e_t$

Bu erda S_o^t = tushuvchi tirqish maydoni m^2 , S_p - xona polining maydoni, m^2 ε_o - oyna tirqishining yorug'lik aktivligi koeffisienti, k_b – qarama-qarshi binodan tushuvchi soyani nazarda tushuvchi koeffisient, k_z – zaxira koeffisienti, p-qaytish nurini qayd qilish koeffisienti, τ_{um} – oynalarni umumiy yorug'lik o'tkazishini qayd qilish koeffisienti

Sun'iy yoritilganlikni loyixalashda yorug'likdan foydalanish ko'ffisienti usuli yordamida yorug'lik manbaini turi, yoritish tizimi, o'rnatiladigan balandligi, joylashishi, yoritgichlarni quvvati va lyuminiscent lampalar soni meyoriy talablarga to'g'ri kelishi e'tiborga olinib, hisoblanadi.

$$F_k = E_m S \cdot z \cdot k_3 / (\eta \eta N), (\text{lm})$$

Bu erda E_m meyoriy minimal yoritiganlik CM va Q 23-05–95 dan olinadi, lk.

S – yoritilayotgan xona maydoni, m^2 ; z – bir tekisda yoritilmaganlik ko'ffisienti = 1,1-1,2; k_3 – zaxira ko'ffisienti = 1,3 - 1,8; p – yoritgichlar soni ηN – yorug'likdan foydalanish ko'ffisienti bo'lib, SM va Q -23-05–95dan yoritgich turi, devor va shipning nur qaytarish qobiliyati, xona indeksi orqali aniqlanadigan xonaning maydoni e'tiborga olinadi

$$i = AB / [H(A+B)],$$

bu erda A , V – xonaning eni va bo'yi, m; H – ishchi yuzadan yoritgichgacha bo'lgan balandlik m Hisoblangan yorug'lik oqimining ko'ffisientini kattaligiga qarab, 10...20 %.chegaradagi xatolikda DS (GOST 2239–79 va GOST 6825–91) dan standart lampa tanlanadi

Ishchi joylarning yoritilganligini foydalanish ko'ffisienti usulida hisoblash yirik qorong'i bermaydigan predmetlar yuzalarni bir tekis yoritish uchun qo'llaniladi.

Yoritgichlarni joylashtirish quyidagi o'lchamlar asosida olib boriladi:

$N = 3 \text{ m.}$ – xona balandligi

$hc = 0,25 \text{ m.}$ – yoritgichlarning to'siqlardan pastda turish masofasi

$hp = H - hc = 3 - 0,25 = 2,75 \text{ m.}$ – yoritgichlarning pol yuzasidan balandligi, hp = hisob-kitob balandligi = 0,7 m

$h = hp - hp = 2,75 - 0,7 = 2,05$ – LDR (2x40 Vt) rusumli yoritgichlar (parametrlari- uzunligi 1,24 m, eni 0,27 m, balandligi 0,10 m.) o'rnatiladigan umumiy balandlik.

L – Qo'shni yoritgichlar (lyuminiscent lampalar qatori) orasidagi masofa, La (xona uzunligi bo'yicha) = 1,76 m, Lv (xona eni bo'yicha) = 3 m.

l – chekka yoritgichlar yoki yoritgich qatorlari bilan devor orasidagi masofa, $l = 0,3 - 0,5L$. $la = 0,5La$, $lv = 0,3Lv$, $la = 0,88$ m., $lv = 0,73$ m.

Lyuminessent lampalarni xona bo'ylab qatorasiga o'rnatish tavsiya etiladi. Har bir yoritgichdagi zaruriy yorug'lik oqimi

$$F = E * r * S * z / N * \eta,$$

Bu erda E – berilgan minimal yoritilganlik = 300 lk., chunki ko'rish ishlari razryadi = 3, r – zaxira koeffisienti = 1,3 (xona va laboratoriyalar uchun)

S – yoritiladigan maydon = 30 m². z – bir tekis yoritilmaganlikni xarakterlovchi ko'rsatkich, $z = Eo'r / Emin$ – quyidagi munosabatlarga bog'liq $\lambda = L/h$, $\lambda a = La/h = 0,6$, $\lambda v = Lv/h = 1,5$. chunki λ yo'l qo'yilgan qiymatlardan yuqor bo'lgani uchun, $z=1,1$ (lyuminessent lamp uchun).

N – hisob-kitobdan oldingi mo'ljallangan yoritgichlar soni. Avval mo'ljallangan qatorlar soni n N o'rniga qo'yiladi unda, F – bir qator lampalar yorug'lik oqimi .

$N = F/F1$, bu erda $F1$ – har bir yoritgichdagi yorug'lik oqimi .

η - foydalanish koeffisienti. Uni topish uchun xona indeksi i topiladi va shipdagi aks etish koeffisienti baholanadi $\rho sh.(ship) = 70\%$, $\rho d. (devor) = 50\%$, $\rho r. (pol) = 30\%$.

$$F = 300 * 1,3 * 25 * 1,1 / 2 * 0,3 = 21450 \text{ lm.}$$

2x40 Vt lampali umumiy oqimi 5700 lm ni tashkil qilgan yoritgichlarni ikki qator qilib joylashtirish tavsiya etiladi.

IQTISODIY QISM

I. Loyxani texnik-iqtisodiy asoslash.

II. Investisiya xajmini aniqlash.

- Bino, inshootlar, dastgohlarning ijara qiymati investisiya xajmi
- Material ishlab chiqarish zaxirasi qiymati investisiya xajmi
- Tez yemiradigan va arzon buyumlarning ijara qiymati investisiya xajmi
- Nazorat- o'lchov asboblarning ijara qiymati investisiya xajmi
- Loyxani ishlab chiqarishga sarflangan investisiya hajmi qiymati

III.Yillik daromad,iqtisodiy samaradorlikni aniqlang.

IV.Xarajatlarni qoplanish muddatini aniqlang.

I. Loyxani texnik-iqtisodiy asoslash.

- Loyixaning maqsadi, vazifalari, ahamiyati, xozirgi talablariga javob bera olishi
- Loyixaning iqtisodiy samaradorligi, qo'llanish sferalari

II. Investisiya xajmini aniqlash .

Bitiruv ishi bo'yicha sarflanadigan xarajatlarini quyidagi keltirilgan jadvallarda keltiramiz.

Inventarlar va ulchov-nazorat asboblari sotib olish
investisiya xajmi

Tablisa 2.

№	Nomi	Soni	Donasining baxosi	NDS 20%	Umumiy qiymati NDS bilan
1	Kampyuter	1	2000000	40000	2400000
2	Disk	1	1000	200	1200
3	Dasturiy ta'minot	1	100000	20000	120000
	Jami				2521200

Asosiy fondlar kiymati

Tablisa 3.

№	Asosiy fondlar kiymati	Soni	Asosiy fondlar kiymati
1	Labaratoriya	1	300000
2	Uskunalar	2	1020000
	Jami	3	1320000

Amotizasiya ajratmasi AF 20% tashkil kiladi

$$A_{otch} = 20\% * OF/12$$

$$A_{otch} = 0.2 \times 1320000/12$$

$$A_{otch} = 22000 \text{ sum}$$

Joriy tamirlash va texnik xizmat uchun xarajatlar AF kiymatining 12%

$$R_m = 12\% * OF/12$$

$$R_t = 0,12 \times 1320000/12$$

Loyxani ishlab chikaruvchi ishchilarning ish xakini xisoblash

Tablisa 4.

Bajariladigan ishlar nomi	Lavozimi	Kunlar	Ortacha bir Kunlik ish xajmi	Bajarilgan Ishning qiymati
Loyiha mavzusini tanlash va shakllantirish	SNS	1	15000	15000
Mavzu bo'yicha ITA tanlash va o'rganish	MNS	2	7050	14100
Intrfeus dasturini ishlab chiqish	MNS	2	7050	14100
Ma'ruza matnini kiritish	MNS	3	7050	21150
Dasturni sozlash	MNS	1	7050	7050
Komplyeks dasturlarni tyestdan o'tkazish	MNS	2	7050	14100
Xatolarni topish	MNS	2	7050	14100
Xatolarni topish	MNS	2	7050	14100
Iqtisodiy qism	MNS	2 1	7050 15000	14100 15000
Myehnatni muhofaza qilish	MNS SNS	2 1	7050 15000	14100 15000
Bitiruv ishi qo'l yozmasini tayorlash	MNS	1	7050	7050
Taqriz berish	SNS	1	15000	15000
Bitiruv ishini himoya	MNS	1	7050	7050
Jami		24		201000

Asosiy ish haqi – barcha ishchilarning ish xaqi va 40% miqdori mukofot pulning yeg'indisi sifatida aniqlanadi

$$Z_{osn} = SOT * 0,4 + SOT$$

$$Z_{osn} = 201000 \times 1,4$$

$$Z_{osn} = 281400 \text{ sum}$$

Qo'shimcha ish xaqi asosiy ish haqining 10% hisobida olinadi

$$Z_d = K_d * Z_{osn}$$

$$Z_d = 0,1 \times 281400$$

$$Z_d = 28140 \text{ sum}$$

Myehnatga haq to'lash fondi asosiy va qo'shimxa ish xaqi to'lash fondi asosiy va qo'shimcha ish xaqilarining yig'indisi sifatida aniqlanadi

$$FOT = Z_{osn} + Z_d$$

$$FOT = 281400 + 28140$$

$$FOT = 309540 \text{ cym}$$

Ijtimoiy ehtiyojlarga xarajatlar FOT dan 27% miqdorida hisoblanadi

$$OFSS = 25\% * FOT$$

$$OFSS = 0,25 \times 309540$$

$$OFSS = 77385 \text{ cym}$$

Transport xarajatlari asosiy ish xaqidan 20%

$$R_{mr} = 0,2 \times Z_{osn}$$

$$R_{mr} = 0,2 \times 281400$$

$$R_{mr} = 56280 \text{ cym}$$

Ishlab chiqarish ehtiyojlari uchun issiqlik xarajatlari

Uzunligi -6

Eni-4

$$V = \text{Uzunligi} \times \text{Eni}$$

$$V = 6 \times 4 = 24 \text{ m}^2$$

$$V = 24 \times 663,05 = 15913,2 \text{ cym}$$

Elektr energiyasiga bo'lgan xarajatlar quyidagi formuladan aniqlanadi

$$W = N * T * S$$

N- o'rnatilgan quvvat, kVt

T- ishlatilgan vaqt

S- 1 kVT/ soat elektr energiya narxi

$$W = 1 \times 144 \times 112,2$$

$$W = 16156,8 \text{ cym}$$

Investisiya xajmi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$K = MPZ + FOT + Aof + \sum R$$

$$K = 144000 + 309540 + 22000 + 101550 = 577090 \text{ cym}$$

Urganilgan ishning xarajat smetasi

Tablisa 5.

	Xarajatlarning nomi	Summa Qiymati
1	Bajarilgan ishning qiymati	827313,825
2	Ishlab chiqarish xarajatlari	636395,25
3	Ishlab chiqarish tannarxi	605441,25
4	Davr xarajatlari	30954
5	Material xarajatlari	176070
6	Xom-ashyo	144000
7	Elektroenergiya	32070
8	FOT	309540
9	Ijtimoiy sug'urta	77385
10	Amortizasiya	22000
11	Boshqa xarajatlari	20446,25
12	Asosiy ish xaqi	201000

	Ko'rsatkichlar nomi	O'lcho'irligi	Qiymati	Izoh
1	Bajarilgan ishning qiymati	Sum	827313,825	Tablisa
2	Ishlab chiqarish xarajatlari	Sum	636395,25	Tablisa
3	Investisii	Sum	577090	Formula
4	Iqtisodiy samara	Sum	190918,575	Formula
5	Qoplanish muddati	Oy	3	Formula
6	Rentabillik	%	33	Formula

Bajarilgan ishning iqtisodiy samaradorligini aniqlash

Tablisa 6.

Iqtisodiy samarani quyidagi formuladan aniqlaymiz

$$E = (S1 - S2) * Q$$

$$S1 = S2 * 1,3$$

C1 i S2 – avvalgi va keyingi tannarx,

Q – ishlab chiqarish xajmi

$$E = (827313,825 - 636395,25) \times 1$$

$$E = 190918,575 \text{ cym}$$

Rentabellikni aniqlaymiz

$$R = E * 100\% / K$$

$$R = 190918,575 \times 100\% / 577090$$

$$R = 33\%$$

Qoplanish muddatini aniqlaymiz

$$Tok = K / E$$

E - iqtisodiy samara

K- kapital

$$Tok = 577090 / 190918,575$$

$$Tok = 3$$

Xulosa

“Elektronika va mikroelektronika” fanida yarimo‘tkazgichli asboblarni hisoblash bo‘yicha kurs ishlari mavjuddir. Malakaviy bitiruv ishda MDYa-tranzistorlar parametrlarini hisoblashlashga mo‘ljallangan dastur yaratildi. Dasturlashda HTML va java script dastur tilidan foydalanildi. Dasturning afzalliklari quyidagilardir:

1. Internetga joylashtirish mumkin.
2. Talaba mustaqil va tez hisoblashni amalgam oshirishi mumkin.
3. Bir biriga bog‘liq bo‘lgan qiymatlar dastur tuzilayotgan vaqt bog‘lanish amalgam oshirilgan.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Степаненко И.П. “Основы микроэлектроники”//М., Сов, радио.1980.
2. Зи С.М. “Физика полупроводниковых приборов”//М., Мир,2 кн., 1984.
3. Степаненко И.П. “Основы теории транзисторов и транзисторных схем”// М.,Энергия, 1973.
4. Жеребцов И.П. “Основы электроники”// М., Энергоатомиздат, 1990.
5. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. “Электроника”//М., Высшая школа, 1991.
6. Тугов Н.М. “Полупроводниковые приборы”//М., Высшая школа, 1990.
7. “Справочник по полупроводниковым приборам “//Под ред. Горюнова П.Н.,М., 1983.
8. Пасинков В.В. и др “Полупроводниковые приборы”// М., Высшая школа, 1966.
9. Березин В.М. “Электронные приборы”//М., Высшая школа, 1985.
- 10.Ефимов И.Е. “Микроэлкетроника”//М., Высшая школа, 1985.
- 11.www.gow.ru
- 12.www.electronics.ru