

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**OLY TA‘LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI TASHKIL ETISH
BOSH ILMIY - METODIK MARKAZI**

**O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI
QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ
(MINTAQAVIY) MARKAZI**



**“MEXATRONIKA VA ROBOTOTEXNIKA”
MODULI BO‘YICHA
O‘QUV – USLUBIY MAJMUA**

Toshkent – 2022

**Mazkur o‘quv-uslubiy majmua Oliy va o‘rta maxsus ta’lim
vazirligining 2020 yil 7 dekabrdagi 648-sonli buyrug‘i bilan
tasdiqlangan o‘quv reja va dastur asosida tayyorlandi.**

Tuzuvchi: O‘zMU, Mexanika va matematik modellashtirish
kafedrası mudiri, f.-m.f.d., professor
A.B.Axmedov

Taqrizchilar: Kimyo va texnologiya instituti professori f.-m.f.d. I.Safarov
O‘zMU, Mexanika va matematik modellashtirish kafedrası
professor, f.-m.f.d., A.Xoljigitov

**O‘quv -uslubiy majmua Bosh ilmiy-metodik markaz Ilmiy metodik
Kengashining qarori bilan nashrga tavsiya qilingan
(2020 yil “30” dekabrdagi 5/4-sonli bayonnoma)**

MUNDARIJA

I. ISHCHI DASTUR	4
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI	9
III. NAZARIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI	13
IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI	32
V. GLOSSARIY	62
VI. ADABIYOTLAR RO‘YXATI	64

I. ISHCHI DASTUR **Kirish**

Dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-son, 2019 yil 27 avgustdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-son, 2019 yil 8 oktabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-sonli Farmonlari hamda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentabrdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 797-sonli Qarorlarida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish, sohaga oid ilg‘or xorijiy tajribalar, yangi bilim va malakalarni o‘zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish ko‘nikmalarini takomillashtirishni maqsad qiladi.

Dastur doirasida berilayotgan mavzular ta’lim sohasi bo‘yicha pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish mazmuni, sifati va ularning tayyorgarligiga qo‘yiladigan umumiy malaka talablari va o‘quv rejalari asosida shakllantirilgan bo‘lib, uning mazmuni kredit modul tizimi va o‘quv jarayonini tashkil etish, ilmiy va innovatsion faoliyatni rivojlantirish, pedagogning kasbiy professionalligini oshirish, ta’lim jarayoniga raqamli texnologiyalarni joriy etish, maxsus maqsadlarga yo‘naltirilgan ingliz tili, mutaxassislik fanlar negizida ilmiy va amaliy tadqiqotlar, o‘quv jarayonini tashkil etishning zamonaviy uslublari bo‘yicha so‘nggi yutuqlar, pedagogning kreativ kompetentligini rivojlantirish, ta’lim jarayonlarini raqamli texnologiyalar asosida individuallashtirish, masofaviy ta’lim xizmatlarini rivojlantirish, vebinar, onlayn, «blended learning», «flipped classroom» texnologiyalarini amaliyotga keng qo‘llash bo‘yicha tegishli bilim, ko‘nikma, malaka va kompetensiyalarni rivojlantirishga yo‘naltirilgan.

Qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishining o‘ziga xos xususiyatlari hamda dolzarb masalalaridan kelib chiqqan holda dasturda tinglovchilarning mutaxassislik fanlar doirasidagi bilim, ko‘nikma, malaka hamda kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar takomillashtirilishi mumkin.

Modulning maqsadi va vazifalari

Modulning maqsadi: mexatronikaning nazariy asoslarini o‘rgatish, mexatronika xaqida asosiy tushunchalarni, mexatron modullar va ularga asoslangan mexatron tizimlar strukturasi, tarkibiy qismlarining vazifasini va o‘zaro bog‘lanish shart-sharoitlarini, yangi avlod mashinalari – mexatron modullar va robototexnik tizimlardagi mexatron kurilmalar turlari, ularni qurish va boshqarish bo‘yicha tushunchalar berish, mexatron tizimlarni taxlil va sintez qilishda ilmiy tadqiqot ishiga va innovatsion faoliyatga tayyorlash, nazariy bilimlarni amalda qo‘llash ko‘nikmalarini xosil qilish

Modulning vazifalari:

- mexatronika va robototexnika asoslari, mexatron modullar va tizimlarni qurish prinsiplari bilai tanishtirish;
- mexatron va robototexnik tizimlarning boshqarish qurilmasi, yuritmalari va datchiklarining vazifasini tushuntirish;
- mexatronika va robototexnikadagi zamonaviy boshqaruv usullari va mikrokontrollerli boshkaruv tizimlarini qurish asoslarini o‘rganish;

Modul bo‘yicha tinglovchilarning bilimi, ko‘nikmasi, malakasi va kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar

Modulni o‘zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- Mexatronika va robototexnika asoslari, mexatron va robototexnik tizimlarning tarkibiy qismlari va ularning vazifalari, raqamli sxematexnika va kuch elektronikasi, ijrochi qurilmalar, elektromagnitlar, o‘zgaruvchan va doimiy tok dvigatellari, gidravlik va pnevmatik yuritmalarni *bilishi* kerak.

- Sezgi elementlari, datchiklar va sensorlar. Mexatron va robototexnik tizimlarni tahlil etish *ko‘nikmalariga* ega bo‘lishi lozim.

- Robotlarni davriy, pozitsion va konturli boshqarish tizimlarini, dasturli, adaptiv va intellektual boshqarish tizimlari xaqidagi bilimlardan foydalanib ta’lim jarayonida foydalanish *malakalariga* ega bo‘lishi lozim.

- ta’lim tizimida mexatronika va robototexnika bilan bog‘liq ma’lumotlardan foydalanib ta’lim jarayonini boshqarish *kompetensiyalariga* ega bo‘lishi lozim.

Modulni tashkil etish va o‘tkazish bo‘yicha tavsiyalar

Modulni o‘qitish ma’ruza, amaliy va ko‘chma mashg‘ulotlar shaklida olib boriladi.

Modulni o‘qitish jarayonida ta’limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo‘llanilishi nazarda tutilgan:

- ma’ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;

- o‘tkaziladigan amaliy mashg‘ulotlarda texnik vositalardan, ekspresso‘rovlar, test so‘rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o‘tkazish, va boshqa interaktiv ta’lim usullarini qo‘llash nazarda tutiladi.

Modulning o‘quv rejadagi boshqa modullar bilan bog‘liqligi va uzviyligi

“Mexatronika va robototexnika” moduli mazmuni o‘quv rejadagi “Boshqariladigan tizimlar mexanikasi” va “Mexanikada matematik modellashtirish” o‘quv modullari bilan uzviy bog‘langan holda pedagoglarning ta’lim jarayonida mexatron va

robototexnik tizimlardan foydalanish bo'yicha kasbiy pedagogik tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

Modulning oliy ta'limdagi o'rni

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar ta'lim jarayonida mexatron va robototexnik tizimlardan foydalanish va amalda qo'llashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo'lalilar.

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Auditoriya uquv yuklamasi			
		Жами	jumladan		
			Назарий	Амай машғулот	Кўчма машғулот
1.	Mexatronika va robototexnika asoslari. Mexatron va robototexnik tizimlarning tarkibiy qismlari va ularning vazifalari.	4	2	2	
2.	Mexatron va robototexnik tizimlarni davriy, pozitsion, konturli, dasturli, adaptiv va intellektual boshqarish tizimlari.	6	2	2	2
3	Ijrochi qurilmalar, elektromagnitlar. o'zgaruvchan va doimiy tok dvigatellari, gidravlik va pnevmatik yuritmalar.	6	2	2	2
4	Sezgi elementlari, datchiklar va sensorlar. Raqamli sxematexnika va kuch elektronikasi.	4		2	2
	Jami:	20	6	8	6

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu. Mexatronika va robototexnika asoslari. Mexatron va robototexnik tizimlarning tarkibiy qismlari va ularning vazifalari (2 soat).

- 1.1. Mexatronika va robototexnika asoslari
- 1.2. Mexatron va robototexnik tizimlarning tarkibiy qismlari.
- 1.3. Mexatron va robototexnik tizimlarning vazifalari

2-mavzu. Mexatron va robototexnik tizimlarni davriy, pozitsion, konturli, dasturli, adaptiv va intellektual boshqarish tizimlari

(2 soat).

- 2.1. Mexatron va robototexnik tizimlarni davriy boshqarish tizimlari
- 2.2. Mexatron va robototexnik tizimlarni pozitsion boshqarish tizimlari
- 2.3. Mexatron va robototexnik tizimlarni konturli boshqarish tizimlari
- 2.4. Mexatron va robototexnik tizimlarni dasturli boshqarish tizimlari
- 2.5. Mexatron va robototexnik tizimlarni adaptiv va intellektual boshqarish tizimlari

3-mavzu. Ijrochi qurilmalar, elektromagnitlar. o'zgaruvchan va doimiy tok dvigatellari, gidravlik va pnevmatik yuritmalar (2 soat).

- 3.1. Ijrochi qurilmalar.
- 3.2. Elektromagnitlar.
- 3.3. O'zgaruvchan va doimiy tok dvigatellari. 3.4. Gidravlik va pnevmatik yuritmalar.

AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-amaliy mashg'ulot. Mexatronika va robototexnika asoslari. Mexatron va robototexnik tizimlarning tarkibiy qismlari va ularning vazifalari (2 soat).

2-amaliy mashg'ulot. Mexatron va robototexnik tizimlarni davriy, pozitsion, konturli, dasturli, adaptiv va intellektual boshqarish tizimlari (2 soat).

3-amaliy mashg'ulot. Ijrochi qurilmalar, elektromagnitlar. o'zgaruvchan va doimiy tok dvigatellari, gidravlik va pnevmatik yuritmalar (2 soat).

4-amaliy mashg'ulot. Sezgi elementlari, datchiklar va sensorlar. Raqamli sxematexnika va kuch elektronikasi (2 soat).

KO'CHMA MASHG'ULOT MAZMUNI

Ko'chma mashg'ulot. Mexatron va robototexnik tizimlarni davriy, pozitsion, konturli, dasturli, adaptiv va intellektual boshqarish tizimlari. Ijrochi qurilmalar, elektromagnitlar. o'zgaruvchan va doimiy tok dvigatellari, gidravlik va pnevmatik yuritmalar. Sezgi elementlari, datchiklar va sensorlar. Raqamli sxematexnika va kuch elektronikasi.

(6 soat).

TDTU Mexatron va robototexnik tizimlarning boshqarish qurilmalari, ijrochi qurilmalari, yuritmalari. datchiklari va sensorlari bilan tanishish.

O'QITISH SHAKLLARI

Mazkur modul bo'yicha quyidagi o'qitish shakllaridan foydalaniladi: - ma'ruzalar, amaliy mashg'ulotlar (ma'lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, aqliy qiziqishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);

- davra suhbatlari (ko'rilayotgan loyiha yechimlari bo'yicha taklif berish qobiliyatini oshirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);

- bahs va munozaralar (loyihalar yechimi bo'yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar yechimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI

Xulosalash (Rezyume, Veyer) metodi

Metodning maqsadi: Bu metod murakkab, ko‘ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo‘yicha o‘rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o‘quvchilarning mustaqil g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. “Xulosalash” metodidan ma’ruza mashg‘ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy mashg‘ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

Metodni amalga oshirish tartibi:



trener-o‘qituvchi ishtirokchilarni 5-6 kishidan iborat kichik guruhlariga ajratadi;



trening maqsadi, shartlari va tartibi bilan ishtirokchilarni tanishtirgach, har bir guruhga umumiy muammoni tahlil qilinishi zarur bo‘lgan qismlari tushirilgan tarqatma materiallarni tarqatadi;



har bir guruh o‘ziga berilgan muammoni atroflicha tahlil qilib, o‘z mulohazalarini tavsiya etilayotgan sxema bo‘yicha tarqatma materialga yozma bayon qiladi;



navbatdagi bosqichda barcha guruhlar o‘z taqdimotlarini o‘tkazadilar. Shundan so‘ng, trener tomonidan tahlillar umumlashtiriladi, zaruriy axborotlar bilan to‘ldiriladi va mavzu yakunlanadi.

Namuna:

Tahlil turlarining qiyosiy tahlili					
Tizimli tahlil		Syujetli tahlil		Vaziyatli tahlil	
Afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
Mummoni kelib chiqish sababli va kechish jarayonini aloqadorligi jihatidan o'rganish imkoniyatiga ega	Alohida tayyorgarlikka ega bo'lishni, ko'p vaqt ajratishni talab etadi	O'z vaqtida munosabat bildirish imkoniyatini beradi	Munosabat boshqa bir syujetga nisbatan qo'llanishga yaroqsiz	Vaziyat ishtirokchilarining (obyekt va subyekt) vazifalarini belgilab olish imkonini beradi	Dinamik xususiyatni belgilab olish uchun qo'llab bo'lmaydi
Xulosa: Tahlilning barcha turlari ham o'zining afzalligi va kamchiligi bilan bir biridan farqlanadi. Lekin, ular qatoridan pedagogik faoliyat doirasida qaror qabul qilish uchun					
tizimli tahlildan foydalanish joriy kamchiliklarni bartaraf etishga, mavjud resurslardan maqsadli foydalanishda afzalliklarga egaligi bilan ajralib turadi.					

“FSMU” metodi

Texnologiyaning maqsadi: Mazkur texnologiya ishtirokchilardagi umumiy fikrlardan xususiy xulosalar chiqarish, taqqoslash, qiyoslash orqali axborotni o'zlashtirish, xulosalash, shuningdek, mustaqil ijodiy fikrlash ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Mazkur texnologiyadan ma'ruza mashg'ulotlarida, mustahkamlashda, o'tilgan mavzuni so'rashda, uyga vazifa berishda hamda amaliy mashg'ulot natijalarini tahlil etishda foydalanish tavsiya etiladi.

Texnologiyani amalga oshirish tartibi:

- qatnashchilarga mavzuga oid bo'lgan yakuniy xulosa yoki g'oya taklif etiladi;
- har bir ishtirokchiga FSMU texnologiyasining bosqichlari yozilgan qog'ozlarni tarqatiladi;

- ishtirokchilarning munosabatlari individual yoki guruhiiy tartibda taqdimot qilinadi.

□



□

FSMU tahlili qatnashchilarda kasbiy-nazariy bilimlarni amaliy mashqlar va mavjud tajribalar asosida tezroq va muvaffaqiyatli o'zlashtirilishiga asos bo'ladi.

Namuna.

Fikr: *“Tizim atrof muhitdan ajralgan, u bilan yaxlit ta'sirlashuvchi, bir-biri bilan o'zaro bog'langan elementlar majmuasi bo'lib, tadqiqotlar obyektini sanaladi”.*

Topshiriq: Mazkur fikrga nisbatan munosabatingizni FSMU orqali tahlil qiling.

“Assesment” metodi

Metodning maqsadi: mazkur metod ta'lim oluvchilarning bilim darajasini baholash, nazorat qilish, o'zlashtirish ko'rsatkichi va amaliy ko'nikmalarini tekshirishga yo'naltirilgan. Mazkur texnika orqali ta'lim oluvchilarning bilish faoliyati turli yo'nalishlar (test, amaliy ko'nikmalar, muammoli vaziyatlar mashqi, qiyosiy tahlil, simptomlarni aniqlash) bo'yicha tashxis qilinadi va baholanadi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

“Assesment” lardan ma'ruza mashg'ulotlarida tinglovchilarning mavjud bilim darajasini o'rganishda, yangi ma'lumotlarni bayon qilishda, amaliy mashg'ulotlarda esa mavzu yoki ma'lumotlarni o'zlashtirish darajasini baholash, shuningdek, o'z-

o'zini baholash maqsadida individual shaklda foydalanish tavsiya etiladi. Shuningdek, o'qituvchining ijodiy yondashuvi hamda o'quv maqsadlaridan kelib chiqib, assesmentga qo'shimcha topshiriqlarni kiritish mumkin.

Namuna. Har bir katakdagi to'g'ri javobni baholash mumkin.

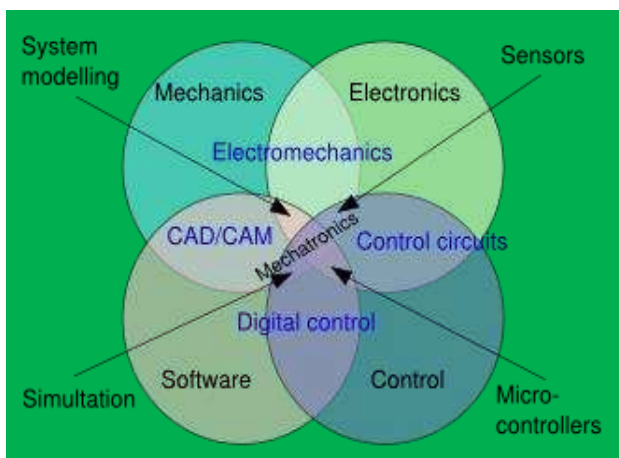
III.NAZARIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

1-Ma’ruza. MEXATRONIKA VA ROBOTOTEXNIKA ASOSLARI. MEXATRON VA ROBOTOTEXNIK TIZIMLARING TARKIBIY QISMLARI VA ULARNING VAZIFALARI.

Mexatronika tushunchasi

Mexatronika ta’rifi.

Mexatronika – fan va texnikaning yangi soxasi bo‘lib, funksional xarakti intellektual boshqariladigan, sifat jixatdan yangi turdagi modul, tizim va mashinalarni loyixalash va ishlab chiqarish uchun aniq mexanika, zamonaviy elektronika, boshqaruv va dasturlash tizimlarining sinergetik integratsiyasi.



Mexanika
Elektronika

Elektromexanika
Boshqarish sxemalari
Raqamli boshqaruv

Modellash tizimlari
Sensorlar va datchiklar
Mikrokontrollerlar
Simulyatorlar

Avtomatik loyixalash

Boshqaruv

Dasturiy ta'minot

Keyingi yillarda butun dunyoda fan va texnika sohasida yangi yo'nalish bo'lgan mexatronika paydo bo'ldi va shiddat bilan rivojlanmoqda. Mexatronika mexanika, elektronika, hozirgi zamon kompyuterli boshqarish va informatsiyani qayta ishlash metodlari sohalari bilimlariga asoslanadi.

Mexatron modullar va sistemalar yangi xususiyatlarga ega bo'lgan texnologik mashinalar va agregatlar, robotlarni yaratishning asosi hisoblanadi.

Mexatronika shunday fan va texnikaning sohasiki, unda mexanika, elektronika, kompyuter komponentlarining senergetik bog'lanishlari aks ettirilgan bo'ladi, bu esa o'z navbatida sifat jihatdan yangi bo'lgan modullar, sistemalarning funksional harakatlarini va intellektual boshqarishni ta'minlaydi. Senergiya (grekcha) – umumiy maqsadga yetishishga qaratilgan birgalikdagi harakat. Mexatronikaning komponentlari 8.1rasmda keltirilgan.

Mexatronika va mexatron texnologiyalarning metodlari universal hisoblanadi, ular yordamida murakkab texnik sistemalarni yaratish, avtomatlashtirilgan loyihalash, mashinalarni va robotlarni modul prinsipi asosida qurish imkoniyati mavjud.

Hozirgi kunda mexatron modullar va sistemalar quyidagi sohalarda keng qo'llaniladi:

- mashinasozlik;
- sanoat va maxsus robototexnika;
- aviatsiya va kosmik texnika;
- elektron mashinasozlik;
- avtomobilsozlik;

- mikromashinalar;
- nazorat-o'lov qurilmalari va mashinalari; - intellektual mashinalar va h.k.

Mechatronics Systems



Mexatron modullarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- mashinalar va sistemalarning sifat jihatdan yangi funksional masalalarini bajara olish;
- mashinalar ishchi organlarining o'ta yuqori tezligini ta'minlash;
- modullarning ultrapretsizion harakatlarini mikro- va nanotexnologiyalarda amalga oshirish;
- modullarning va harakatlanuvchi sistemalarning kompaktiligi;
- ko'p koordinatali mashinalarning yangi kinematik strukturalari va konstruktiv kompanovkalarini olish;
- o'zgaruvchi va noaniq tashqi muhitda sistemalarning intellektual faoliyatini ta'minlash.

Zamonaviy mexatron modullarning sinflanishi

Zamonaviy mexatron sistemalarni loyixalash modul prinsiplarga va texnologiyalarga asoslangan.

Umuman mexatron modullar quyidagi turlarga bo'lindi (8.2-rasm):

- harakat moduli;
- harakat mexatron moduli;
- intellektual mexatron moduli.

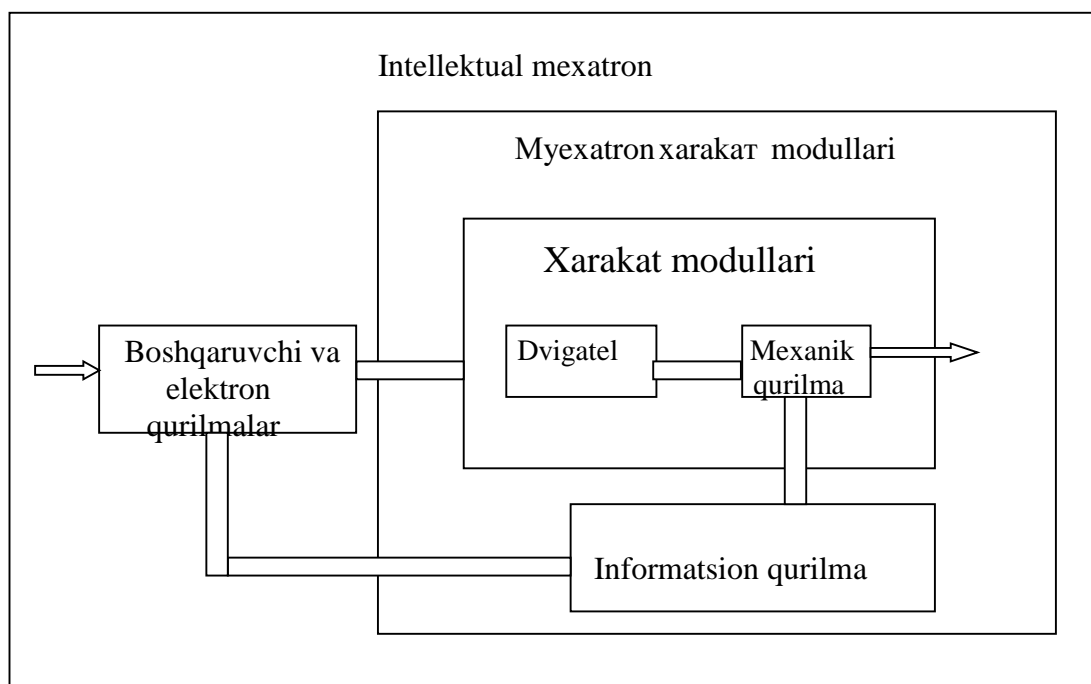
Modul (M) mashinaning unifikatsiyalangan funksional qismi bo'lib, konstruktiv jihatdan mustaqil qurilma hisoblanadi.

Mexatron modul (MM)- funksional va konstruktiv jihatdan mustaqil qurilma bo'lib, turli fizik tabiatga ega bo'lgan qismlardan tashkil topadi va ular sinergetik apparat - programmaviy integratsiyalangan bo'ladi.

Odatda mexatron modullar bir koordinata bo'yicha harakatni (aylanma yoki chiziqli) amalga oshiradi va kamdan-kam ikki erkinlik darajasiga ega.

Harakat moduli (HK)- konstruktiv va funksional mustaqil qurilmadir. U boshqariluvchi dvigatel va mexanik qurilmadan tashkil topadi. Harakat modulining odatdagi yuritmadan farqi shundan iboratki, unda dvigatelning vali, harakatni mexanik o'zgartirgichning elementi sifatida ishlatiladi.

Zamonaviy mexatron modullarda juda ko'p elektr mashinalar ishlatiladi ya'ni asinxron va sinxron o'zgarmas tok dvigatellari, qadamli va pyezoelektrik dvigatellar va boshqalar bular qatoriga kiradi.



8.2.rasm. Mexatron modullarning sinflanishi.

Mexanik qurilmaning tarkibiga turli xil reduktorlar, harakatni o'zgartirgichlar, variatorlar va boshqalar.

Mexatron harakat moduli (MHM) – konstruktiv va funksional mustaqil qurilma bo'lib, uning tarkibiga boshqariluvchi dvigatel, mexanik va informatsion qurilma kiradi. Informatsion qurilma o'z ichiga teskari aloqa sxemalari va informatsiya datchiklarni, xamda signallarni qayta ishlovchi, o'zgartiruvchi elektron bloklarni oladi. Bunday datchiklarga fotoimpuls datchiklar (inkoderlar), optik chizg'ichlar, aylanma transformatorlar kiradi, ular harakatning tezligi va holati bo'yicha informatsiya olish imkonini beradilar.

Intellectual mechatron modul (IMM) – konstruktiv va funksional mustaqil qurilma bo'lib dvigatel, mexanik, informatsion, elektron va boshqaruvchi qismlarning sinergetik integratsiyasi asosida quriladi.

Shunday qilib, IMMning konstruksiyasida mexatron harakat modullariga nisbatan qo'shimcha boshqaruvchi va elektron qurilmalar o'rnatilgan bo'ladi va ular modullarning intellektual xususiyatga ega bo'lishini ta'minlaydi. Bu guruhga raqamli hisoblash qurilmalari (mikrokontrollerlar, protsessorlar, signal

protessorlari va h.k.), elektron kuch o'zgartirgichlari, aloqa va bog'lanish kompyuter qurilmalari kiradi.

Mexatronika ta'rifiga faqat mexatron modullar mos keladi.

Mexatron mashinalar ko'p o'lchamli sistemalar bo'lib, ular ikki va undan ortiq modullar asosida yaratiladi.

Ishlab chiqarish sistemalari uchun mo'ljallanilgan mexatron mashina robotning umumlashgan struktura sxemasi 8.3-rasmda keltirilgan.

Ko'rilayotgan mashinalar (robotlar) uchun tashqi muhit texnologik muhitdan iborat bo'ladi va u texnologik jihozlardan, texnologik qurilmalardan va obyektlardan tashkil topadi. Tashqi muhitlarni asosan ikki sinfga bo'lish mumkin: determinirlangan va nodeterminirlangan .

Determinirlangan muhitlarga tashqi ta'sir parametrlari va obyektlar xarakteristikalarini oldindan kerakli aniqlikda ma'lum bo'lgan muhitlar kiradi. Ayrim muhitlar o'zining tabiati bo'yicha nodeterminirlangan bo'ladi, masalan, ekstremal suv osti va yer osti muhitlari.

Texnologik muhitlarning xarakteristikalarini analitik tajriba tadqiqotlari yordamida va kompyuterli modellashtirish metodlari orqali aniqlanadi.

2-mavzu. MEXATRON VA ROBOTOTEXNIK TIZIMLARNI

DAVRIY, POZITSION, KONTURLI, DASTURLI, ADAPTIV VA INTELLEKTUAL BOSHQARISH TIZIMLARI.

Sanoat robotlarining boshqarish sistemalari boshqarish turiga qarab quyidagi guruhlarga bo'linadi: programmali, adaptiv va intellektual. Bunday bo'linishning asosini robotlarni boshqarish uchun zarur informatsiya olish usuli, sanoat roboti harakatini boshqarish prinsipi tashkil qiladi.

Harakatni boshqarish prinsipi bo'yicha robotlarning boshqarish sistemalari programma asosida boshqariladigan sistemalarga, tashqi muhit haqidagi informatsiya bo'yicha ishlaydigan boshqarish sistemalariga va aralash sistemalarga bo'linadi [5].

Programmali boshqarish sistemalari sanoat robotlarini boshqarish sistemalari iyerarxiyasida past o'rinda turadi. Bunday boshqarish sistemalari robotning va tashqi muhitning to'la aniq bo'lishini va ishlash sharoitining o'zgarmasligini talab qiladi.

1 – rasmda sanoat robotining boshqarish sistemasining funksional sxemasi keltirilgan. Bu sistemaning ishlashi quyidagi parametrlar bilan xarakterlanadi: Y – boshqarish ob'ektining holatini xarakterlovchi vektor

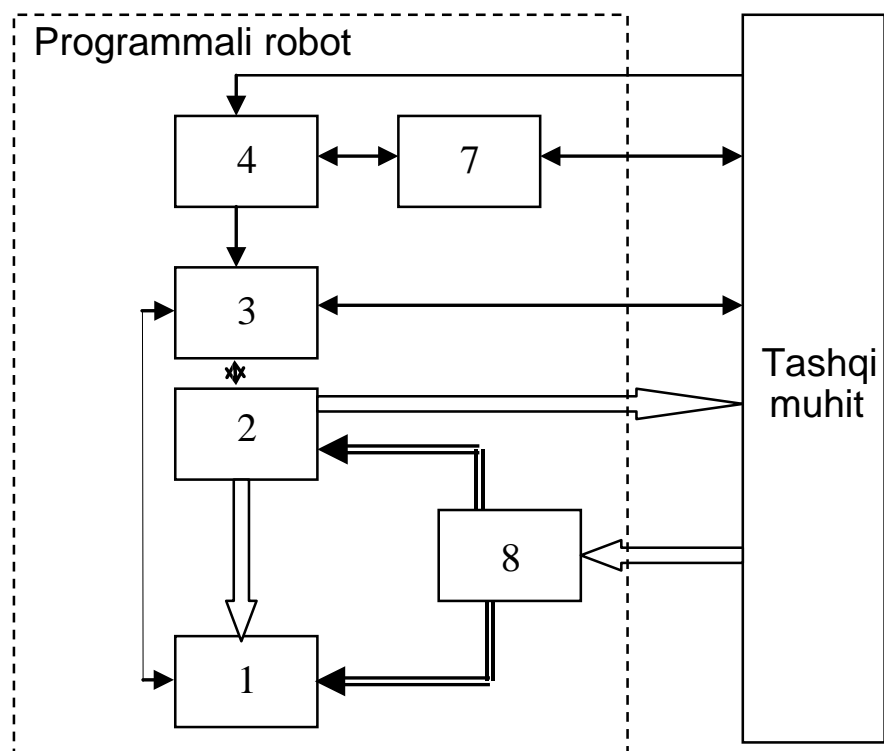
(ishchi qurilmalar harakat darajalarining koordinatalari); G – berilgan ta'sir, boshqarish programmasi shaklida bo'lib, boshqariladigan kattalik Y ning berilgan o'zgarish qonuni bo'yicha informatsiyani o'z ichiga oladi va

programma - vaqt qurilmasiga kiritiladi. Ushbu $Y(t) = \bar{Y}_b(t)$ tenglikka rioya qilinsa, programmaning aniq bajarilishi amalga oshiriladi va shunga mos ravishda robot ishchi qurilmalarning kerakli siljishlari amalga oshiriladi, ya'ni har bir yuritma o'ziga taaluqli harakat darajasiga mos

keluvchi $\bar{G}(t)$ programmani bajaradi va natijada to'liqligicha kerakli harakat amalga oshiriladi.

Dasturlashtirilgan robotlarga avtomatik ishlovchi programmali boshqariladigan robotlar kiradi, ularda manipulyatsion operatsiyalarning xarakteriga qarab programmalash va mexanik qurilmalarining ishlashi nisbatan oson moslashtiriladi. Bunday robotlarda boshqarish qurilmasi sifatida programmali boshqarish qurilmasi yoki kompyuter ishlatiladi. Birinchi avlod robotlari yetarli darajada universal va ko'p imkoniyatlarga yega hisoblanadi. Mavjud avtomatlashtirish vositalariga qaraganda birinchi avlod sanoat robotlari yangi topshirilarni bajarishga tez va yaxshi moslashadi.

Dasturlashtirilgan robotning struktura sxemasi 2.5rasmda keltirilgan



2.5- rasm. Programmali robot sxemasi

2.5 Rasm Dasturlashtirilgan robotning struktura sxemasi

Dasturlashtirilgan robotda adaptiv robotdagi sensor qurilmalar bo‘lmaydi, ularda faqat xolat, tezlik va kuch datchiklari qo‘llaniladi. Masalan, konveyerda detal kelayotgan bo‘lsa va agar detal tugab olsa, dasturlashtirilgan robot detal yo‘qligini sezmaydi, adaptiv robot yesa o‘zining sensor qurilmalari yordamida detal yo‘ligi bo‘yicha informatsiya olib, o‘z dasturini o‘zgartiradi. Shunday qilib, adaptiv robot ishlash jarayonida tashi muhitga moslasha oladi.

Adaptiv va programmali robotlarning ishlash prinsiplari.

Adaptiv robotlar, ular tashqi muhit o‘zgarishlariga moslasha oladi. Adaptiv robotlarning birinchi avlod programmali robotlarga qaraganda funksional imkoniyatlari keng bo‘ladi. Tashqi muhit bo‘yicha informatsiyani olishda turli xil sensor qurilmalardan foydalaniladi.

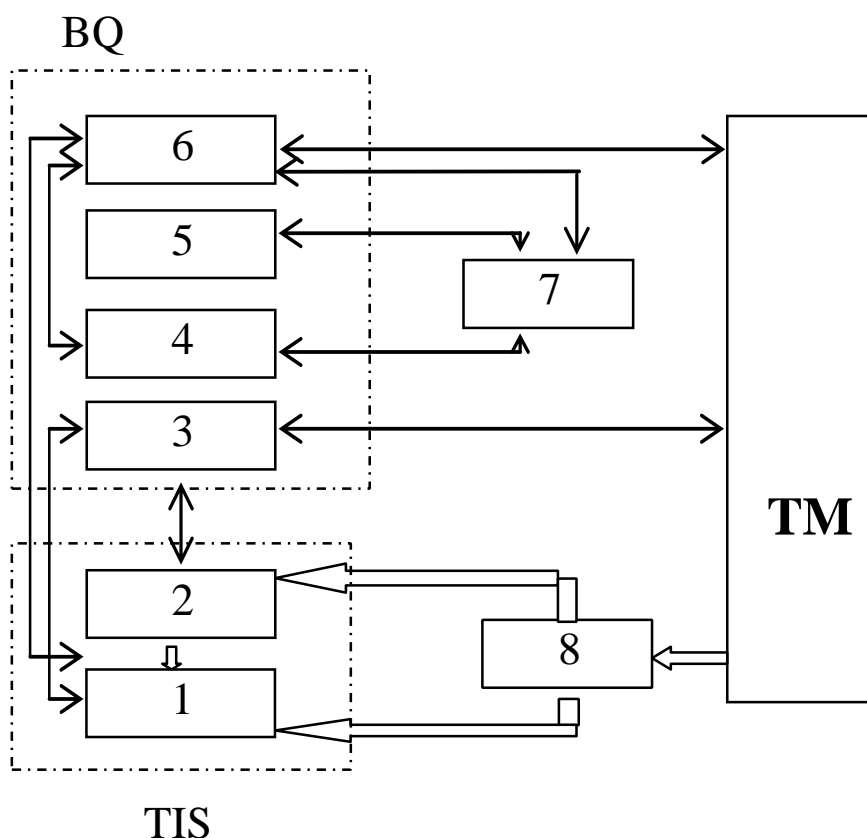
Adaptiv robot dasturlashtirilgan robotlarga qaraganda tashi muhit o‘zgarishlariga moslashi oladi, ularda adaptatsiya tashqi muhitdan sensor qurilmalari orqali olingan informatsiya asosida boshqarish amalga oshiriladi. Adaptiv robotlarning dasturiy ta‘minotlari 1- avlod robotlariga nisbatan mukammal tuzilgan.

Dasturlashtirilgan robotlarga avtomatik ishlovchi programmali boshqariladigan robotlar kiradi, ularda manipulyatsion operatsiyalarning

xarakteriga qarab programmalash va mexanik qurilmalarining ishlashi nisbatan oson moslashtiriladi. Bunday robotlarda boshqarish qurilmasi sifatida programmali boshqarish qurilmasi yoki kompyuter ishlatiladi. Birinchi avlod robotlari yetarli darajada universal va ko'p imkoniyatlarga ega hisoblanadi. Mavjud avtomatlashtirish vositalariga araganda birinchi avlod sanoat robotlari yangi topshirilarni bajarishga tez va yaxshi moslashadi.

2.1.Intellektual robot umumiy sxemasi.

Intellektual robotlar tashqi muhitni o'zida aks ettira oladi, avtomatik ravishda bajarilishi kerak bo'lgan harakatlar bo'yicha qaror qabul qilish imkoniyatiga ega. Intellektual robotlar odamga o'xshash turli intellektual va oldindan rejalashtirilgan harakat funksiyalarini bajaradi. 2.6-rasmda intellektual robotning struktura sxemasi keltirilgan.



2.6- rasm. Intellektual robot struktura sxemasi.

- 1- manipulyatorlar, 2- harakatlanish qurilmasi,
- 3- programmalarni o'zgartirish qurilmasi, 4- hisoblash qurilmasi, 5- sun'iy intellekt, 6- sensor qurilmalar,
- 7- muloqot qurilmasi, 8- manba bloki;

2.2.Intellektual robotning asosiy qismlari va ularning asosiy vazifalari.

Intellektual robot quyidagi qismlardan iborat:

- BQ- boshqarish qurilmasi;
- \leftrightarrow
- TIS - ta'minot ijro sistemasi;
- TM – tashqimuhit;
- informatsion o‘zaro ta’sir;
- material-energetiko‘zaro ta’sir va aloqalar.

Intellektual robotning boshqarish qurilmasi (BQ) robotga intellektuallik xususiyatini ta'minlaydi va tashqi muhit bilan faol va maqsadli informatsion o‘zaro ta’sirlarni bir necha kompyuterlar asosida amalga oshiradi.

Boshqaruv qurilma quyidagilardan tashkil topadi:

- sensor qurilmasi (6), u tashqi muhit va robotning holati bo‘yicha informatsiya bilan ta'minlaydi;
- muloqot qurilmasi (7) robotning operator bilan va tashqi muhitdagi funksional qurilmalar bilan dialogi uchun xizmat qiladi;
- sun’iy intellekt (5) obrazlarni bilish, ma’lum predmet sohasidagi bilimlarni yig‘ish va ishlatishga xizmat qqiladi;
- hisoblash qurilmasi (4) boshqarish programmalarini shakllantiradi;
- programmalarini o‘zgartirish qurilmasi (3) boshqarish programmalarini o‘zgartiradi va manipulyator yuritmalarini, xarakatlanish qurilmasini, tashqi muhitdagi texnologik jihozlarni boshqarish uchun kerakli holga keltiradi;

- tashqi imuhit (9) – real mavjud fizik muhit, robot u bilan informatsion va energetik o‘zaro ta’sirda bo‘ladi.

Agar robot ishlab chiqarish sharoitida ishlatilsa, unda robotning tashqi muhitiga operator, boshqa robotlar, texnologik jihozlar, texnologik jarayonlar, transport sistemalari, energiya ta’minoti sistemalari va boshqalar kiradi.

Hozirgi vaqtda jahonda intellektual robotlarning ayrim turlari yaratilgan. Masalan, AQShning “Sheyki” va Yaponiyaning “Xivip” robotlari. Ular ma’lum predmet sohasida tashqi muhitni o‘zining sensor qurilmalari yordamida qabul qiladi, axborotlarni qayta ishlab qaror qabul qiladi va tashqi muhitga moslashib, ayrim intellektual masalalarni yecha oladi.

Nazorat sovellari

1. Intellektual robotga tarifi bering.
2. Intellektual robot qanday qismlardan iborat?
3. Intellektual robot asosiy tashkiliy qismlari nimalardan iborat?
4. Boshqarish qurilma nimalardan tashkil topgan?
5. Hozirgi vaqtda jahonda intellektual robotlarning qanday turlari yaratilgan?

3-ma’ruza: IJROCHI QURILMALAR, ELEKTROMAGNITLAR. O‘ZGARUVCHAN VA DOIMIY TOK DVIQATELLARI, GIDRAVLIK VA PNEVMATIK YURITMALAR.

Yuritmalar sanoat robotining ijro sistemasiga kiradilar va manipulyatorning mexanik zvenolarini harakatga keltirish vazifasini bajaradilar.

Robot mexanik sistemasining strukturasi va parametrlari yuritma turi bilan aniqlanadi, undan tashqari yuritma sanoat robotining boshqarish sistemasini tanlashga ta’sir qiladi [7].

Yuritmalarni quyidagi xususiyatlar bilan sinflash mumkin: energiya turi, boshqarish usuli, ijro dvigatelining turi va boshqalar (3.1 – rasm).

Energiya turi bo‘yicha yuritmalarning sinflanishi 3.1 – rasmda keltirilgan. Bu xususiyat robot yuritmalarini sinflashda asosiy hisoblanadi. Aralash yuritmalarda gidravlik, pnevmatik va elektrik yuritmalar turli variantlarda qo‘llaniladi. Aralash yuritmalarni tanlashda sanoat robotining funksiyasi hisobga olinadi va bunda yuritmalarning xarakteristikalarini yanada samaraliroq ishlatish mumkin bo‘ladi.

Sanoat robotlarining yuritmalari boshqarish usuli bo‘yicha quyidagi guruhlarga bo‘linadi:

1. Tayanchlar bo‘yicha pozitsiyalanadigan ochiq yuritmalar. Bu usul siklli boshqarish sistemasiga ega bo‘lgan sanoat robotlarida ishlatiladi.

2. Raqamli boshqariladigan ochiq yuritmalar.

3. Holat va boshqa parametrlar bo‘yicha tekari aloqali taqlidli yuritmalar.

Bu usul keng tarqalgan, pozitsion va kontur boshqarishli sanoat robotlarida qo‘llaniladi.

4. Aralash yuritmalarda yuqorida keltirilgan boshqarish usullarining turli variantlari qo‘llaniladi.

Ijro dvigatellarning turi bo‘yicha yuritmalar quyidagi guruhlarga bo‘linadilar:

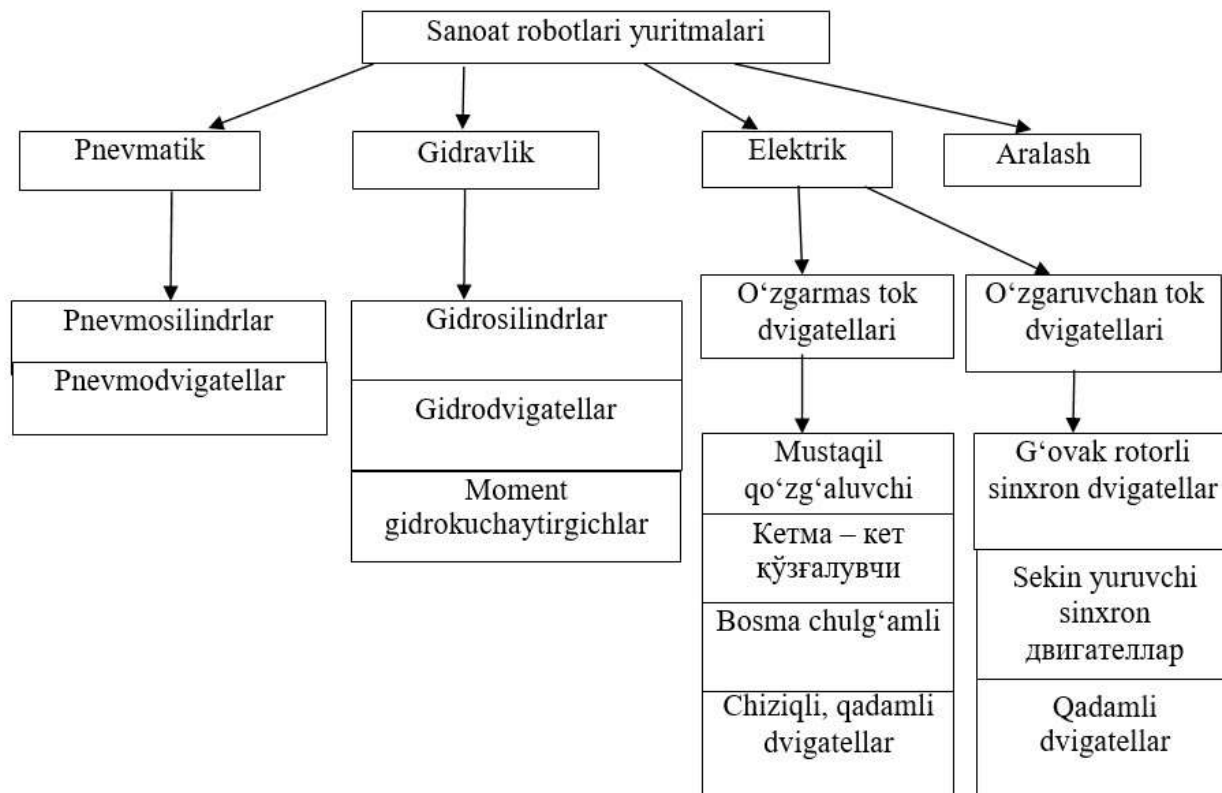
1. Ilgarilama to‘g‘ri chiziqli harakat qiluvchi dvigatelli yuritmalar: gidrosilindrlar, pnevmosilindrlar, chiziqli harakat dvigatellari va boshqalar.

2. Aylanma kichik oborotli dvigatelli yuritmalar: rotorli gidro va pnevmosilindrlar, radial – porshenli gidromotorlar, pnevmomotorlar.

3. Aylanma yuqori oborotli dvigatelli yuritmalar: elektrodvigatellar, pnevmodvigatellar.

Yuritmalarning asosiy xarakteristikalariga quvvat, tezkorlik, statik va dinamik aniqlik kiradi. Yuritmaning tezkorligi ijro dvigatelining quvvati bilan aniqlanadi. Yuritmaning quvvati esa qo‘llanilgan ijro dvigatelining quvvati bilan

aniqlanadi. Yuritmaning tezkorligi ijro dvigatelining quvvati va uzatish mexanizmlarining parametrlari bilan aniqlanadi. Pozitsiyada to‘xtash aniqligi yuritmaning kuchaytirish koeffitsiyentiga, to‘xtash nuqtasiga yaqinlashish rejimiga va teskari aloqa datchiklarining ishlash aniqligiga bog‘liq bo‘ladi.



3.1 – rasm. Sanoat robotlari yuritmalarining sinflanishi.

3.1. Robotning pnevmatik yuritmasi

Hozirgi vaqtda pnevmatik yuritmalari sanoat robotlari eng keng tarqalgan. Pnevmatik yuritmaning afzalliklariga uni boshqarish soddaligi, yasash arzonligi va yong‘inga xavfsizligi kiradi.

Pnevmatik yuritmalarning kamchiliklariga tezlik qiymatini doimiy emasligi va sistemaning turg‘unligi pastligi kiradi. Pnevmatik yuritma elementlarining ishonchliligi qisilgan havoni tayyorlash sifatiga bog‘liq bo‘ladi va bunda havo bosimining barqaror bo‘lishiga, ifloslardan tozalashga va elementlarni moylashga e‘tibor berish kerak bo‘ladi.

Pnevmatik yuritma ishlaganda sarflangan energiyaning 24 % i ishlatiladi. Undan tashqari, havoning qisiluvchanligi darajasi yuqori bo‘lganligi sababli,

pnevmatik yuritma past sezuvchanlikka, katta vaqt doimiylikiga ega va natijada tezkorligi past bo‘ladi.

Shuni ta’kidlash lozimki, pnevmatik yuritmalarda berilgan nuqtada fiksatsiya qilish uchun tormozlash ancha qiyinchiliklar tug‘diradi.

Pnevmatik yuritma quyidagi elementlardan tashkil topadi: ijro dvigatel, taqsimlagich qurilmasi, tezlikni rostdash uchun drosellar, bosim reduktori, dempfirlash qurilmasi [9, 10].

Havo taqsimlagich qurilmasi pnevmoyuritma elementlarida qisilgan havoni robotni boshqarish programmasi asosida qayta taqsimlash, hamda havoni atmosferaga chiqarib yuborishni amalga oshiradi. Dvigatellarning kirish va chiqishiga o‘rnatilgan drosellar yordamida havo sarfi rostlanadi.

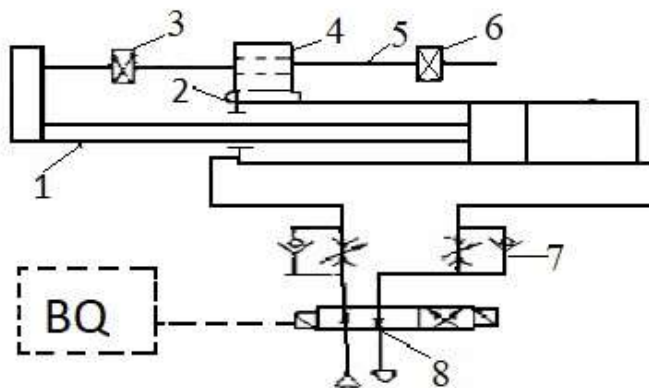
Pnevmatik yuritmalarda ijro dvigatellari sifatida pnevmosilindrlar, porshenli burilish dvigatellari va boshqalar qo‘llaniladi.

3.2 – rasmda siklli boshqariladigan sanoat robotining bir harakat darajasi pnevmatik yuritmasining sxemasi keltirilgan.

Boshqarish qurilmasidan (BQ) signal havo taqsimlagichning boshqaruvchi elementiga (masalan, elektromagnitga) yuboriladi. Boshqarish ta’siriga muvofiq havo taqsimlagich 8 pnevmosilindrning 7 bir kamerasini ishchi havo magistrali bilan bog‘laydi, boshqa kamerasini esa atmosfera bilan bog‘laydi.

Rostlanuvchi 3 va 6 tayanchlar berilgan yo‘nalish bo‘yicha shtokning 1 siljish diapazonini aniqlaydi. Tayanchlar sterjenga 5 joylashtirilgan bo‘ladilar.

Dempfirmash qurilmasi 2, qo‘zg‘almas tayanchga 4 o‘rnatiladi va shtokning tormozlanishini amalga oshiradi.



3.2 – rasm. Sanoat roboti pnevmoyuritmasining sxemasi:

BQ – boshqarish qurilmasidan, 1-shtok, 2- dempfirlash qurilmasi, 3,6- rostlanuvchi tayanchlar, 4- qo‘zg‘almas tayanch, 5-sterjen, 7-klapanlar, 8taqsimlagich.

Pnevmatik yuritmalar asosan siklli boshqariladigan sanoat robotlarida keng qo‘llaniladi va ularning yuk ko‘tarish qobiliyati 20 – 30 kg bo‘ladi.

Pnevmatik yuritmalari robotlarga “Siklon – 5”, “RF – 202M”, “PMR – 0.5”, “RITM”, “MP – 9S” robotlari misol bo‘ladi.

3.2. Robotning gidravlik yuritmasi.

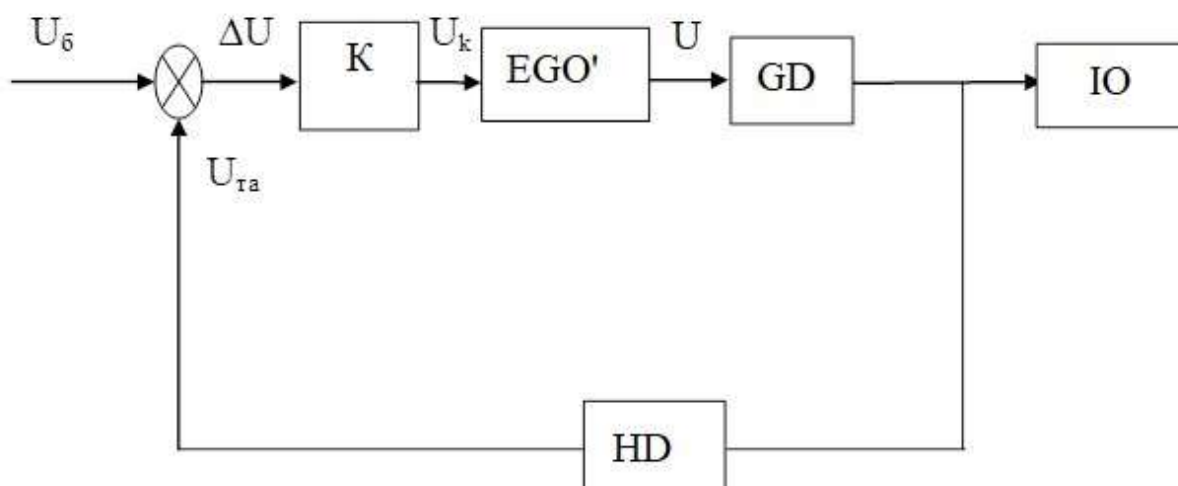
Gidravlik yuritmalari sanoat robotlari dunyo miqyosida barcha robotlarning 40 % ni tashkil etadi. Bunga sabab robotlar gidroyuritmalarining quyidagi afzalliklaridir: katta solishtirma quvvat, yuqori to‘xtash aniqligi, shovqin darajasining pastligi, murakkab harakatlarni qila olish imkoniyati.

Boshqa tomondan gidroyuritmalar quyidagi kamchiliklarga ega:

- temperatura o‘zgarganda ishchi suyuqlikning qovushqoqligining o‘zgarishi;
- maxsus manbaning (nasos stansiyasi) zarurligi;
- manjetlardan tashqariga suyuqlik chiqishi tufayli, ishchi zonaning ifloslanishi;

- xizmat qilish murakkabligi;
- aralash sistemasining (elektrik va gidravlik) mavjudligi.

3.3 – rasmda sanoat robotining holati bo‘yicha teskari aloqali taqlidli elektrogidravlik yuritmaning funksional sxemasi keltirilgan.



3.3 – rasm. Sanoat roboti elektrogidravlik yuritmasining funksional sxemasi:

K – kuchaytirgich; EGO' – elektrogidravlik o'zgartirgich; GD – gidrodvigatel; HD – holat datchigi; IO – ijro organi.

Gidrodvigatel GD shtokining holati o‘zgarishi holat datchigi hD tomonidan o‘lchanib, elektr signaliga U_{ta} aylantiriladi. Teskari aloqa signali U_{ta} berilgan signal U_b bilan solishtiriladi va ayirmasi ΔU kuchaytirgich K ga yuboriladi, undan keyin kuchaytirilgan U_k signal elektrogidravlik kuchaytirgich kirishiga uzatiladi.

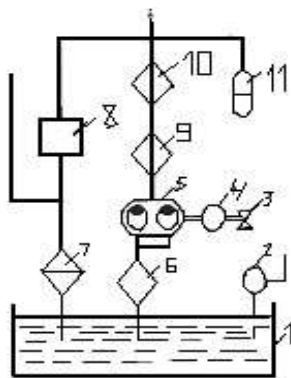
Teskari aloqa datchiklari (bu holda holat datchigi (HD)) sifatida potensiometrlar, selsinlar, aylanma transformatorlar, induktiv, kodli datchiklar va boshqalar ishlatiladi.

Gidravlik sistemalarning asosiy elementlari sifatida nasos stansiyalari, ijro dvigatellari, elektromexanik boshqarish qurilmalari, quvvat kuchaytirgichlari qo‘llaniladi. Gidravlik mexanizmlar droselli va hajm boshqariladigan bo‘ladilar.

Sanoat roboti gidrostansiyasining funksional sxemasi 3.4 – rasmda keltirilgan. Ishchi suyuqlik nasos 5 yordamida bak 1 dan sistemaga yuboriladi. Nasos dvigatel 4 va ventilator 3 orqali ishga tushiriladi.

Suyuqlik sistemaga 6,7,9,10 filtrlar orqali yuboriladi. Temperatura relesi 2 stansiya mexanizmlarini suyuqlik tempraturasi 35 °S bo'lgandagina ishga tushiradi. Gidroakkumlyatorlar 11 suyuqlik sarfi katta bo'lganda kompensatsiya qilish va suyuqlik bosimi pulsatsiyalarini kamaytirish uchun xizmat qiladi.

Sistemada bosim oshib ketganda saqlagich klapan 8 orqali suyuqlikning bir qismi bakga tushiriladi.



3.4 – rasm. Sanoat roboti gidrostansiyasining funksional sxemasi.

Gidravlik yuritmalarda ko'pincha gidrodvigatel sifatida gidrosilindrlar qo'llaniladi. Ayrim gidrosilindrlarga tarmoq qurilmasi o'rnatilgan bo'ladi, bu esa porshen harakatini tormozlash rejimini rostdash imkonini beradi. Sanoat robotlari uchun yuqori tezkorlikka, ishonchlilikka, kichik o'lchamlarga ega bo'lgan gidroyuritmalarni yaratish talab qilinadi.

Ko'pincha gidravlik yuritmalar yuk ko'tarish qobiliyati 10 kg dan yuqori bo'lgan, to'xtash xatoligi kichik bo'lgan sanoat robotlarida qo'llaniladi, undan tashqari bunday yuritmalar juda katta yuk ko'tarish qobiliyatiga va ishchi zonasi katta bo'lgan robotlarda ham ishlatiladi.

Gidroyuritmal robotlar pozitsion va kontur boshqarishli bo'ladilar [2, 7].

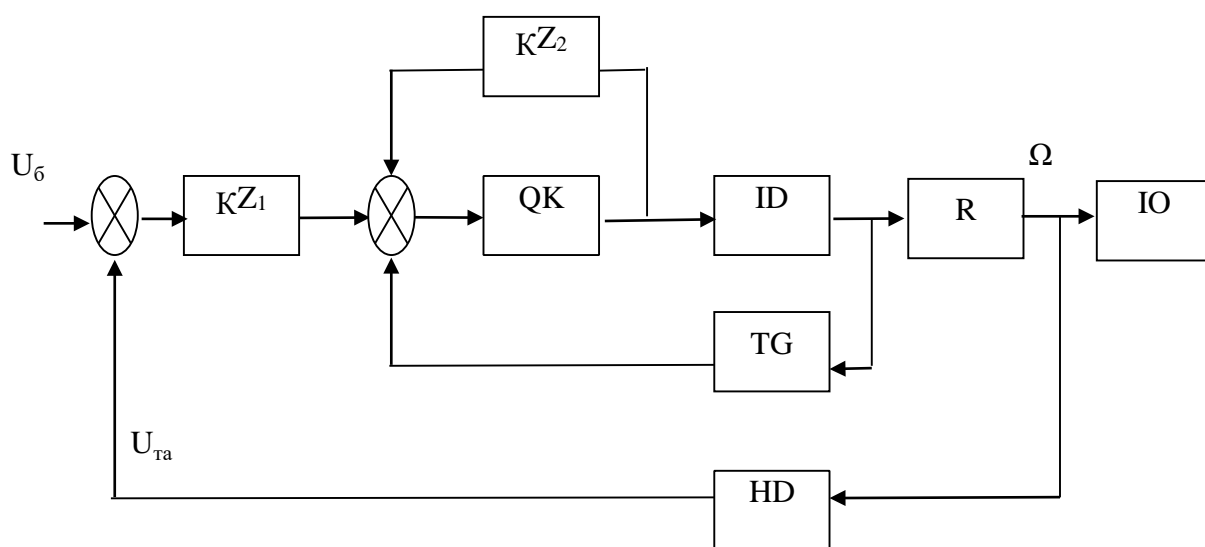
Gidravlik yuritmalar asosida "Universal – 50" (Rossiya), "Unimate" (AQSH), "Hibot" (Yaponiya) robotlari qurilgan.

3.3. Robotlarning elektrik yuritmasi.

Hozirgi vaqtda elektrik yuritmal robotlarni yaratishga katta e'tibor berilmoqda. Elektrik yuritmal robotlar pnevmatik va gidravlik robotlarga nisbatan

20 % ni tashkil qiladi. Bunday yuritmalarga qiziqishga sabab elektrodvigatellarning juda ko‘p turlari mavjudligi va ularni boshqarish metodlari ishlab chiqilganligidir. Bundan tashqari elektrik yuritmalarda universal manbani va EhM ni boshqarish uchun ishlatish imkoniyati bor.

Elektr yuritmalarning asosiy afzalliklari: montaj va sozlash osonligi, ekspluatatsiya qilish soddaligi, trubalarning yo‘qligi, shovqin pastligi va ifloslanish yo‘qligi. Shu bilan birga boshqa yuritmalarga qaraganda sanoat robotlarida elektr yuritmalarni ijro sistema elementi sifatida ishlatilganda o‘lcham va massa ko‘rsatkichlari yaxshi emas, bu esa manipulyator zvenolari konstruksiyalari uchun juda muhimdir. hozirgi vaqtda chiqarilayotgan elektrodvigatellarning chiqish vali yuqori aylanish chastotasiga ega. Aylanish chastotasini kamaytirish uchun reduktorlarni ishlatish, yuritmaning foydali ish koyefitsiyentini va solishtirma quvvatini kamaytiradi [8, 10]. Taqlidli elektrik yuritmaning funksional sxemasi 3.5 – rasmda keltirilgan.



3.5 - rasm. Taqlidli elektrik yuritmaning funksional sxemasi:

*QK – quvvat kuchaytirgichi; ID – ijro dvigateli; R – reduktor;
TG - taxogenerator; HD – holat datchigi; IO – ijro organi (mexanik qo‘lning
zvenosi yoki robotning ishchi organi); KZ₁ va KZ₂ – elektrik yuritmaning
korrektirlash zvenolari; U_b - berilgan ta'sir; U_{ta} – teskari*

aloqa signali; Ω – chiqish signali.

Sanoat robotlari ijro organlarida o'zgarmas va o'zgaruvchan tok elektr dvigatellari qo'llaniladi. har bir elektrodvigatelning turi o'z xususiyatlariga ega. Odatda sanoat robotlarida mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok dvigatellari ko'p ishlatiladi. Bu dvigatellar yaxshi rostlash xarakteristikalariga ega, ammo (shetochniy) kontakt borligi ularning ishonchliligini va uzoq vaqt ishlatilish imkoniyatini pasaytiradi. Ularni portlash xavfi bor sharoitlarda ishlatib bo'lmaydi.

Elektrik yuritmal sanoat robotlarining rivojlanishi ko'p jihatdan kompakt, kichik inersiyali o'zgarmas tok dvigatellarining paydo bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, ular diskli, bosma chulg'amli yakorga, kichik elektromexanik vaqt doimiysiga egaligi bilan ajralib turadi.

Hozirgi vaqtda qo'llaniladigan aralash qo'zg'atishli dvigatellar asosidagi elektr yuritmalar yuritma energetik ko'rsatkichlarini anchagina yaxshilash imkonini beradi, ammo bunday yuritmalarda maxsus impulsli yarim o'tkazgich o'zgartirgichlari talab qilinadi.

Robotlar uchun keng diapazonda boshqariladigan asinxron dvigatellarni yaratish katta ahamiyatga ega, chunki bunday dvigatellar yuqori ishonchlilikka va yong'in xavfsizligiga ega.

Oxirgi vaqtda turli ishlash prinsipiga asoslangan chiziqli harakat elektrodvigatellari, qadamli dvigatellar, kontakt o'zgarmas tok va pezoylektrik dvigatellar paydo bo'ldi.

Chiziqli harakat dvigatellar asosida qurilgan yuritma to'g'ridan - to'g'ri ilgarilama chiziqli harakat olish imkonini beradi, ular ko'p hollarda funksional afzalliklarga va sodda konstruksiyaga, ishonchlilik, yuqori boshqarilishga, yetarli tezkorlikka va aniqlikka ega bo'ladi.

Masalan, chiziqli qadamli dvigatellarni aniq pozitsiyalangan harakatlarni olishda, ochiq raqamli programmali boshqariladigan sistemalarni shakllantirishda qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi va ular 5 - 10 mkm aniqlikda 10 m/s^2 tezkorlikka va 0.6 m/s tezlikka ega bo'ladilar.

Rossiyada magnitli vint prinsipida yaratilgan chizikli qadamli dvigatel 0.011 – 1.6 mm qadamga, 0.1 – 0.267 m/s tezlikka, 18 – 220 N kuchga, 2 – 20 kg massaga ega.

Sanoat robotlarining turli sharoitlarda ishlashlarini va har xil harakat qilishlarini hisobga olgan holda u yoki bu elektrik yuritmani to‘g‘ri tanlash zarur. Ijro dvigatellarini manipulyatorning harakatlanuvchi elementlarida joylashtirishni loyihalashda, nafaqat ularning dinamik xarakteristikalariga qarab, balki o‘lcham va massasini ham hisobga olgan holda tanlaniladi.

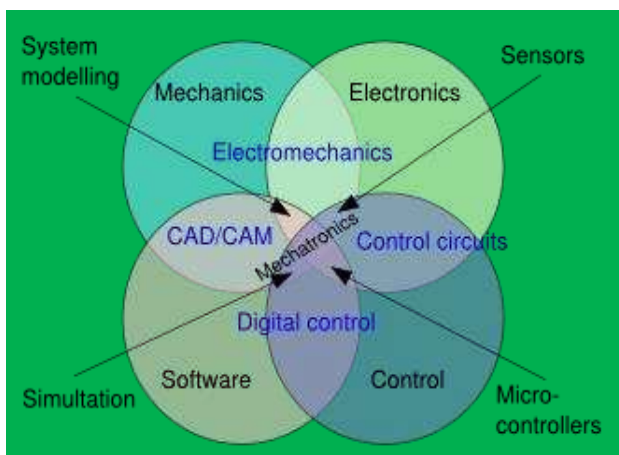
IV. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

1-amaliy. MEXATRONIKA VA ROBOTOTEXNIKA ASOSLARI. MEXATRON VA ROBOTOTEXNIK TIZIMLARING TARKIBIY QISMLARI VA ULARNING VAZIFALARI.

Mexatronika tushunchasi

Mexatronika ta'rifi.

Mexatronika – fan va texnikaning yangi soxasi bo'lib, funksional xarakti intellektual boshqariladigan, sifat jixatdan yangi turdagi modul, tizim va mashinalarni loyixalash va ishlab chiqarish uchun aniq mexanika, zamonaviy elektronika, boshqaruv va dasturlash tizimlarining sinergetik integratsiyasi.



Mexanika

Elektromexanika

Modellash tizimlari

Boshqarish sxemalari

Sensorlar va datchiklar

Raqamli boshqaruv

Mikrokontrollerlar

Avtomatik loyixalash

Simulyatorlar

Elektronika

Boshqaruv

Dasturiy ta'minot

Keyingi yillarda butun dunyoda fan va texnika sohasida yangi yo'nalish bo'lgan mexatronika paydo bo'ldi va shiddat bilan rivojlanmoqda. Mexatronika mexanika, elektronika, hozirgi zamon kompyuterli boshqarish va informatsiyani qayta ishlash metodlari sohalari bilimlariga asoslanadi.

Mexatron modullar va sistemalar yangi xususiyatlarga ega bo'lgan texnologik mashinalar va agregatlar, robotlarni yaratishning asosi hisoblanadi.

Mexatronika shunday fan va texnikaning sohasiki, unda mexanika, elektronika, kompyuter komponentlarining senergetik bog'lanishlari aks ettirilgan bo'ladi, bu esa o'z navbatida sifat jihatdan yangi bo'lgan modullar, sistemalarning funksional harakatlarini va intellektual boshqarishni ta'minlaydi. Senergiya (grekcha) – umumiy maqsadga yetishishga qaratilgan birgalikdagi harakat. Mexatronikaning komponentlari 8.1rasmda keltirilgan.

Mexatronika va mexatron texnologiyalarning metodlari universal hisoblanadi, ular yordamida murakkab texnik sistemalarni yaratish, avtomatlashtirilgan loyihalash, mashinalarni va robotlarni modul prinsipi asosida qurish imkoniyati mavjud.

Hozirgi kunda mexatron modullar va sistemalar quyidagi sohalarda keng qo'llaniladi:

- mashinasozlik;
- sanoat va maxsus robototexnika;
- aviatsiya va kosmik texnika;
- elektron mashinasozlik;

- avtomobilsozlik;
- mikromashinalar;
- nazorat-o'lchov qurilmalari va mashinalari; - intellektual mashinalar va h.k.

Mechatronics Systems



Mexatron modullarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- mashinalar va sistemalarning sifat jihatdan yangi funksional masalalarini bajara olish;
- mashinalar ishchi organlarining o'ta yuqori tezligini ta'minlash;
- modullarning ultrapretsizion harakatlarini mikro- va nanotexnologiyalarda amalga oshirish;
- modullarning va harakatlanuvchi sistemalarning kompaktiligi;
- ko'p koordinatali mashinalarning yangi kinematik strukturalari va konstruktiv kompanovkalarini olish;
- o'zgaruvchi va noaniq tashqi muhitda sistemalarning intellektual faoliyatini ta'minlash.

Zamonaviy mexatron modullarning sinflanishi

Zamonaviy mexatron sistemalarni loyixalash modul prinsiplarga va texnologiyalarga asoslangan.

Umuman mexatron modullar quyidagi turlarga bo'linadi (8.2-rasm):

- harakat moduli;
- harakat mexatron moduli;
- intellektual mexatron moduli.

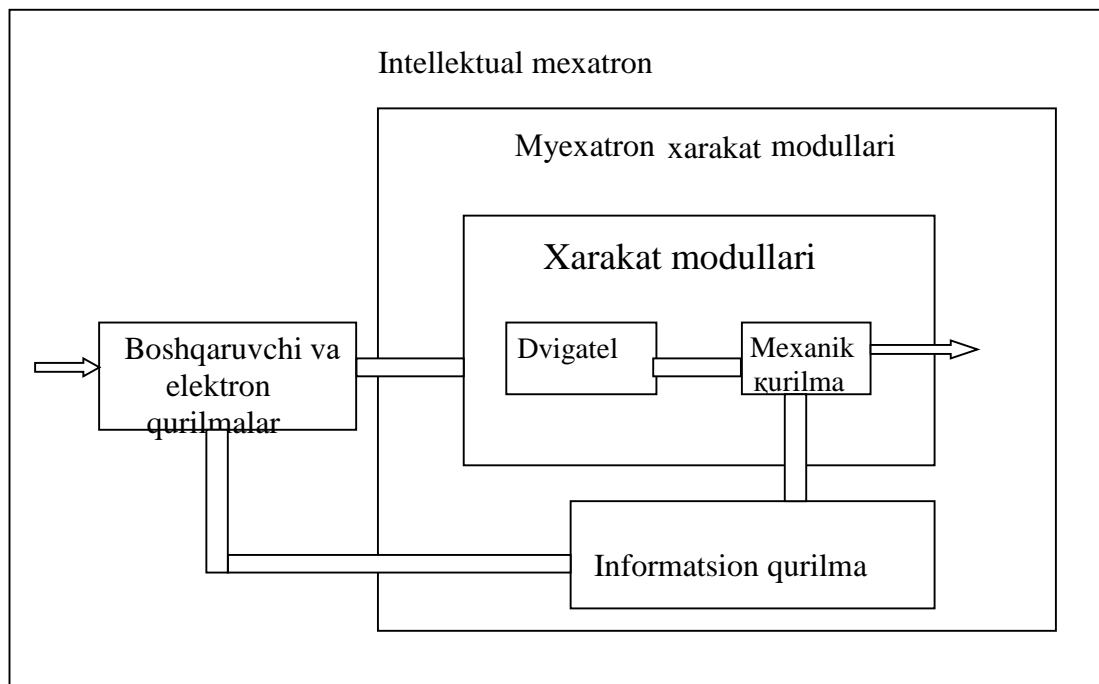
Modul (M) mashinaning unifikatsiyalangan funksional qismi bo'lib, konstruktiv jihatdan mustaqil qurilma hisoblanadi.

Mexatron modul (MM)- funksional va konstruktiv jihatdan mustaqil qurilma bo'lib, turli fizik tabiatga ega bo'lgan qismlardan tashkil topadi va ular sinergetik apparat - programmaviy integratsiyalangan bo'ladi.

Odatda mexatron modullar bir koordinata bo'yicha harakatni (aylanma yoki chiziqli) amalga oshiradi va kamdan-kam ikki erkinlik darajasiga ega.

Harakat moduli (HK)- konstruktiv va funksional mustaqil qurilmadir. U boshqariluvchi dvigatel va mexanik qurilmadan tashkil topadi. Harakat modulining odatdagi yuritmadan farqi shundan iboratki, unda dvigatelning val, harakatni mexanik o'zgartirgichning elementi sifatida ishlatiladi.

Zamonaviy mexatron modullarda juda ko'p elektr mashinalar ishlatiladi ya'ni asinxron va sinxron o'zgarmas tok dvigatellari, qadamli va pyezoelektrik dvigatellar va boshqalar bular qatoriga kiradi.



8.2.rasm. Mexatron modullarning sinflanishi.

Mexanik qurilmaning tarkibiga turli xil reduktorlar, harakatni o‘zgartirgichlar, variatorlar va boshqalar.

Mexatron harakat moduli (MHM) – konstruktiv va funksional mustaqil qurilma bo‘lib, uning tarkibiga boshqariluvchi dvigatel, mexanik va informatsion qurilma kiradi. Informatsion qurilma o‘z ichiga teskari aloqa sxemalari va informatsiya datchiklarni, xamda signallarni qayta ishlovchi, o‘zgartiruvchi elektron bloklarni oladi. Bunday datchiklarga fotoimpuls datchiklar (inkoderlar), optik chizg‘ichlar, aylanma transformatorlar kiradi, ular harakatning tezligi va holati bo‘yicha informatsiya olish imkonini beradilar.

Intellectual mexatron modul (IMM) – konstruktiv va funksional mustaqil qurilma bo‘lib dvigatel, mexanik, informatsion, elektron va boshqaruvchi qismlarning sinergetik integratsiyasi asosida quriladi.

Shunday qilib, IMMning konstruksiyasida mexatron harakat modullariga nisbatan qo‘shimcha boshqaruvchi va elektron qurilmalar o‘rnatilgan bo‘ladi va ular modullarning intellektual xususiyatga ega bo‘lishini ta’minlaydi. Bu guruhga raqamli hisoblash qurilmalari (mikrokontrollerlar, protsessorlar, signal

protessorlari va h.k.), elektron kuch o'zgartirgichlari, aloqa va bog'lanish kompyuter qurilmalari kiradi.

Mexatronika ta'rifiga faqat mexatron modullar mos keladi.

Mexatron mashinalar ko'p o'lchamli sistemalar bo'lib, ular ikki va undan ortiq modullar asosida yaratiladi.

Ishlab chiqarish sistemalari uchun mo'ljallanilgan mexatron mashina robotning umumlashgan struktura sxemasi 8.3-rasmda keltirilgan.

Ko'rilayotgan mashinalar (robotlar) uchun tashqi muhit texnologik muhitdan iborat bo'ladi va u texnologik jihozlardan, texnologik qurilmalardan va obyektlardan tashkil topadi. Tashqi muhitlarni asosan ikki sinfga bo'lish mumkin: determinirlangan va nodeterminirlangan .

Determinirlangan muhitlarga tashqi ta'sir parametrlari va obyektlar xarakteristikalarini oldindan kerakli aniqlikda ma'lum bo'lgan muhitlar kiradi. Ayrim muhitlar o'zining tabiati bo'yicha nodeterminirlangan bo'ladi, masalan, ekstremal suv osti va yer osti muhitlari.

Texnologik muhitlarning xarakteristikalarini analitik tajriba tadqiqotlari yordamida va kompyuterli modellashtirish metodlari orqali aniqlanadi.

2-amaliy. MEXATRON VA ROBOTOTEXNIK TIZIMLARNI DAVRIY, POZITSION, KONTURLI, DASTURLI, ADAPTIV VA INTELLEKTUAL BOSHQARISH TIZIMLARI.

Sanoat robotlarining boshqarish sistemalari boshqarish turiga qarab quyidagi guruhlariga bo'linadi: programmali, adaptiv va intellektual. Bunday bo'linishning asosini robotlarni boshqarish uchun zarur informatsiya olish usuli, sanoat roboti harakatini boshqarish prinsipi tashkil qiladi.

Harakatni boshqarish prinsipi bo'yicha robotlarning boshqarish sistemalari programma asosida boshqariladigan sistemalariga, tashqi muhit haqidagi informatsiya bo'yicha ishlaydigan boshqarish sistemalariga va aralash sistemalariga bo'linadi [5].

Programmali boshqarish sistemalari sanoat robotlarini boshqarish sistemalari iyerarxiyasida past o'rinda turadi. Bunday boshqarish sistemalari robotning va tashqi muhitning to'la aniq bo'lishini va ishlash sharoitining o'zgarmasligini talab qiladi.

1 – rasmda sanoat robotining boshqarish sistemasining funksional sxemasi keltirilgan. Bu sistemaning ishlashi quyidagi parametrlar bilan xarakterlanadi: Y – boshqarish ob'ektining holatini xarakterlovchi vektor

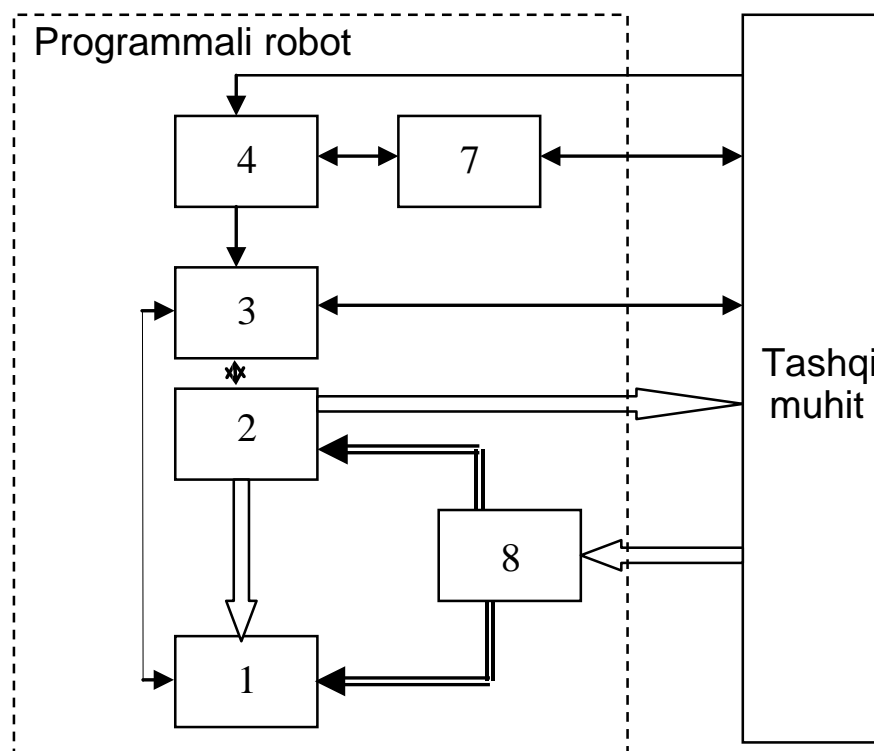
(ishchi qurilmalar harakat darajalarining koordinatalari); G – berilgan ta'sir, boshqarish programmasi shaklida bo'lib, boshqariladigan kattalik Y ning berilgan o'zgarish qonuni bo'yicha informatsiyani o'z ichiga oladi va

programma - vaqt qurilmasiga kiritiladi. Ushbu $Y(t) = \bar{Y}_b(t)$ tenglikka rioya qilinsa, programmaning aniq bajarilishi amalga oshiriladi va shunga mos ravishda robot ishchi qurilmalarning kerakli siljishlari amalga oshiriladi, ya'ni har bir yuritma o'ziga taaluqli harakat darajasiga mos

keluvchi $G(t)$ programmani bajaradi va natijada to'liqligicha kerakli harakat amalga oshiriladi.

Dasturlashtirilgan robotlarga avtomatik ishlovchi programmali boshqariladigan robotlar kiradi, ularda manipulyatsion operatsiyalarning xarakteriga qarab programmalash va mexanik qurilmalarining ishlashi nisbatan oson moslashtiriladi. Bunday robotlarda boshqarish qurilmasi sifatida programmali boshqarish qurilmasi yoki kompyuter ishlatiladi. Birinchi avlod robotlari yetarli darajada universal va ko'p imkoniyatlarga yega hisoblanadi. Mavjud avtomatlashtirish vositalariga qaraganda birinchi avlod sanoat robotlari yangi topshirilarni bajarishga tez va yaxshi moslashadi.

Dasturlashtirilgan robotning struktura sxemasi 2.5rasmda keltirilgan



2.5- rasm. Programmali robot sxemasi

2.5 Rasm Dasturlashtirilgan robotning struktura sxemasi

Dasturlashtirilgan robotda adaptiv robotdagi sensor qurilmalar bo‘lmaydi, ularda faqat xolat, tezlik va kuch datchiklari qo‘llaniladi. Masalan, konveyerda detal kelayotgan bo‘lsa va agar detal tugab olsa, dasturlashtirilgan robot detal yo‘qligini sezmaydi, adaptiv robot yesa o‘zining sensor qurilmalari yordamida detal yo‘ligi bo‘yicha informatsiya olib, o‘z dasturini o‘zgartiradi. Shunday qilib, adaptiv robot ishlash jarayonida tashi muhitga moslasha oladi.

Adaptiv va programmali robotlarning ishlash prinsiplari.

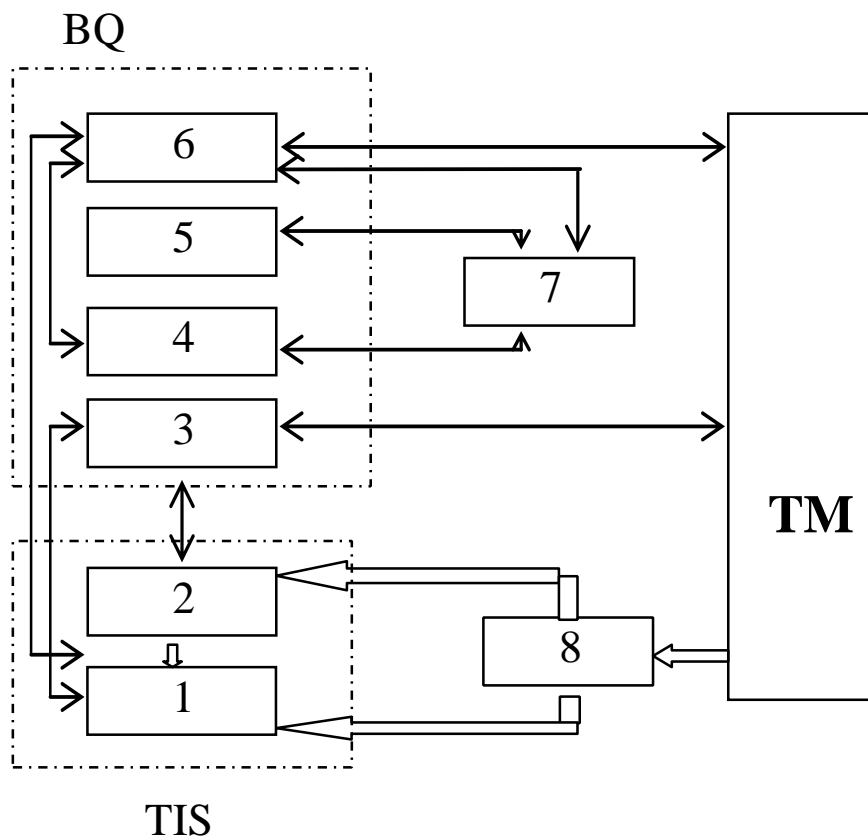
Adaptiv robotlar, ular tashqi muhit o‘zgarishlariga moslasha oladi. Adaptiv robotlarning birinchi avlod programmali robotlarga qaraganda funksional imkoniyatlari keng bo‘ladi. Tashqi muhit bo‘yicha informatsiyani olishda turli xil sensor qurilmalardan foydalaniladi.

Adaptiv robot dasturlashtirilgan robotlarga qaraganda tashi muhit o‘zgarishlariga moslashi oladi, ularda adaptatsiya tashqi muhitdan sensor qurilmalari orqali olingan informatsiya asosida boshqarish amalga oshiriladi. Adaptiv robotlarning dasturiy ta‘minotlari 1- avlod robotlariga nisbatan mukammal tuzilgan.

Dasturlashtirilgan robotlarga avtomatik ishlovchi programmali boshqariladigan robotlar kiradi, ularda manipulyatsion operatsiyalarning xarakteriga qarab programmalash va mexanik qurilmalarining ishlashi nisbatan oson moslashtiriladi. Bunday robotlarda boshqarish qurilmasi sifatida programmali boshqarish qurilmasi yoki kompyuter ishlatiladi. Birinchi avlod robotlari yetarli darajada universal va ko‘p imkoniyatlarga yega hisoblanadi. Mavjud avtomatlashtirish vositalariga araganda birinchi avlod sanoat robotlari yangi topshirilarni bajarishga tez va yaxshi moslashadi.

2.1.Intellektual robot umumiy sxemasi.

Intellektual robotlar tashqi muhitni o‘zida aks ettira oladi, avtomatik ravishda bajarilishi kerak bo‘lgan harakatlar bo‘yicha qaror qabul qilish imkoniyatiga ega. Intellektual robotlar odamga o‘xshash turli intellektual va oldindan rejalashtirilgan harakat funksiyalarini bajaradi. 2.6-rasmda intellektual robotning struktura sxemasi keltirilgan.



2.6- rasm. Intellektual robot struktura sxemasi.
 1- manipulyatorlar, 2- harakatlanish qurilmasi,

3- programmalarni o'zgartirish qurilmasi, 4- hisoblash qurilmasi, 5- sun'iy intellekt, 6- sensor qurilmalar, 7- muloqot qurilmasi, 8- manba bloki;

2.2.Intellektual robotning asosiy qismlari va ularning asosiy vazifalari.

Intellektual robot quyidagi qismlardan iborat:

- BQ- boshqarish qurilmasi;
- TIS - ta'minot ijro sistemasi;
- TM – tashqimuhit;
- informatsion o'zaro ta'sir;
- material-energetiko'zaro ta'sir va aloqalar.

Intellektual robotning boshqarish qurilmasi (BQ) robotga intellektuallik xususiyatini ta'minlaydi va tashqi muhit bilan faol va maqsadli informatsion o'zaro ta'sirlarni bir necha kompyuterlar asosida amalga oshiradi.

Boshqaruv qurilma quyidagilardan tashkil topadi:

- sensor qurilmasi (6), u tashqi muhit va robotning holati bo'yicha informatsiya bilan ta'minlaydi;
- muloqot qurilmasi (7) robotning operator bilan va tashqi muhitdagi funksional qurilmalar bilan dialogi uchun xizmat qiladi;
- sun'iy intellekt (5) obrazlarni bilish, ma'lum predmet sohasidagi bilimlarni yig'ish va ishlatishga xizmat qqiladi;
- hisoblash qurilmasi (4) boshqarish programmalarini shakllantiradi;
- programmalarni o'zgartirish qurilmasi (3) boshqarish programmalarini o'zgartiradi va manipulyator yuritmalarini, xarakatlanish qurilmasini,

tashqi muhitdagi texnologik jihozlarni boshqarish uchun kerakli holga keltiradi;

- tashqi muhit (9) – real mavjud fizik muhit, robot u bilan informatsion va energetik o‘zaro ta’sirda bo‘ladi.

Agar robot ishlab chiqarish sharoitida ishlatilsa, unda robotning tashqi muhitiga operator, boshqa robotlar, texnologik jihozlar, texnologik jarayonlar, transport sistemalari, energiya ta’minoti sistemalari va boshqalar kiradi.

Hozirgi vaqtda jahonda intellektual robotlarning ayrim turlari yaratilgan. Masalan, AQShning “Sheyki” va Yaponiyaning “Xivip” robotlari. Ular ma’lum predmet sohasida tashqi muhitni o‘zining sensor qurilmalari yordamida qabul qiladi, axborotlarni qayta ishlab qaror qabul qiladi va tashqi muhitga moslashib, ayrim intellektual masalalarni yecha oladi.

Nazorat sovellari

6. Intellektual robotga tarifi bering.
7. Intellektual robot qanday qismlardan iborat?
8. Intellektual robot asosiy tashkiliy qismlari nimalardan iborat?
9. Boshqarish qurilma nimalardan tashkil topgan?
10. Hozirgi vaqtda jahonda intellektual robotlarning qanday turlari yaratilgan?

3-amaliy: IJROCHI QURILMALAR, ELEKTROMAGNITLAR, O‘ZGARUVCHAN VA DOIMIY TOK DVIGATELLARI, GIDRAVLIK VA PNEVMATIK YURITMALAR.

Yuritmalar sanoat robotining ijro sistemasiga kiradilar va manipulyatorning mexanik zvenolarini harakatga keltirish vazifasini bajaradilar.

Robot mexanik sistemasining strukturasi va parametrlari yuritma turi bilan aniqlanadi, undan tashqari yuritma sanoat robotining boshqarish sistemasini tanlashga ta’sir qiladi [7].

Yuritmalarni quyidagi xususiyatlar bilan sinflash mumkin: energiya turi, boshqarish usuli, ijro dvigatelining turi va boshqalar (3.1 – rasm).

Energiya turi bo'yicha yuritmalarning sinflanishi 3.1 – rasmda keltirilgan. Bu xususiyat robot yuritmalarini sinflashda asosiy hisoblanadi. Aralash yuritmalarda gidravlik, pnevmatik va elektrik yuritmalar turli variantlarda qo'llaniladi. Aralash yuritmalarni tanlashda sanoat robotining funksiyasi hisobga olinadi va bunda yuritmalarning xarakteristikalarini yanada samaraliroq ishlatish mumkin bo'ladi.

Sanoat robotlarining yuritmalari boshqarish usuli bo'yicha quyidagi guruhlarga bo'linadi:

5. Tayanchlar bo'yicha pozitsiyalanadigan ochiq yuritmalar. Bu usul siklli boshqarish sistemasiga ega bo'lgan sanoat robotlarida ishlatiladi.

6. Raqamli boshqariladigan ochiq yuritmalar.

7. Holat va boshqa parametrlar bo'yicha tekari aloqali taqlidli yuritmalar. Bu usul keng tarqalgan, pozitsion va kontur boshqarishli sanoat robotlarida qo'llaniladi.

8. Aralash yuritmalarda yuqorida keltirilgan boshqarish usullarining turli variantlari qo'llaniladi.

Ijro dvigatellarning turi bo'yicha yuritmalar quyidagi guruhlarga bo'linadilar:

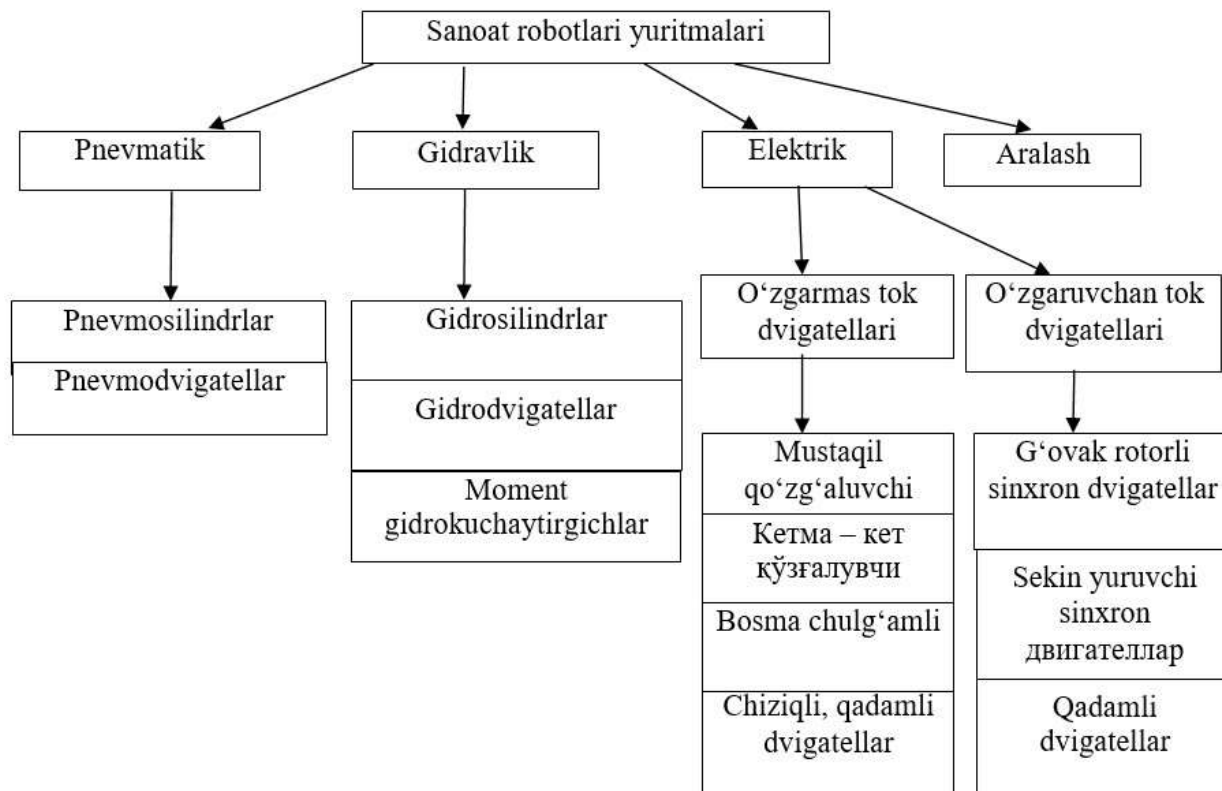
4. Ilgarilama to'g'ri chiziqli harakat qiluvchi dvigatelli yuritmalar: gidrosilindrlar, pnevmosilindrlar, chiziqli harakat dvigatellari va boshqalar.

5. Aylanma kichik oborotli dvigatelli yuritmalar: rotorli gidro va pnevmosilindrlar, radial – porshenli gidromotorlar, pnevmomotorlar.

6. Aylanma yuqori oborotli dvigatelli yuritmalar: elektrodvigatellar, pnevmodvigatellar.

Yuritmalarning asosiy xarakteristikalariga quvvat, tezkorlik, statik va dinamik aniqlik kiradi. Yuritmaning tezkorligi ijro dvigatelining quvvati bilan aniqlanadi. Yuritmaning quvvati esa qo'llanilgan ijro dvigatelining quvvati bilan

aniqlanadi. Yuritmaning tezkorligi ijro dvigatelining quvvati va uzatish mexanizmlarining parametrlari bilan aniqlanadi. Pozitsiyada to‘xtash aniqligi yuritmaning kuchaytirish koeffitsiyentiga, to‘xtash nuqtasiga yaqinlashish rejimiga va teskari aloqa datchiklarining ishlash aniqligiga bog‘liq bo‘ladi.



3.1 – rasm. Sanoat robotlari yuritmalarining sinflanishi.

3.1. Robotning pnevmatik yuritmasi

Hozirgi vaqtda pnevmatik yuritmalari sanoat robotlari eng keng tarqalgan. Pnevmatik yuritmaning afzalliklariga uni boshqarish soddaligi, yasash arzonligi va yong‘inga xavfsizligi kiradi.

Pnevmatik yuritmalarning kamchiliklariga tezlik qiymatini doimiy emasligi va sistemaning turg‘unligi pastligi kiradi. Pnevmatik yuritma elementlarining ishonchliligi qisilgan havoni tayyorlash sifatiga bog‘liq bo‘ladi va bunda havo bosimining barqaror bo‘lishiga, ifloslardan tozalashga va elementlarni moylashga e‘tibor berish kerak bo‘ladi.

Pnevmatik yuritma ishlaganda sarflangan energiyaning 24 % i ishlatiladi. Undan tashqari, havoning qisiluvchanligi darajasi yuqori bo‘lganligi sababli, pnevmatik yuritma past sezuvchanlikka, katta vaqt doimiyligiga ega va natijada tezkorligi past bo‘ladi.

Shuni ta'kidlash lozimki, pnevmatik yuritmalarda berilgan nuqtada fiksatsiya qilish uchun tormozlash ancha qiyinchiliklar tug'diradi.

Pnevmatik yuritma quyidagi elementlardan tashkil topadi: ijro dvigatel, taqsimlagich qurilmasi, tezlikni rostlash uchun drosellar, bosim reduktori, dempfirlash qurilmasi [9, 10].

Havo taqsimlagich qurilmasi pnevmoyuritma elementlarida qisilgan havoni robotni boshqarish programmasi asosida qayta taqsimlash, hamda havoni atmosferaga chiqarib yuborishni amalga oshiradi. Dvigatellarning kirish va chiqishiga o'rnatilgan drosellar yordamida havo sarfi rostanadi.

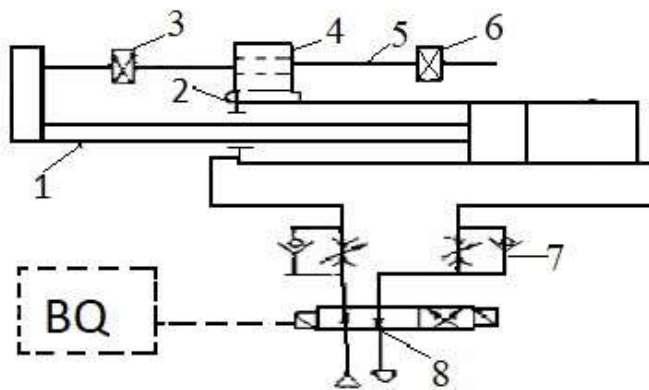
Pnevmatik yuritmalarda ijro dvigatellari sifatida pnevmosilindrlar, porshenli burilish dvigatellari va boshqalar qo'llaniladi.

3.2 – rasmda siklli boshqariladigan sanoat robotining bir harakat darajasi pnevmatik yuritmasining sxemasi keltirilgan.

Boshqarish qurilmasidan (BQ) signal havo taqsimlagichning boshqaruvchi elementiga (masalan, elektromagnitga) yuboriladi. Boshqarish ta'siriga muvofiq havo taqsimlagich 8 pnevmosilindrning 7 bir kamerasini ishchi havo magistrali bilan bog'laydi, boshqa kamerasini esa atmosfera bilan bog'laydi.

Rostlanuvchi 3 va 6 tayanchlar berilgan yo'nalish bo'yicha shtokning 1 siljish diapazonini aniqlaydi. Tayanchlar sterjenga 5 joylashtirilgan bo'ladilar.

Dempfirlash qurilmasi 2, qo'zg'almas tayanchga 4 o'rnatiladi va shtokning tormozlanishini amalga oshiradi.



3.2 – rasm. Sanoat roboti pnevmoyuritmasining sxemasi:

BQ – boshqarish qurilmasidan, 1-shtok, 2- dempfirlash qurilmasi, 3,6- rostlanuvchi tayanchlar, 4- qo‘zg‘almas tayanch, 5-sterjen, 7-klapanlar, 8taqsimlagich.

Pnevmatik yuritmalar asosan siklli boshqariladigan sanoat robotlarida keng qo‘llaniladi va ularning yuk ko‘tarish qobiliyati 20 – 30 kg bo‘ladi.

Pnevmatik yuritmalı robotlarga “Siklon – 5”, “RF – 202M”, “PMR – 0.5”, “RITM”, “MP – 9S” robotlari misol bo‘ladi.

3.2. Robotning gidravlik yuritmasi.

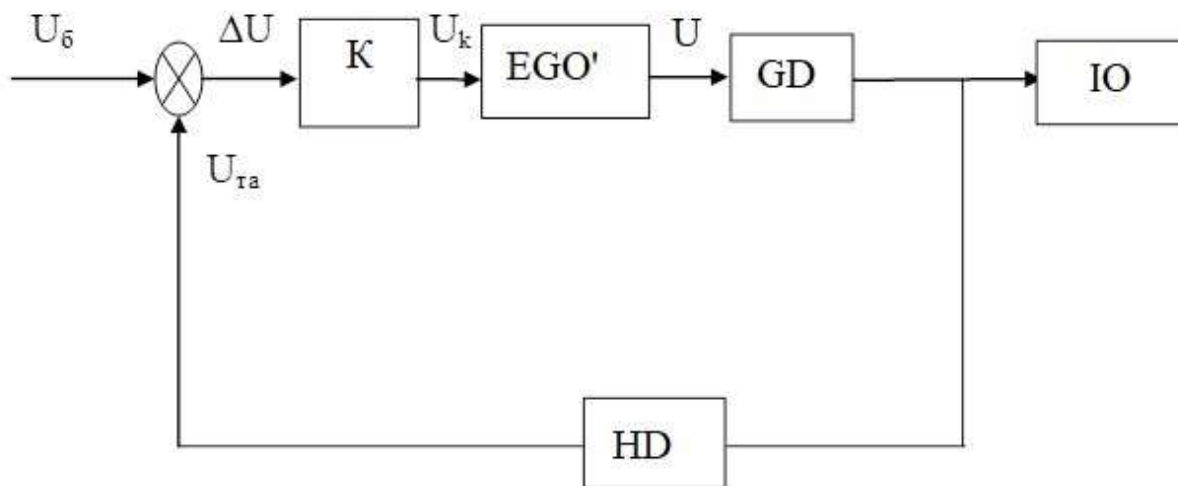
Gidravlik yuritmalı sanoat robotlari dunyo miqyosida barcha robotlarning 40 % ni tashkil etadi. Bunga sabab robotlar gidroyuritmalarining quyidagi afzalliklaridir: katta solishtırma quvvat, yuqori to‘xtash aniqligi, shovqın darajasining pastligi, murakkab harakatlarni qila olish imkoniyati.

Boshqa tomondan gidroyuritmalar quyidagi kamchiliklarga ega:

- temperatura o‘zgarganda ishchi suyuqlikning qovushqoqligining o‘zgarishi;
- maxsus manbaning (nasos stansiyasi) zarurligi;
- manjetlardan tashqariga suyuqlik chiqishi tufayli, ishchi zonaning ifloslanishi;
- xizmat qilish murakkabligi;

- aralash sistemasining (elektrik va gidravlik) mavjudligi.

3.3 – rasmda sanoat robotining holati bo‘yicha teskari aloqali taqlidli elektrogidravlik yuritmaning funksional sxemasi keltirilgan.



3.3 – rasm. Sanoat roboti elektrogidravlik yuritmasining funksional sxemasi:

K – kuchaytirgich; EGO' – elektrogidravlik o'zgartirgich; GD – gidrodvigatel;

HD – holat datchigi; IO – ijro organi.

Gidrodvigatel GD shtokining holati o'zgarishi holat datchigi hD tomonidan o'lchanib, elektr signaliga U_{ta} aylantiriladi. Teskari aloqa signali U_{ta} berilgan signal U_b bilan solishtiriladi va ayirmasi ΔU kuchaytirgich K ga yuboriladi, undan keyin kuchaytirilgan U_k signal elektrogidravlik kuchaytirgich kirishiga uzatiladi.

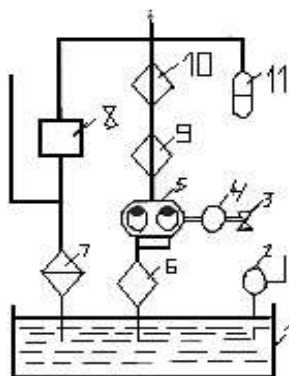
Teskari aloqa datchiklari (bu holda holat datchigi (HD)) sifatida potensiometrlar, selsinlar, aylanma transformatorlar, induktiv, kodli datchiklar va boshqalar ishlatiladi.

Gidravlik sistemalarning asosiy elementlari sifatida nasos stansiyalari, ijro dvigatellari, elektromexanik boshqarish qurilmalari, quvvat kuchaytirgichlari qo'llaniladi. Gidravlik mexanizmlar droselli va hajm boshqariladigan bo'ladilar.

Sanoat roboti gidrostansiyasining funksional sxemasi 3.4 – rasmda keltirilgan. Ishchi suyuqlik nasos 5 yordamida bak 1 dan sistemaga yuboriladi. Nasos dvigatel 4 va ventilator 3 orqali ishga tushiriladi. Suyuqlik sistemaga 6,7,9,10 filtrlar orqali yuboriladi. Temperatura relesi 2 stansiya mexanizmlarini suyuqlik tempraturasi 35

°S bo'lgandagina ishga tushiradi. Hidroakkumlyatorlar 11 suyuqlik sarfi katta bo'lganda kompensatsiya qilish va suyuqlik bosimi pulsatsiyalarini kamaytirish uchun xizmat qiladi.

Sistemada bosim oshib ketganda saqlagich klapan 8 orqali suyuqlikning bir qismi bakga tushiriladi.



3.4 – rasm. Sanoat roboti gidrostansiyasining funksional sxemasi.

Gidravlik yuritmalarda ko'pincha gidrodvigatel sifatida gidrosilindrlar qo'llaniladi. Ayrim gidrosilindrlarga tarmoq qurilmasi o'rnatilgan bo'ladi, bu esa porshen harakatini tormozlash rejimini rostlash imkonini beradi. Sanoat robotlari uchun yuqori tezkorlikka, ishonchlilikka, kichik o'lchamlarga ega bo'lgan gidroyuritmalarni yaratish talab qilinadi.

Ko'pincha gidravlik yuritmalar yuk ko'tarish qobiliyati 10 kg dan yuqori bo'lgan, to'xtash xatoligi kichik bo'lgan sanoat robotlarida qo'llaniladi, undan tashqari bunday yuritmalar juda katta yuk ko'tarish qobiliyatiga va ishchi zonasi katta bo'lgan robotlarda ham ishlatiladi.

Gidroyuritmal robotlar pozitsion va kontur boshqarishli bo'ladilar [2, 7].

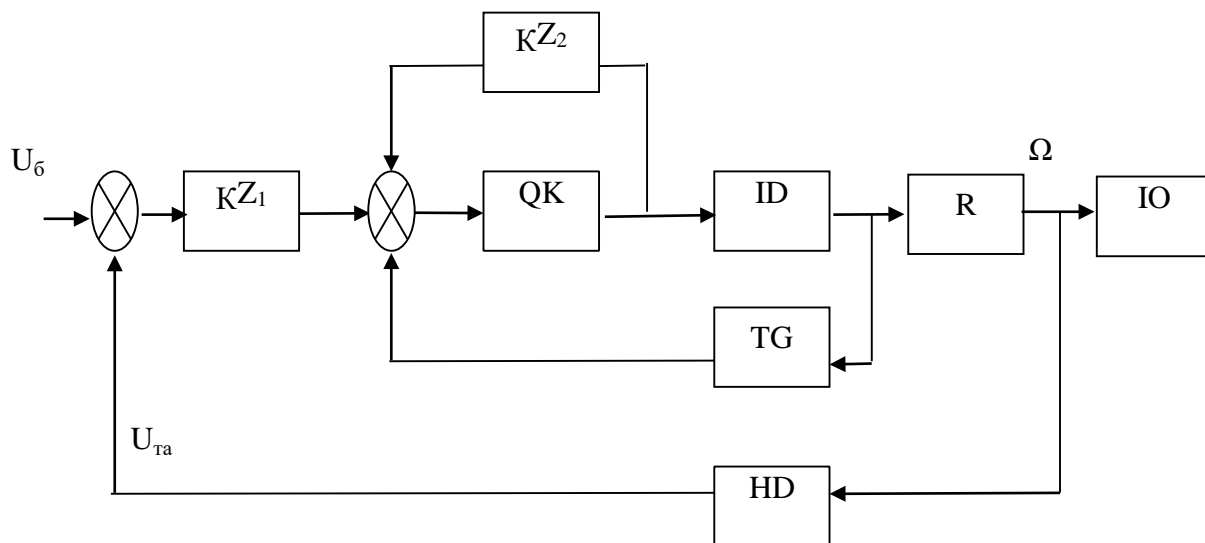
Gidravlik yuritmalar asosida "Universal – 50" (Rossiya), "Unimate" (AQSH), "Hibot" (Yaponiya) robotlari qurilgan.

3.3. Robotlarning elektrik yuritmasi.

Hozirgi vaqtda elektrik yuritmal robotlarni yaratishga katta e'tibor berilmoqda. Elektrik yuritmal robotlar pnevmatik va gidravlik robotlarga nisbatan

20 % ni tashkil qiladi. Bunday yuritmalarga qiziqishga sabab elektrodvigatellarning juda ko'p turlari mavjudligi va ularni boshqarish metodlari ishlab chiqilganligidir. Bundan tashqari elektrik yuritmalarda universal manbani va EhM ni boshqarish uchun ishlatish imkoniyati bor.

Elektr yuritmalarning asosiy afzalliklari: montaj va sozlash osonligi, ekspluatatsiya qilish soddaligi, trubalarning yo'qligi, shovqin pastligi va ifloslanish yo'qligi. Shu bilan birga boshqa yuritmalarga qaraganda sanoat robotlarida elektr yuritmalarni ijro sistema elementi sifatida ishlatilganda o'lcham va massa ko'rsatkichlari yaxshi emas, bu esa manipulyator zvenolari konstruksiyalari uchun juda muhimdir. hozirgi vaqtda chiqarilayotgan elektrodvigatellarning chiqish vali yuqori aylanish chastotasiga ega. Aylanish chastotasini kamaytirish uchun reduktorlarni ishlatish, yuritmaning foydali ish ko'payshtirishini va solishtirma quvvatini kamaytiradi [8, 10]. Taqlidli elektrik yuritmaning funksional sxemasi 3.5 – rasmda keltirilgan.



3.5 - rasm. Taqlidli elektrik yuritmaning funksional sxemasi:

QK – quvvat kuchaytirgichi; ID – ijro dvigateli; R – reduktor;

TG - taxogenerator; HD – holat datchigi; IO – ijro organi (mexanik qo'lning

zvenosi yoki robotning ishchi organi); KZ1 va KZ2 – elektrik yuritmaning

korrektirlash zvenolari; U_b - berilgan ta'sir; U_{ra} – teskari

aloqa signali; Ω – chiqish signali.

Sanoat robotlari ijro organlarida o'zgarmas va o'zgaruvchan tok elektr dvigatellari qo'llaniladi. har bir elektrodvigatelning turi o'z xususiyatlariga ega. Odatda sanoat robotlarida mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok dvigatellari ko'p

ishlatiladi. Bu dvigatellar yaxshi rostlash xarakteristikalariga ega, ammo (shetochniy) kontakt borligi ularning ishonchliligini va uzoq vaqt ishlatilish imkoniyatini pasaytiradi. Ularni portlash xavfi bor sharoitlarda ishlatib bo'lmaydi.

Elektrik yuritmal sanoat robotlarining rivojlanishi ko'p jihatdan kompakt, kichik inersiyali o'zgaras tok dvigatellarining paydo bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, ular diskli, bosma chulg'amli yakorga, kichik elektromexanik vaqt doimiysiga egaligi bilan ajralib turadi.

Hozirgi vaqtda qo'llaniladigan aralash qo'zg'atishli dvigatellar asosidagi elektr yuritmalar yuritma energetik ko'rsatkichlarini anchagina yaxshilash imkonini beradi, ammo bunday yuritmalarda maxsus impulsli yarim o'tkazgich o'zgartirgichlari talab qilinadi.

Robotlar uchun keng diapazonda boshqariladigan asinxron dvigatellarni yaratish katta ahamiyatga ega, chunki bunday dvigatellar yuqori ishonchlilikka va yong'in xavfsizligiga ega.

Oxirgi vaqtda turli ishlash prinsipiga asoslangan chiziqli harakat elektrodvigatellari, qadamli dvigatellar, kontakt o'zgaras tok va pezoylektrik dvigatellar paydo bo'ldi.

Chiziqli harakat dvigatellar asosida qurilgan yuritma to'g'ridan - to'g'ri ilgari chiziqli harakat olish imkonini beradi, ular ko'p hollarda funksional afzalliklarga va sodda konstruksiyaga, ishonchlilik, yuqori boshqarilishga, yetarli tezkorlikka va aniqlikka ega bo'ladi.

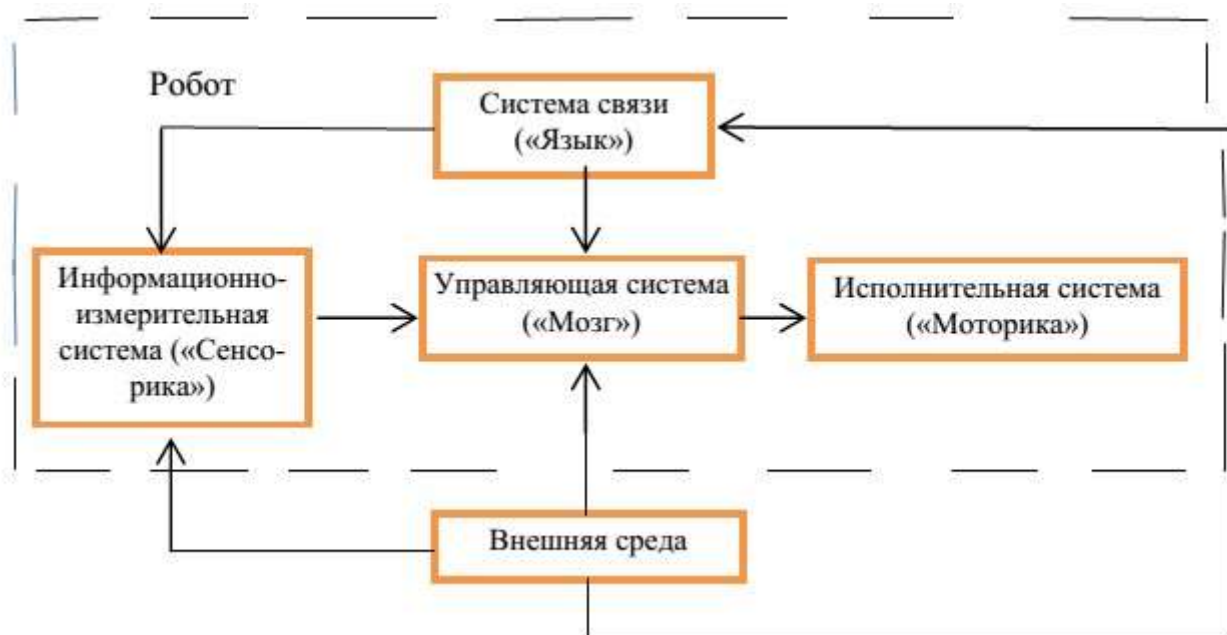
Masalan, chiziqli qadamli dvigatellarni aniq pozitsiyalangan harakatlarni olishda, ochiq raqamli programmali boshqariladigan sistemalarni shakllantirishda qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi va ular 5 - 10 mkm aniqlikda 10 m/s² tezkorlikka va 0.6 m/s tezlikka ega bo'ladilar.

Rossiyada magnitli vint prinsipida yaratilgan chiziqli qadamli dvigatel 0.011 – 1.6 mm qadamga, 0.1 – 0.267 m/s tezlikka, 18 – 220 N kuchga, 2 – 20 kg massaga ega.

Sanoat robotlarining turli sharoitlarda ishlashlarini va har xil harakat qilishlarini hisobga olgan holda u yoki bu elektrik yuritmani to'g'ri tanlash zarur. Ijro dvigatellarini manipulyatorning harakatlanuvchi elementlarida joylashtirishni loyihalashda, nafaqat ularning dinamik xarakteristikalariga qarab, balki o'lcham va massasini ham hisobga olgan holda tanlaniladi.

4-amaliy: SEZGI ELEMENTLARI, DATCHIKLAR VA SENSORLAR. RAQAMLI SXEMATEXNIKA VA KUCH ELEKTRONIKASI.

Hozirgi kunga kelib jahonda inson o'rnini bosuvchi turli oilaga mansub robotlar ishlab chiqilgan va keng qo'llanilib kelinmoqda. Robotning struktura-funksional sxemasi 1.1-rasmda keltirilgan.



1.1-rasm. Robotning struktura-funksional sxemasi.

Umumiy holda robot 4 qismdan tashkil topgan: informatsion-o'lchov ("*Sensorika*"), boshqaruvchi ("*Miya*"), ijro ("*Motorika*") hamda boshqa robotlar, insonlar va robotning ichki tizimlari bilan bog'lanish tizimi ("*Til*").

Robotning informatsion-o'lchov tizimi ("*Sensorika*") – robot sezgilarining sun'iy organlari bo'lib, tashqi muhitdan hamda robotning boshqaruvchi tizimi ("miya") foydalanuvchilariga mos ravishda robotning o'zi haqidagi informatsiyani olish va uni o'zgartirish uchun mo'ljallangan.

Robotning boshqaruvchi tizim (“*Miya*”), birinchidan, bajaruvchi tizim yuritmalari (dvigatellari) mexanizmlarini boshqaruv qonuniyatlarini ishlab chiqarish, bunda informatsion-o‘lchov tizimidan qaytayotgan teskari aloqa signallaridan foydalaniladi; ikkinchidan, robot inson bilan muloqatda bo‘lishi uchun. Robotning intellektual qobiliyatlari uning boshqaruvchi hamda informatsion-o‘lchov tizimi bilan aniqlanadi.

Robotning ijro tizimi (“*Motorika*”) boshqaruvchi tizim shakllantirayotgan signallar (dasturlar)ini bajarish hamda atrof muhitga ta’sir ko‘rsatish uchun xizmat qiladi. Ijro tizimiga misollar: manipulyatorlar (mexanik qo‘llar), pedipulyatorlar (mexanik oyoqlar), o‘ziyurar aravachalar, 3D-tomograflar va boshqalar.

Robotning bog‘lanish tizimi (“*Til*”) boshqa robotlar, insonlar va robotning ichki tizimlari bilan ularga tushunarli bo‘lgan tilda informatsiya almashish uchun mo‘ljallangan. Bunday almashuvning maqsadi – inson robotga topshiriq shakllantirishi, inson va robot orasida dialogni tashkil qilish, robot ishini nazorat qilish, nosozliklarni diagnostika qilish va robotni reglamentli tekshirish. Odatda informatsiya insondan robotga boshqaruv pulti yoki kiritish qurilmasi yordamida (klaviaturada terish, nutq orqali murojaat, videoinformatsiyani kiritish, biopotensillar yordamida informatsiya kiritish va boshqalar) uzatiladi.

Demak, inson robotga ham bevosita, ham vosita yordamida informatsiya uzatishi mumkin ekan. Birinchi usulda informatsiya robotning boshqaruv tizimi xotirasiga kiritiladi, ikkinchi usulda esa sun’iy sezgi organlari orqali kiritiladi.

1.2. Adaptiv robotning xossalari

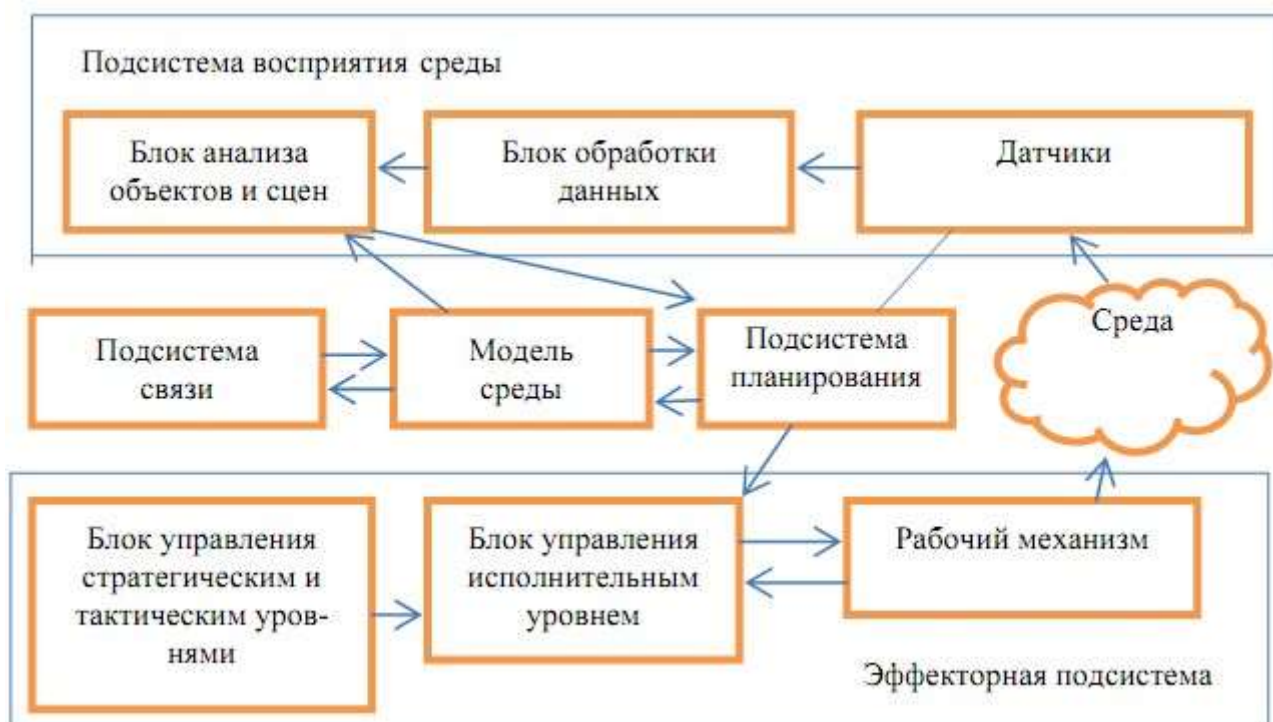
Robot real dunyo bilan faol o‘zaro ta’sirlashishi orqali o‘rganishlik qobiliyati bilan turli avtomatlardan farq qiladi. Avtomatlardan farqli ravishda robotlar – ko‘p maqsadlarga mo‘ljallangan (biror operatsiyadan boshqasiga qayta o‘rgatish mumkin bo‘lgan) universal avtomatik tizimdir. **Robot** deb real dunyo bilan faol o‘zaro ta’sirlashishi orqali o‘rganishlik qobiliyatiga ega bo‘lgan va inson tomonidan jismoniy yoki aqliy mehnat faoliyati davomida bajariladigan turli operatsiyalarni taqlid etadigan universal avtomatik tizimga aytiladi.

Shunday qilib, robotlarning o‘ziga hos jihatlari quyidagilardir: universallik, his qilish jarayonida o‘rganish va moslashish qobiliyati (sun’iy sezgi organlari yordamida), atrof muhitga ta’sir ko‘rsatish (ijro mexanizmlari yordamida), hamda insonning jismoniy hamda aqliy faoliyatini avtomatlashtirish bilan bog‘liq bo‘lgan qo‘p maqsadlilikidir.

Boshqacha aytganda **robot – adaptiv tizimdir**. Adaptiv tizim ichki va tashqi sharoitlarni o‘zgarishiga moslasha oladi. Sodda adaptiv tizim sifatida teskari aloqaga ega tizimni (kuzatish tizimi) olishimiz mumkin.

Adaptiv tizim sifatida adaptiv robotni boshqaruv tizimini ko‘rib chiqamiz (1.2-rasm). Informatsion tizim tarkibiga atrof-muhitni his qilish tizimostisi hamda aloqa tizimostisi kiradi. His qilish tizimosti datchiklar (o‘lchov o‘zgartirgichlari yoki informatsion qurilmalar) ga ega bo‘lib, ulardastlabki o‘zgartirgichlarga ega (rasmda ko‘rsatilmagan). Signallar datchiklardan

axborotlarni qayta ishlash blokiga kelib tushadi. Bunda axborot matematik model ko‘rinishida ishlatiladi. Olingan ma’lumot ijro etuvchi, taktil hamda strategik darajada harakatni rejalashtirish uchun ishlatiladi. Bu harakatlar ijro mexanizmi yordamida amalga oshiriladi. Robot uchun ijro organi bo‘lib mos asboblardan jihozlangan manipulyatorlar hisoblanadi. Ko‘rib o‘tilgan sxema mobil robot uchun ham mos keladi, unda ishchi mexanizmga harakatlanish vositalari ham kiradi.



1.2-rasm. Adaptiv robot tuzilma sxemasi.



1.3-rasm. Manipulyatorlar.

Berilgan topshiriqlarni bajarish uchun robotlarning ko'p qismi tashqi muhit bilan ta'sirlashadi. Ba'zida tashqi muhitdagi biror obyektning operatorning ta'sirisiz siljitish talab etiladi. Manipulyatorlar robot konstruksiyasining bazaviy elementi hisoblanmaydi, ya'ni robot manipulyatorsiz ham ishlay oladi.



1.4-rasm. Robotlar mustaqil stul yig'moqdalar.

1.3. Informatsion qurilmalarning turlari

Informatsion tizim bilan bog'liq bo'lgan tushunchalarni ko'rib chiqamiz.

Birlamchi (dastlabki) o'zgartirgichlar yoki **sezuvchi elementlar** (SE) deb tashqi ta'sir natijasida o'z holatini o'zgartiradigan sodda informatsion tizim elementi tushuniladi, masalan fotodiod yoki tenzorezistor.

Datchik deb o'lchanayotgan fizik kattalik ta'sirida unga ekvivalent bo'lgan signal chiqaruvchi qurilmaga aytiladi. Chiqishdagi kattalik o'lchanayotgan kattalikka mos funksiya hisoblanadi. Sodda datchik bitta yoki bir nechta birlamchi o'zgartirgichlar va o'lchash zanjiridan tashkil topgan bo'ladi. Datchiklarning ko'p qismi tashqi manbaga esa, yuklama sifatida esa kuchaytirgich, o'lchov asbobi, kompyuter bilan moslovchi blok yoki boshqalar ishlatilishi mumkin.

Texnikada qo'llaniladigan SElari ichidan faqat robototexnik va mexatron tizimlarning asosiy funksiyalari, jumladan: kinestetik, lokatsion, vizual va taktil sensor funksiyalarini amalga oshiradigan turlarini ko'rib chiqamiz.

Informatsiyani qayta ishlash fizik tamoyiliga ko'ra quyidagi SE turlari mavjud:

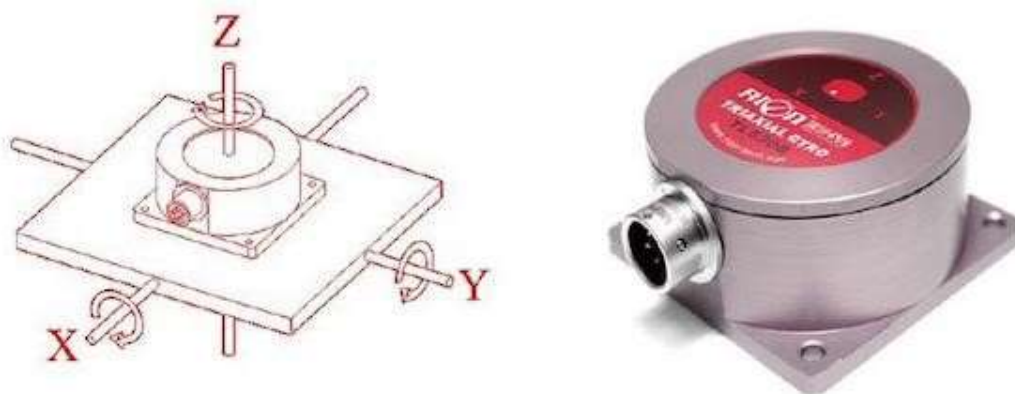
- rezistiv (tenzo- va fotorezistorlar);
- elektromagnit (induktiv, induksion va boshqalar);

- Xoll o'zgartirgichlari;
- optik o'zgartirgichlar;
- pyezoelektrik o'zgartirgichlar.

Robototexnika va mexatronikada kinestetik datchiklar keng qo'llaniladi. Bu turdagi datchiklarsiz siljishning chiziqli va burchak parametrlarini, talab etilayotgan harakat tezligini nazorat qilish kabi turli masalalarni yechib bo'lmaydi. Hozirgi kunga kelib ishlab chiqarishdagi informatsion qurilmalarning deyarli 70 % kinestetik funksiyalarni amalga oshiradi. Kinestetik sensorlar kirishdagi ta'siriga ko'ra uch guruhga bo'linadi:

- 1) holat va siljish datchiklari;
- 2) tezlik datchiklari;
- 3) kuch datchiklari va akselerometrlar.

Holat datchiklari– boshqaruv obyekti fazoda ma'lum nuqtadan o'tganda, datchikning sezish zonasida qayd etiladigan chiqish signalini shakllantiruvchi qurilmadir. Chiqishdagi signal sifatida tok, kuchlanish, raqamli kod bo'lishi mumkin. Sanoat miqyosida keng ko'lamdagi siljish datchiklari ishlab chiqariladi, shuning uchun bunday datchik tanlashda quyidagilarni inobatga olish zarur: yoyilmasi va aniqligi; xarakteristikasining chiziqliligi; o'lchanayotgan jarayonning tezligi; qo'llanish sharoitlari va homiya sinfi; ishonchliligi va o'lchamlari; narhi.



1.5-rasm. Holat datchiklari.

Datchiklarning bu turi asosan uchuvchisiz transport vositalarida, sanoat robotlarida, hamda o'z-o'zini balanslashni talab etadigan qurilmalarda ishlatiladi. Holat datchiklariga GPS (global pozitsionirlash tizimi), oriyentirlar (mayoq vazifasini bajaradilar), giroskoplar (aylanish burchagini aniqlaydilar) va akselerometrlar kiradi. GPS – fazoda robotning masofa, vaqt va joylashish manzilini aniqlashning yo'ldosh orqali navigatsiyalash tizimi hisoblanadi. GPS uchuvchisiz yerda, havoda va suvda harakatlanuvchi transport vositalariga o'z marshrutini topish va qiyinchiliklarsiz bir nuqtadan ikkinchisiga harakatlanishiga imkon beradi.

Giroskoplar robototexnikada keng qo'llaniladigan vositalardir. Ular ixtiyoriy qurilmaning balanslashuvi va barqarorligiga javob beradilar. Detal nisbatan arzon bo'lganligi sababli, ularni ixtiyoriy qurilmalarda qo'llash mumkin.

Akselerometr – robotga tashqi kuchlar ta’sirida tana harakati tezligini o‘lchash imkonini beradi. Bu qurilma massiv tanaga o‘xshaydi, u biror o‘q bo‘ylab harakatlanishi va qurilma korpusiga prujina yordamida mahkamlanishi mumkin. Agar bunda qurilma o‘ngga itarib yuborilsa, u holda yuk yo‘naltiruvchi o‘q bo‘ylab o‘q markazidan chapga og‘adi.

Datchik nazorat qilinayotgan obyektning absolyut (mutlaq) hamda nisbiy holatlarini aniqlaydi. Shunday kelib chiqqan holda holatni aniqlash va siljishni o‘lchashning ikkita asosiy usulbi mavjud.

Birinchi uslubda, datchik doimiy ravishda obyekt holatiga proporsional bo‘lgan signal ishlab chiqaradi, bu signalning o‘zgarishlarini siljish aks etadi. Bunday datchiklar – **absolyut datchiklar** deb ataladi. Ularga quyidagi datchiklar kiradi:

- rezistiv (potensiometrik) datchiklar;
- harakatlanuvchi o‘zakka ega induksion datchiklar; - harakatlanuvchi obkladkalariga ega sig‘imli datchiklar; - raqamli kodga ega datchiklar.

Ikkinchi uslubda datchik har bir siljishda yagona impuls generatsiyalaydi, holati esa beshta harakatning yo‘nalishidan kelib chiqqan holdap impuls natijalarini ko‘shish orqali aniqlanadi. Hisob tayanch (reper) nuqtadan boshlanadi. Bunday holdat datchiklari **nisbiy (inkrement) datchiklar** deb ataladi.

Datchiklar yana **kontaktli** va **kontaktsiz** turlarga ham bo‘linadi.



1.6-rasm. Tugallovchi qayta ulagichlar hamda genratorli holat datchigi.



1.7-rasm. Induktiv hamda sigʻimli holat datchiklari.

Siljish datchiklari– burchak (enkoderlar) yoki chiziqli siljishlarni oʻlchaydilar. Bunday datchiklar analog va raqamli turlarga boʻlinadi. Analog oʻlchov qurilmalarida kattalik obyektning siljish kattaligiga bogʻliq ravishda uzluksiz oʻlchanadi. Ishlash tamoyiliga koʻra siljish datchiklari quyidagi turlarga boʻlinadi:

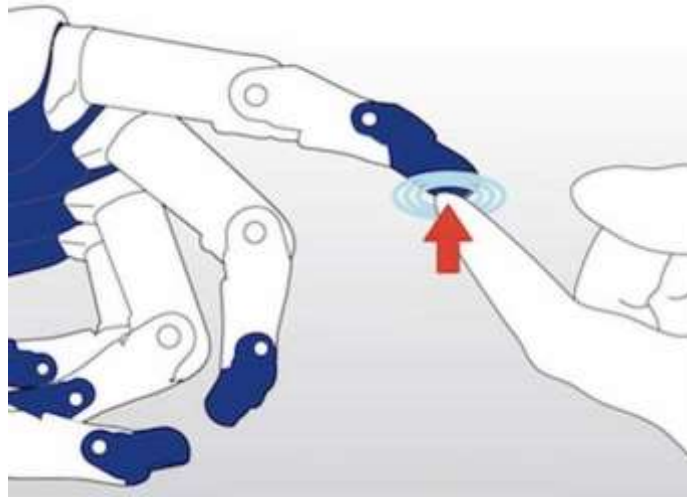
- potensiometrlik;
- sigʻimli;
- optik;
- induktiv; - ultratovushli.



1.8-rasm. Chiziqli va burchak siljishli potensiometrlik datchiklari.



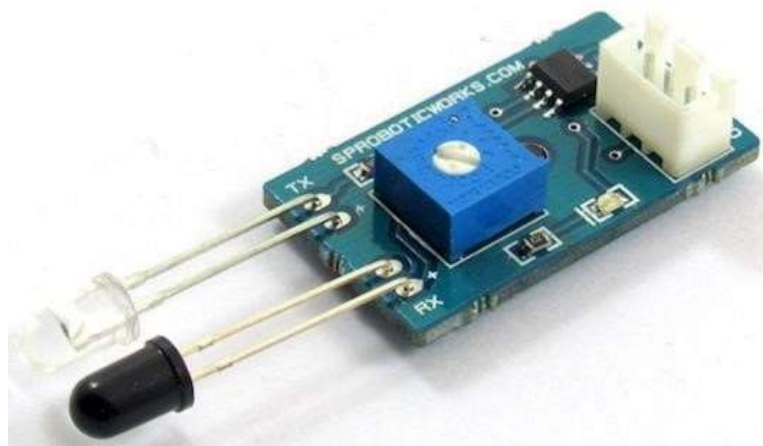
1.9-rasm. Induktivli siljish va ultratovushli holat datchiklari.



1.10-rasm. Taktil datchiklar.

Taktil datchiklar robotni ishchi zonada u va boshqa obyektlar bilan kontaktlar (kuchlar) ga ta'sirlashuviga javob beradilar. Odatda bunday datchiklar bilan sanoat manipulyatorlar, hamda tibbiyotda qo'llaniladigan robotlar jihozlanadi. Taktil sensorlar bilan jihozlangan mashinalar yig'ish va nazorat qilish operatsiyalarini, ya'ni ish aniqligini talab etuvchi ishlarni bemalol bajara oladilar.

Zamonaviy gumanoidli robotlarni ishlab chiqish vaqtida ishlab chiqaruvchilar ularni taktil sensorlar bilan ta'minlaydilar. Shunda robotlar yanada "jonli" bo'lishi va atrof muhitdan informatsiyani deyarli sezgi organlari orqali his qilishlari mumkin bo'ladi.



1.11-rasm. Infraqizil datchiklar.

Robotlarda yaqinlashuvni aniqlash maqsadida datchiklarning eng ommabop va sodda turi bo‘lib infraqizil datchiklar hisoblanadi. Infraqizil datchiklar infraqizil to‘lqin uzatadi, va qaytgan (aks etgan) signal bo‘yicha o‘z oldidagi to‘siq mavjudligini aniqlaydi.

“Mayoq” rejimida bu datchik doimiy signallarni uzatadi, ular yordamida mayoqning tahminiy yo‘nalishi va uzoqligini aniqlaydi. Bu natijalar robotni doim mayoq tomonga harakatlanishini dasturlash imoknini beradi. Bu datchiklarning arzonligi ularni barcha yerlarda qo‘llash imoknini beradi.

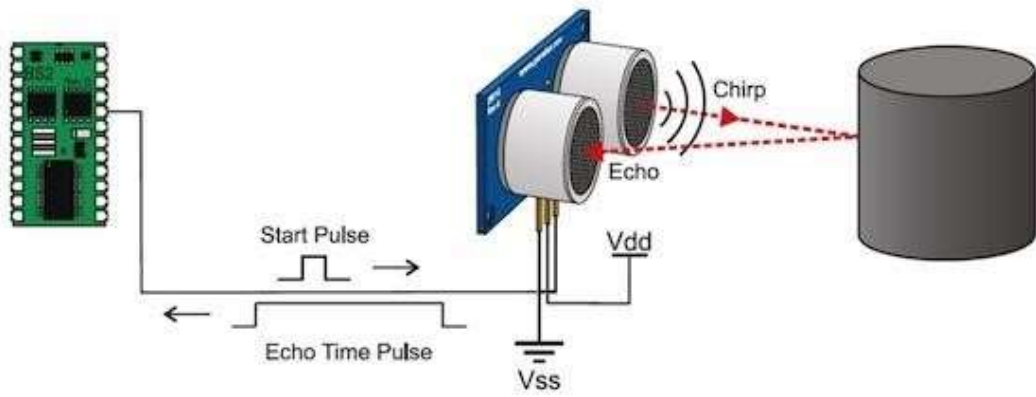
Tovush datchiklari. Bu turdagi datchiklar robotlarni fazoda to‘siqlargacha bo‘lgan masofani o‘lchash orqali harakatlanishiga imkon beradi. Unga mikrofon (tovush, shovqinni aniqlash imkonini beradi), uzoqni o‘lchovchi asbob (yaqin turgan obyektgacha bsho‘lgan masofani aniqlash imkonini beradi) va boshqa ultratovush datchiklar kiradi. Ultratovush robototexnikaning deyarli barcha sohalarida keng qo‘llaniladi.

Ultratovush datchigining ishlash tamoyili exolokatsiyaga asoslangan. U quyidagicha ishlaydi: qurilma dinamigi ma‘lum chastotadagi ultratovush chiqaradi va uni mikrofonga qaytishigacha bo‘lgan vaqtni o‘lchaydi. Tovush lokatorlari yo‘naltirilgan tovush to‘lqinlarini uzatadi, ular obyektlardan qaytadilar (aks etadilar) va bu tovushning bir qismi datchikka kelib tushadi. Bunda kelish vaqti va qaytish signalining intensivligi yaqinda joylashgan obyektgacha bo‘lgan masofa haqida ma‘lumotni olib keladi.

Avtonom suv osti apparatlari uchun suv osti gidrolokatorlari texnologiyasi qo‘llaniladi, yerda esa tovush lokatorlari asosan yaqin obyektlarni to‘nashib ketishi oldini olish maqsadida ishlatiladi. Chunki bu turdagi datchiklar diapazoni cheklangandir.



1.12-rasm. Tovush datchigi.



1.13-rasm. Tovush datchigining ishlash tamoyili.

Tovush datchiklariga muqobil sanalgan qurilmalar qatoriga radarlar, lazerlar va lidarlar kiradi. Bu turdagi qurilmalarda tovush o‘rniga to‘siqdan qaytgan lazer nuri ishlatiladi. Bunday datchiklar asosan avtonom avtomobillar ishlab chiqarishda qo‘llaniladi, chunki ular transport vositasiga yo‘l harakati bilan samarali yondoshishiga imkon beradi.

V. GLOSSARIY
GLOSSARIY

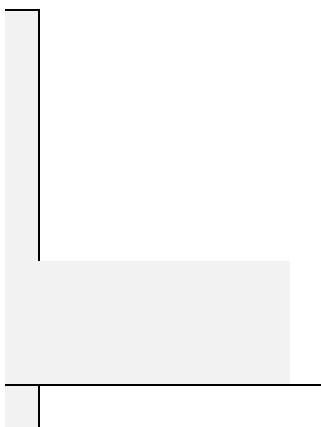
Termin	O‘zbek tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
<i>Mexatronika</i> <i>Mexatronic</i>	sun'iy intellektga ega texnik tizimlarni tuzishda mexanika, elektrotexnika, elektronika va axborot texnologiyalarini, ayniqsa, mexanizm va mashinalarni bog'lovchi kombinatsiya	connecting a combination of mechanics, electrical engineering, electronics and information technologies to create systems with artificial intelligence, in particular machinery and equipment
<i>Mexatron tizim arxitekturasi</i> <i>Mexatronic systems architecture</i>	maxatron tizim komponent-lari iyerarxiyasi yoki qurilmasi	hierarchy or device components mehatrons system
<i>Mexatron tizim</i> <i>Mexatronic system</i>	mexatronika prinsiplari asosida yaratilgan tizim	system created on the basis of the principles of Mechatronics
<i>Boshqaruv</i> <i>Management</i>	bitta yoki bir nechta jarayonlarni bajarishga yo'naltirilgan harakatlar to'plami. Agar boshqaruv insonning bevosita ishtirokisiz amalga ohsa, bunday boshqaruv – avtomatik boshqaruv deb ataladi.	a set of actions aimed at the implementation of one or more processes. If management is done without direct human intervention, this is called automatic control
<i>Boshqaruv obyekti</i> <i>The object of managements</i>	mexanizm, agregat, yoki texnologik jarayon bo'lib, uning maqsadli ishlashi ta'minlanishi lozim. Korxonalar, q/x fermalar, insonlar jamoasi va boshqalar boshqaruv obyekti bo'lishi mumkin	a mechanism or process unit, focused operation of which should be ensured. The object can be management enterprises, agricultural farm, groups of people, etc.
<i>Datchiklar tizimi</i> <i>Sensor system</i>	bir necha datchiklardan tuzilgan tizim bo'lib, bir datchikdan olingan ma'lumotlar ikkinchisi uchun qo'shimcha ma'lumot hisoblanadi	system consisting of multiple sensors, used to complement the data of one sensor data from other
<i>Jarayon</i> <i>Process</i>	biror obyekt yoki tizim holatining ketma-ket	sequential change of conditions of any object or

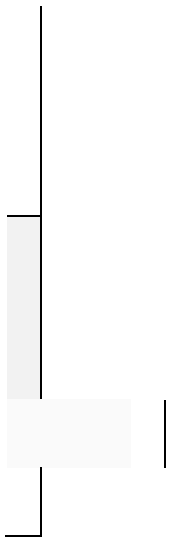
	almashishi, buning natijasida siljish yoki materiallar zahirasi, quvvati va informatsiya o'zgaradi	system, during which themove or change a stock of materials, energy and information
Intellektual mashina Intelligence machine	sun'iy intellektga ega mashina	machine with artificial intelligence
Avtomat Automatic	yunoncha „automatos“ – o'zicha harakatlanuvchi	from the Greek “Auto-matos” is itself a valid
Avtomatik qurilma Automatic device	mexanik, elektrik, pnevmatik, gidravlik yoki kombinatsiyalashgan qurilmalar to'plami bo'lib, ular insonning doimiy ishtirokisiz o'z-o'zidan kelib chiqib ishlaydilar.	the combination of mechanical, electrical, pneumatic, hydraulic or combined, without constant human intervention
Adaptiv mashina Adaptive machine	adaptivlik intellektual xossasiga ega bo'lgan intellektual mashina	intelligent machine possessing the intellectual property of adaptability
Intellektual material Intelligence material	sodda intellektga mos xossalarga ega bo'lgan kompozitsion material (tuzilma)	composite material (structure), which has properties that correspond to primitive intelligence
Intellektual datchik Intelligence sensor	o'zida sezish, xis qilish, analog va raqamli signalni qayta ishlash, avtomatik, o'zi-o'zini kalibrovka qilish, kompensatsiyalash funksilarnii jam qilgan avtonom birlik	self-contained unit that integrates the functions of sensation, perception, processing of analog and discrete signals, automatic and self calibration and compensation
Ijro mexanizmi Executive	mexatron tizimining bir qismi bo'lib, mashina ishini hal qiluvchi tizimidan yoki bevosita xis qilish tizimidan (datchiklardan) olingan ma'lumotlar asosida boshqaradi	part of the mehatrons system, which cars on the basis of data obtained fromcritical system or directly otsistemy perception (obtained)
Hal qiluvchi tizim The decisive mechanism	mexatron tizimning bir qismi bo'lib, qabul qilin-gan inforatsiyani baholaydi va keyingi hatti-harakat-larni trejalashtiradi	part of the mehatrons system, which information and plans actions

<i>His qilish tizimi</i> <i>Sensory system</i>	mexatron tizimning bir qismi bo‘lib, mashina va tashqi muhit holati haqida-gi informatsiyani to‘plash, qayta ishlash va taqsimlash ishlarini bajaradi	part of the mehatronns system, which storage, processing and distribution of information on the State of the machine and the environment.
<i>O‘z-o‘zini tashkil etish</i> <i>Self-organization</i>	biror tashqi ta’sirlarsiz tuzilmani tuzish qobiliyati	ability to create structure without any external influences
<i>O‘z-o‘zini rostdash</i> <i>Self-adaptation</i>	atrof muhitda ishlash vaqtida istalgan natijaga erishish qobiliyati bo‘lib, u vaqt davomida o‘zgarishlarga uchraydi	the machine's ability to reach and maintain the desired behavior when running in the environment, that was undergoing final changes over time
<i>O‘z-o‘zini tiklash</i> <i>Self-healing</i>	mashinaning ish qobiliyatini tiklay olishi	the ability of machines to recovery
<i>O‘z-o‘zini diagnostika qilish</i> <i>Self-diagnostics</i>	mashinaning ishchi holatini nazorat qilish va baholay olish qobiliyati	the ability of machines to monitor and evaluate the operational status
<i>Avtomat</i> <i>Automatic</i>	yunoncha „automatos“ – o‘zicha harakatlanuvchi	from the Greek “Auto-matos “ is itself a valid
<i>Avtomatik qurilma</i> <i>Automatic device</i>	mexanik, elektrik, pnevmatik, gidravlik yoki kombinatsiyalashgan qurilmalar to‘plami bo‘lib, ular insonning doimiy ishtirokisiz o‘z-o‘zidan kelib chiqib ishlaydilar.	the combination of mechanical, electrical, pneumatic, hydraulic or combined,-without constant human intervention
<i>Adaptiv mashina</i> <i>Adaptive machine</i>	adaptivlik intellektual xossasiga ega bo‘lgan intellektual mashina	intelligent machine possessing the intellectual property of adaptability
<i>Boshqaruv</i> <i>Management</i>	bitta yoki bir nechta jarayonlarni bajarishga yo‘naltirilgan harakatlar to‘plami. Agar boshqaruv insonning bevosita ishtirokisiz amalga oshsa, bunday boshqaruv – avtomatik boshqaruv deb ataladi.	a set of actions aimed at the implementation of one or more processes. If management is done without direct human intervention, this is called automatic control
<i>Boshqaruv obyekti</i> <i>The object of managements</i>	mexanizm, agregat, yoki texnologik jarayon bo‘lib, uning maqsadli ishlatishi ta’minlanishi lozim. Korxonalar, q/x fermalar,	a mechanism or process unit, focused operation of which should be ensured.The object can be management

	insonlar jamoasi va boshqalar boshqaruv obyekti bo'lishi mumkin	enterprises, agricultural farm, groups of people, etc.
<i>Datchiklar tizimi</i> <i>Sensor system</i>	bir necha datchiklardan tuzilgan tizim bo'lib, bir datchikdan olingan ma'lumotlar ikkinchisi uchun qo'shimcha ma'lumot hisoblanadi	system consisting of multiple sensors, used to complement the data of one sensor data from other
<i>Jarayon</i> <i>Process</i>	biror obyekt yoki tizim holatining ketma-ket almashishi, buning natijasida siljish yoki materiallar zahirasi, quvvati va informatsiya o'zgaradi	sequential change of conditions of any object or system, during which they move or change a stock of materials, energy and information
<i>Intellektual mashina</i> <i>Intelligence machine</i>	sun'iy intellektga ega mashina	machine with artificial intelligence
<i>Intellektual material</i> <i>Intelligence material</i>	sodda intellektga mos xossalarga ega bo'lgan kompozitsion material (tuzilma)	composite material (structure), which has properties that correspond to primitive intelligence
<i>Intellektual datchik</i> <i>Intelligence sensor</i>	o'zida sezish, xis qilish, analog va raqamli signalni qayta ishlash, avtomatik, o'zi-o'zini kalibrovka qilish, kompensatsiyalash funksiyalarini jam qilgan avtonom birlik	self-contained unit that integrates the functions of sensation, perception, processing of analog and discrete signals, automatic and self calibration and compensation
<i>Ijro mexanizmi</i> <i>Executive</i>	mexatron tizimining bir qismi bo'lib, mashina ishini hal qiluvchi tizimidan yoki bevosita xis qilish tizimidan (datchiklardan) olingan ma'lumotlar asosida boshqaradi	part of the mechatronics system, which acts on the basis of data obtained from critical system or directly from system perception (obtained)
<i>Mexatronika</i> <i>Mechatronic</i>	sun'iy intellektga ega texnik tizimlarni tuzishda mexanika, elektrotexnika, elektronika va axborot texnologiyalarini, ayniqsa, mexanizm va mashinalarni bog'lovchi kombinatsiya	connecting a combination of mechanics, electrical engineering, electronics and information technologies to create systems with artificial intelligence, in particular machinery and equipment

<i>Mexatron tizim arxitekturasini Mexatronic systems architecture</i>	maxatron tizim komponent-lari iyerarxiyasi yoki qurilmasi	hierarchy or device components mehatrons system
<i>Mexatron tizim Mexatronic system</i>	mexatronika prinsiplari asosida yaratilgan tizim	system created on the basis of the principles of Mechatronics
<i>Hal qiluvchi tizim The decisive mechanism</i>	mexatron tizimning bir qismi bo'lib, qabul qilingan inforatsiyani baholaydi va keyingi hatti-harakat-larni trejalashtiradi	part of the mehatrons system, which information and plans actions
<i>His qilish tizimi Sensory system</i>	mexatron tizimning bir qismi bo'lib, mashina va tashqi muhit holati haqida-gi informatsiyani to'plash, qayta ishlash va taqsimlash ishlarini bajaradi	part of the mehatronns system, which storage, processing and distribution of information on the State of the machine and the environment.
<i>O'z-o'zini tashkil etish Self-organization</i>	biror tashqi ta'sirlarsiz tuzilmani tuzish qobiliyati	ability to create structure without any external influences
<i>O'z-o'zini rostdash Self-adaptation</i>	atrof muhitda ishlash vaqtida istalgan natijaga erishish qobiliyati bo'lib, u vaqt davomida o'zgarishlarga uchraydi	the machine's ability to reach and maintain the desired behavior when running in the environment, that was undergoing final changes over time
<i>O'z-o'zini tiklash Self-healing</i>	mashinaning ish qobiliyatini tiklay olishi	the ability of machines to recovery
<i>O'z-o'zini diagnostika qilish Self-diagnostics</i>	mashinaning ishchi holatini nazorat qilish va baholay olish qobiliyati	the ability of machines to monitor and evaluate the operational status





ADABIYOTLAR RO‘YXATI

I. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining asarlari

1. Mirziyoyev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: “O‘zbekiston”, 2017. – 488 b.
2. Mirziyoyev SH.M. Milliy taraqqiyot yo‘limizni qat’iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko‘taramiz. 1-jild. – T.: “O‘zbekiston”, 2017. – 592 b.
3. Mirziyoyev SH.M. Xalqimizning roziligi bizning faoliyatimizga berilgan eng oliy bahodir. 2-jild. T.: “O‘zbekiston”, 2018. – 507 b.
4. Mirziyoyev SH.M. Niyati ulug‘ xalqning ishi ham ulug‘, hayoti yorug‘ va kelajagi farovon bo‘ladi. 3-jild.– T.: “O‘zbekiston”, 2019. – 400 b.
5. Mirziyoyev SH.M. Milliy tiklanishdan – milliy yuksalish sari. 4-jild.– T.: “O‘zbekiston”, 2020. – 400 b.

II. Normativ-huquqiy hujjatlar

6. O‘zbekiston Respublikasining Konstitusiyasi. – T.: O‘zbekiston, 2018.
7. O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentabrda qabul qilingan “Ta’lim to‘g‘risida”gi O‘RQ-637-sonli Qonuni.
8. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyun “Oliy ta’lim muasasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-4732-sonli Farmoni.
9. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevral “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi 4947-sonli Farmoni.
10. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 20 aprel "Oliy ta’lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-2909-sonli Qarori.
11. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 21 sentabr “2019-2021 yillarda O‘zbekiston Respublikasini innovasion rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5544-sonli Farmoni.
12. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 may “O‘zbekiston Respublikasida korrupsiyaga qarshi kurashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-5729-son Farmoni.
13. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 17 iyun “2019-2023 yillarda Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetida talab yuqori bo‘lgan malakali kadrlar tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish va ilmiy salohiyatini rivojlantiri choratadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4358-sonli Qarori.

14. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 avgust “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-sonli Farmoni.

15. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktabr “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-sonli Farmoni.

16. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 29 oktabr “Ilm-fanni 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-6097-sonli Farmoni.

17. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning 2020 yil 25 yanvardagi Oliy Majlisga Murojaatnomasi.

18. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentabr “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 797-sonli Qarori.

SH. Maxsus adabiyotlar

1. Bruce R. Munson, Alric P. Rothmayer, Theodore H. Okiishi, Wade W. Huebsch Fundamentals of Fluid Mechanics, Wiley, 2017. 792r.

2. Charlie Brau Notes on Analytical Mechanics. 2005.

12. Gantmaxer F.R. Leksii po analiticheskoy mexanike. 3-izd. M.: Fizmatmex, 2005. 17

3. Chung T.J. Computational Fluid Dynamics. - Cambridge University Press, 2002 (1012p).

4. Grant R. Fowles and George L. Cassiday. Analytical Mechanics. Brooks Cole. USA, 2014.

5. Herbert Goldstein, Charles Poole, John Safko. Classical Mechanics. Classical Mechanics. USA, 2013.

6. I. M. Rikhsiboev and N. S. Mohamed, Engineering Mathematics 2, Malaysia, 2019.

7. Jim Libby, Math for Real Life: Teaching Practical Uses for Algebra, Geometry and Trigonometry// 2019, 234p. ISBN: 978-1476667492

8. Karl Berry, The TEX Live Guide—2020

9. Lawden D.F. Optimal Trajectories for Space Navigation Butterworth, Washington, D.C. 2013.

10. Lindsay Clandfield and Kate Pickering “Global”, B2, Macmillan. 2013. 175.

11. Manfredo P. Do Carmo. Differential geometry of Curves and surface // Dover publications, Inc. Mineola, New York, 2016. – 529 rr.

12. Maple 15 user manual, Maplesoft, 2016, 462 p.

13. Margaret L. Lial, Thomas W. Hungerford, John P. Holcomb, Bernadette Mullins, Mathematics with Applications In the Management, Natural and Social Sciences (11th Edition), Pearsonb 2018.
14. Massey B., Ward-Smith J. Mechanics of Fluids. Solutions Manual Eighth edition. - Taylor & Francis, 2016.
15. N.A. Korshunova and D.M. Azimov. Analytical Solutions for Thrust Arcs in a Field of Two Fixed Centers // «Journal of Guidance, Control, and Dynamics», (AIAA, USA), 2014, V.37, №5, P.1716-1719
16. Rao, M. M. Random and Vector Measures, Series on Multivariate Analysis, 9, World Scientific, 2012.
17. Robert D. Zucker, Oscar Biblarz Fundamentals of Gas Dynamics, Wiley, 2002. 512r.
18. Steve Taylor “Destination” Vocabulary and grammar”, Macmillan 2010.
19. Tao, Terence. An Introduction to Measure Theory. Providence, R.I.: American Mathematical Society, 2019.
20. Weaver, Nik Measure Theory and Functional Analysis. World Scientific, 2013, 423 p.
21. Avilova L.V., Bolotyuk V.A., Bolotyuk L.A. Analiticheskaya geometriya i lineynaya algebra// 2013. Izdaniye: 1-ye izd. 421 s.
22. Azimov D.M., Korshunova N.A Harakatning ustuvorlik nazariyasi bo'yicha tanlangan ma'ruzalar. - Uchebnoye posobiye. - Tashkent, Universitet, 2005.
23. Belogurov A.Y. Modernizasiya protsessa podgotovki pedagoga v kontekste innovatsionnogo razvitiya obshestva: MonografiY. — M.: MAKSPress, 2016. — 116 s. ISBN 978-5-317-05412-0. 24. Gulobod Qudratulloh qizi, R.Ishmuhamedov, M.Normuhamedova. An'anaviy va noan'anaviy ta'lim. – Samarqand: “Imom Buxoriy xalqaro ilmiy-tadqiqot markazi” nashriyoti, 2019. 312 b.
25. Ibraymov A.YE. Masofaviy o'qitishning didaktik tizimi. metodik qo'llanma/ tuzuvchi. A.YE. Ibraymov. – Toshkent: “Lesson press”, 2020. 112 bet.
26. Ishmuhamedov R.J., M.Mirsoliyeva. O'quv jarayonida innovatsion ta'lim texnologiyalari. – T.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 b.
27. Kiryanov D. Mathcad 15/Mathcad Prime 1.0. - SPb.: BXVPeterburg, 2012. — 432 s. 28. Muslimov N.A va boshqalar. Innovatsion ta'lim texnologiyalari. O'quv-metodik qo'llanma. – T.: “Sano-standart”, 2015. – 208 b.
29. Ignatova N. Y. Obrazovaniye v sifrovuyu epoxu: monografiY. Mvo obrazovaniya i nauki RF. – Nijniy Tagil: NTI (filial) UrFU, 2017. – 128 s. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf

30. Oliy ta'lim tizimini raqamli avlodga moslashtirish konsepsiyasi. Yevropa Ittifoqi Erasmus+ dasturining ko'magida.
https://hiedtec.ecs.uni-ruse.bg/pimages/34/3_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf
31. O.K. Asekretov, B.A. Borisov, N.Y. Bu-gakova i dr. M – Kniga 16 / Sovremenniye obrazovatelniye texnologii: pedagogika i psixologiya: Novosibirsk: Izdatelstvo SRNS, 2015. – 318 s.
<http://science.vvsu.ru/files/5040BC65-273B-44BB-98C4-CB5092BE4460.pdf>
32. Turayev X. Harakatning turg'unlik nazariyasi. - SamGU, 2004.
33. Usmonov B.SH., Habibullayev R.A. Oliy o'quv yurtlarida o'quv jarayonini kredit-modul tizimida tashkil qilish. O'quv qo'llanma. T.: "Tafakkur" nashriyoti, 2020 y. 120 bet.

IV. Internet saytlar

34. <http://edu.uz> – O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
35. <http://lex.uz> – O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi
36. <http://bimm.uz> – Oliy ta'lim tizimi pedagog va rahbar kadrlarini qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirishni tashkil etish bosh ilmiy-metodik markazi
37. <http://ziyonet.uz> – Ta'lim portali ZiyonET
38. <http://natlib.uz> – Alisher Navoiy nomidagi O'zbekiston Milliy kutubxonasi

O'zbekiston milliy universiteti huzuridagi pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish tarmoq (mintaqaviy) markazi "Mexanika va matematik modellashtirish" yo'nalishidagi mutaxassislik fanlaridan tayyorlangan "Mexatronika va robototexnika" moduli bo'yicha qayta tayyorlash va malaka oshirish masofaviy kurslari uchun tayyorlangan materiallar talablarga javob berishi bo'yicha

EKSPERT XULOSASI

"Mexanika va matematik modellashtirish" yo'nalishi qayta tayyorlash va malaka oshirish kursi mutaxassislik fanlaridan tayyorlangan "Mexatronika va robototexnika" moduli bo'yicha test savollari, o'quv-uslubiy majmua, bitiruv ishi mavzulari hamda masofaviy materiallar mazkur modul bo'yicha tasdiqlangan namunaviy dastur doirasida tayyorlangan va unga qo'yilgan talablarga javob beradi hamda BIMM internet portaliga qo'yishga tavsiya etiladi.

Tarmoq (mintaqaviy) markazi
direktori

Bo'lim boshlig'i

"Mexanika va matematik modellashtirish"
kafedrası mudiri

Tuzuvchi:



O'.Tilavov

O'.Muxamadiyev



prof. A.B.Axmedov

M.Abdyllaev

