

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ТОШКЕНТ ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ИНСТИТУТИ**

**«ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАР ВА ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИ  
АВТОМАТЛАШТИРИШ ВА БОШҚАРИШ» КАФЕДРАСИ**

**АТАЖОНОВ ШОХРУХ**

**CONTROL SYSTEM TOOLBOX ДАСТУРИЙ ПАКЕТ МУҲИТИДА  
АВТОМАТИК БОШҚАРИШ СИСТЕМАСINI ТАДҚИҚ ЭТИШ  
МАВЗУСИДАГИ ДИПЛОМ ЛОЙИҲА ИШИ**

**Илмий раҳбар:**

**Доц. Халматов Д.А.**

**Тошкент-2015**

## МУНДАРИЖА

КИРИШ .....	4
I. БОБ. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИ ТАВСИФЛАРИ. ....	6
1.1. Автоматик ростлашнинг вазифаси. ....	6
1.2. Автоматик ростлаш тизимининг тузилиши. ....	9
1.3. Статик ва динамик моделлар. ....	13
1.4. Динамик тизимларнинг тавсифларини чизиқлантириш. ....	20
1.5. Ростланувчи объектларнинг ўтиш характеристикалари. ....	22
II. БОБ. ДИНАМИК ТИЗИМЛАРНИ ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАШ ВА УНИ АМАЛГА ОШИРУВЧИ ДАСТУРИЙ МУҲИТ. ....	28
2.1. Идентификациялаш усулларининг таҳлили .....	28
2.2. MATLAB – динамик жараёнларни тадқиқ қилиш муҳити. ...	33
2.3. Simulink қисм дастурининг имкониятлари. ....	34
III. БОБ. ДИНАМИК ТИЗИМЛАРНИ CONTROL SYSTEM TOOLBOX ДАСТУРИЙ ПАКЕТДА МОДЕЛЛАШТИРИШ .....	46
3.1. Control system toolbox-автоматик бошқариш тизимларини моделлаш. ....	46
3.2. Динамик объект моделининг блоки State-Space .....	63
3.3. Динамик системаларнинг турғунлигини Matlab муҳитида текшириш. ....	65
МЕҲНАТ МУХОФАЗАСИ ВА ЭКОЛОГИЯ .....	68
ИҚТИСОДИЙ ҚИСМ. ....	72
ХУЛОСА. ....	77
АДАБИЁТЛАР. ....	78

## КИРИШ

Таълимнинг янги модели жамиятда мустақил фикрловчи эркин шахснинг шаклланишига олиб келади. Ўзининг қадр қимматини англайдиган, иродаси бақувват иймони бутун, ҳаётда аниқ мақсадга эга бўлган инсонларни тарбиялаш имконига эга бўламиз [1].

Республикамызда олиб борилаётган ислохотларнинг тақдирида юқори малакали мутахассисларнинг роли бениҳоя каттадир. Президентимиз таъкидлаганларидек: "Эртанги кун янгича фикрлай оладиган, замонавий билимга эга бўлган юксак малакали мутахассислар талаб этади". Шу сабабли халқимизнинг бой интеллектуал мероси ва умумбашарий қадриятлари, замонавий маданият, иқтисодиёт, фан, техника ва технологиялар асосида етук мутахассислар тайёрлаш тизими ишлаб чиқилди ва жадал суръатлар билан ҳаётга татбиқ этилмоқда.

Таълим тизимидаги чуқур ва кенг кўламда ислохотларнинг мазмуни ва амалга ошириш муддатлари Ўзбекистон Республикасининг "Таълим тўрисида"ги қонун ва "Кадрлар тайёрлаш миллий дастури" да ўз ифодасини топган. Жумладан, "Кадрлар тайёрлаш миллий дастури" да таъкидланганидек, "кадрлар тайёрлаш тизими ва мазмунини мамлакатнинг ижтимоий ва иқтисодий тараққиёти истиқболларидан, жамият эҳтиёжларидан, фан, маданият, техника ва технологиянинг замонавий ютуқларидан келиб чиққан ҳолда қайта қуриш" лозим.

Юқоридаги талаблардан келиб чиққан ҳолда ёшларга замонавий компьютер сирларини ҳамда дастурлаш технологияларини чуқур ўргатиш ҳозирги куннинг долзарб масалаларидан биридир. Ўтган асрнинг 80-йилларидан бошлаб замонавий компьютер технологиялари сафига компьютер математикаси системалари жадал суръатлар билан кириб келиб ўқитиш технологиялари сифатида катта муваффақиятларга эришмоқда.

Кейинги йилларда компьютер математикаси системалари (Mathematica, Maple, Matlab, Matcad ва ҳ.к.) қўлланилмаётган соҳаларни топиш жуда қийин. Ҳозирги кунда турли характердаги бошқарув тизимларини моделларини қуриш ва уларни электрон ҳисоблаш машиналарида тадқиқ қилиш "Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни автоматлаштириш ва бошқариш" йўналишидаги фанларнинг асосий масалаларидан бири ҳисобланади.

Малумки, компьютер технологиясининг ривожланиши билан мураккаб тизимларни тадқиқ қилишда машинали моделлаш усули энг самарали ва бу усулнинг ёрдамсиз техника ва технологиянинг баъзи муаммоларини ҳал этиш кийинлашиб қолди. Шу сабабдан муҳандис-технологларни тайёрлашдаги долзарб масалалардан бири - математик моделлаштириш назариясининг асосларини ва усулларини ўзлаштириш ҳисобланади. Бу масала нафақат ўрганилаётган объектларнинг моделларини қуриш, улар динамикасини таҳлил қилиш ва модел билан машинали экспериментни бошқариш имконини беради, балки ўрганилаётган тизимларга яратилаётган моделларнинг монандлигини маълум миқдорда, қўлланиш чегарасида фикр юритиш мумкинлиги ҳамда замонавий ҳисоблаш техника воситаларида тизимларнинг моделлашни тўғри ташкил қилиш имконини беради.

Шу кунларда ривожланган мамлакатларда муҳандислар, технологлар, аниқ фанлар мутахассислари ўзларининг илмий тадқиқотларида замонавий дастурий тизимлар - Mathematica, Mathcad, Maple, Matlab нинг имкониятларидан унумли фойдаланмоқдалар. Жаҳоннинг етакчи университетлари ўзларининг ўқув жараёнларига бу тизимларни кенг қўламда жорий қилганлар.

Тақдим этилаётган диплом лойиҳасида моделлаштиришнинг янги кўринишларидан бири бўлган - компьютерли моделлаштириш асослари ҳамда компьютерли моделлаштиришнинг асосий воситаларидан бири бўлган компьютер технологиясининг илғор тизимлари - Mathematica, Mathcad, Maple, Matlab нинг компьютер алгебраси тизимлари орасида тутган ўрни, уларнинг бир-биридан фарқли томонлари, камчиликлари, ютуқлари фактлар асосида ёритилган. Ушбу диплом лойиҳаси Matlab тизимларнинг воситаларидан фойдаланган ҳолда динамик тизимларни моделлаштириш масалаларини ечишга бағишланган.

# **I. БОБ. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ ТИЗИМЛАРИ ТАВСИФЛАРИ**

## **1.1. Автоматик ростлашнинг вазифаси**

Технологик жараёнларда одамнинг иштирок этишига кўра автоматлаштиришни куйидагиларга ажратиш мумкин: автоматик назорат, автоматик ростлаш ва автоматик бошқариш.

Автоматик назорат - технологик жараён ҳақида оператив маълумотларни автоматик равишда қабул қилиш ва уни қайта ишлаш учун керакли бўлган шароитларни таъминлайди.

Автоматик ростлаш - технологик жараёнларнинг тегишли параметрларини автоматик ростловчи асбоблар ёрдамида талаб қилинган сатҳда сақланишини назарда тутди. Бу ҳолда одам фақат автоматик ростлаш тизимининг (АРТ) тури ишлашини назорат қилади. Автоматик бошқариш - технологик операцияларни белгиланган муттасиллигининг автоматик равишда бажарилишини ва бошқарув объектига нисбатан бўладиган таъсирларнинг муайян муттасиллигини ишлаб чиқишдан иборат.

Автоматлаштириш - технологик жараёнларни одам иштирокисиз бошқарадиган техник воситаларни жорий этиш демакдир. Автоматлаштириш - ишлаб чиқариш жараёнидаги одам иштирок этмаган саноатнинг янги босқичи бўлиб, бунда, технологик ва ишлаб чиқариш жараёнларини бошқариш функциясини автоматик қурилмалар бажаради. Автоматлаштиришни жорий этиш ишлаб чиқаришнинг асосий техника-иқтисодий кўрсаткичларининг яхшиланишига, яъни ишлаб чиқарилаётган маҳсулот қиймати ва сифатининг ошиши ҳамда таннархининг камайишига олиб келади.

Замонавий ишлаб чиқариш жараёнларининг кўпчилиги тўлиқ автоматлаштирилганлиги билан характерланади. Автоматлаштириш барча ускуналарнинг авариясиз ишлашини таъминлайди, бахтсиз ҳодисаларнинг ва атроф-муҳитнинг захарланишини олдини олади. Шунингдек, кимё ва озиқ-овқат саноатларида портлаш ҳамда ёнғин чиқиш хавфи кўплиги ҳам

жараёнларни максимал даражада автоматлаштиришни талаб қилади.

Ишлаб чиқариш жараёнларининг автоматлаштирилиши ҳозирги вақтда уч даврга бўлинади.

Биринчи давр - айрим технологик жараёнларни автоматлаштириш билан характерланади. Жараённинг айрим параметрлари автоматлаштирилган агрегат яқинида йирик габаритли асбобларнинг кўрсатишига мувофиқ автоматик равишда ростланади. Бунда, асбобларни машина ва аппаратлар яқинига жойлаштириш деярли қийинчилик туғдирмайди. Автоматлаштиришнинг бу даврида шкаласи яхши кўринадиган йирик габаритли асбоблар ишлатилади. Бунда бир корпусга ўлчаш асбоби, ростлагич ва задатчик жойлаштирилади.

Иккинчи давр - айрим жараёнларнинг комплекс автоматлаштирилишидир. Бунда ростлаш алоҳида шчитга ўрнатилган асбоблар бўйича олиб борилади. Йирик габаритли асбоблардан фойдаланиш – шчитни бир неча метрга чўзилиб кетишига олиб келади ва шчитни назорат қилиш қийинлашади. Автоматлаштиришнинг бу даврида шчитдаги асбобларнинг ҳажмини кичиклаштириш зарурати пайдо бўлади. Бу масалани ҳал қилиш учун кичик габаритли иккиламчи асбоблар ишлатилади.

Учинчи давр (тўлиқ автоматлаштириш даври)- агрегат ва цехларни ялписига автоматлаштириш билан характерланади. Бу даврнинг характерли хусусияти шундаки бошқариш ягона диспетчерлик пунктига марказлаштирилади. Шу билан бирга митти иккиламчи асбобларни ишлатиш эҳтиёжи пайдо бўлади. Доимий назоратни талаб қилмайдиган ўлчаш ва ростлаш асбоблари (йирик габаритли) шчитдан ташқарига ўрнатилади.

Сигнализация, муҳофаза ва назорат қилиш саноат жараёнларини бошқариш ҳамда ростлашни бундан кейинги автоматлаштирилиши, чиқарилаётган маҳсулот сифатини яхшилаш, технологик жараёнларни оптимал тартибда олиб бориш, технологик ускуналар ишини интенсивлаш вазибаларидан келиб чиқади.

Ҳар бир технологик жараён (технологик жараён параметрлари деб

аталувчи) ўзгарувчан физикавий ва кимёвий катталиклар (босим, сарф, температура, намлик, концентрация ва ҳоказо) билан характерланади. Технологик аппаратура жараённинг тўғри ўтишини таъминлаши учун муайян жараённи характерловчи параметрларни берилган қийматда сақлаши лозим.

Қийматини стабиллаш ёки бир текисда ўзгаришини таъминлаш зарур бўлган параметрга ростланувчи катталик деб аталади. Ростланувчи катталикнинг қийматини стабиллаш маълум қонун бўйича ўзгаришини амалга ошириш учун мўлжалланган асбоб автомат ростлагич дейилади. Ростланувчи катталикнинг айна пайтда улчанган қиймати ростланувчи катталикнинг айна қиймати дейилади. Ростланувчи катталикнинг технологик регламент бўйича айна вақтда доимий сақланиши шарт бўлган қиймати ростланувчи катталикнинг берилган қиймати дейилади. Технологик регламент ростланувчи катталикнинг ҳозирги ва берилган қийматларини вақтнинг ҳар бир онда тенг бўлишни талаб қилади. Аммо ички ёки ташқи шароитларнинг ўзгариши сабабли ростланувчи катталикнинг айна қиймати берилган қийматидан четга чиқиши мумкин. Шу пайтда ҳосил бўлган қийматлар фарқини хато ёки номослик дейилади.

Хато ёки номослик нолга тенг бўлган технологик жараён турғунлашган режим дейилади. Турғунлашган режимда моддий ва энергетик баланслар қатъий сақланади.

Амалда кўпинча хом ашёнинг сарфи ва таркиби, аппаратлардаги температура, босим ва ҳоказоларнинг ўзгариши кузатилади. Технологик жараённинг мақсадга мувофиқ равишда оқиб ўтишига тескари таъсир кўрсатувчи ҳамда тизимлардаги моддий ва энергетик балансини бузувчи ўзгарувчилар ғалаёнланишлар деб аталади. Ғалаёнланишлар таъсирида хато пайдо бўладиган технологик жараён режими турғунлашмаган режим дейилади.

Ҳар бир бошқариш тизимида кириш ва чиқиш параметрлари (ўзгарувчилари) бўлади. Кириш параметрларига хом ашёнинг бошланғич ҳолатини характерловчи ўзгарувчи ҳамда вақт ўтиши билан ўзгарадиган

ускуна параметрлари, технологик жараённинг оқиб ўтишини аниқловчи ўзгарувчилар киради. Кириш ўзгарувчилари ростланадиган ва ростланмайдиган бўлиш мумкин.

Чиқиш параметрларига чиқарилган маҳсулот сифатини (кимёвий таркиб, зичлик ва бошқалар) характерловчи кўрсаткичлар, шунингдек, ҳисоблаш йўли билан аниқланадиган техника-иктисодий (ускуналарнинг ишлаб чиқариш унумдорлиги, маҳсулотнинг таннари) кўрсаткичлар киради.

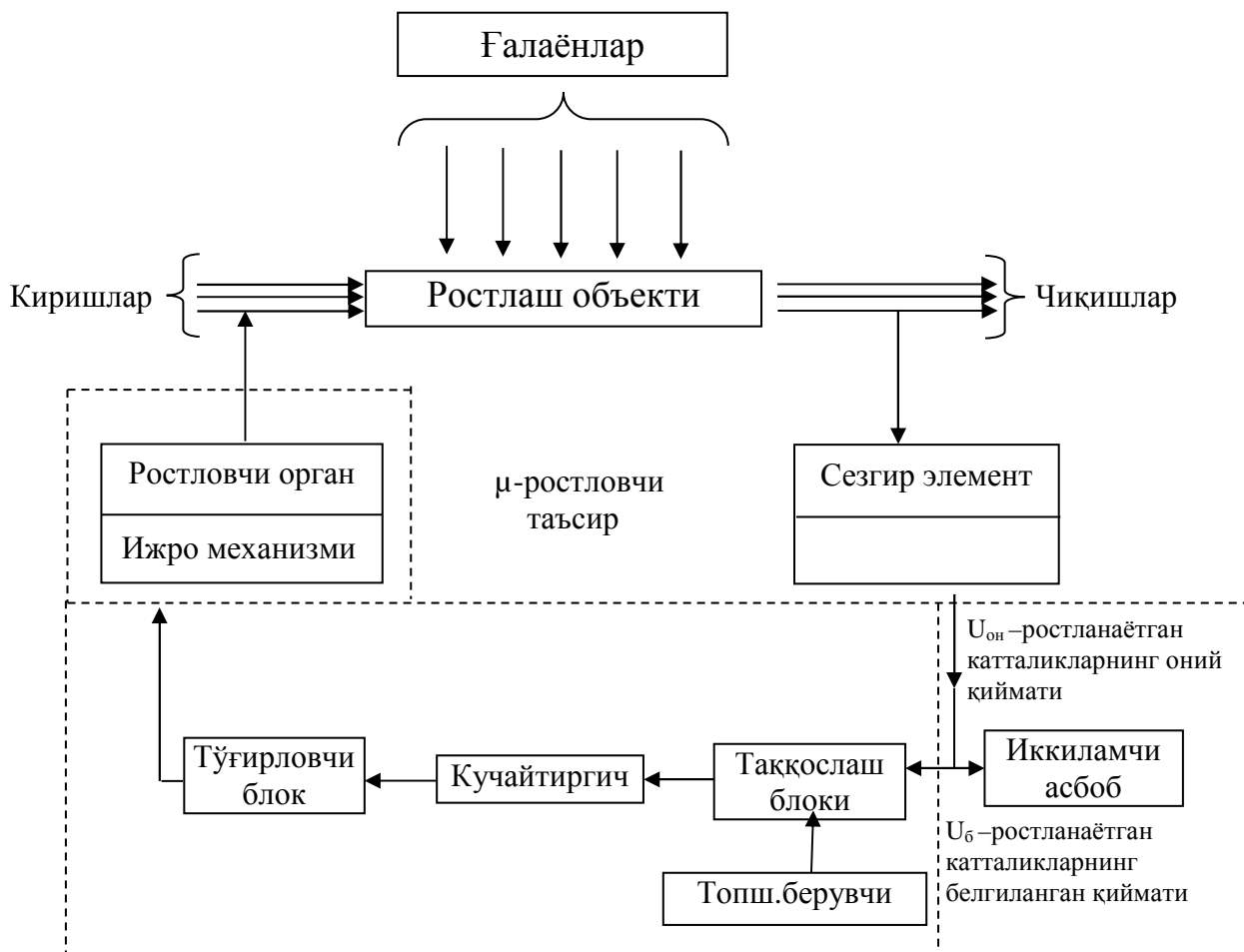
Тизимнинг ишлаш вақтида ростланувчи катталикнинг ҳозирги қиймати берилган қийматига мос келиши учун тизимга таъсир кўрсатиш керак (бошқариладиган ўзгарувчи орқали). Бошқариладиган ўзгарувчи тизим бошқарув таъсирининг (ҳом ашёнинг сарфи, таркиби ва бошқалар) сонли характеристикасидир.

Шундай қилиб, саноатнинг энг муҳим талабларидан бири - технологик жараённинг турғунлашган режимини саклашдан иборат. Моддий ва энергетик балансга риоя қиладиган машина ёки аппарат ростланувчи объект дейилади.

## **1.2. Автоматик ростлаш тизимининг тузилиши**

Четга чиқишлар принципи бўйича ишлайдиган АРТда ростланувчи катталикнинг айни ва берилган қийматлари айирмаси ўлчанади ва тенгсизлик ишорасига кўра автомат ростлагич объектга нисбатан ростловчи таъсир ишлаб чиқариб тенгсизликни йўқотади. Бундай тизим ёпиқ цикл бўйича ишлаб, ёпиқ тизим дейилади. Ростланувчи объектнинг чиқишига датчик ўрнатилади. Бу махсус қурилма ростланувчи катталикнинг ҳозирги қийматини қабул қилиб, уни ростлаш тизимидаги кейинги бўғинларга узатиш учун қулай бўлган сигналга ўзгартиради.





**1.1-расм. Автоматик ростлагич тизимининг бир контурли берк функционал схемаси**

Датчиклар содда (бевосита таъсир этувчи) ва мураккаб (билвосита таъсир этувчи) бўлади. Сезгир элемент билан датчик бир бўлган қурилма бевосита таъсир этувчи датчик ҳисобланади. Билвосита таъсир этувчи датчикларда эса бу элементлар мустақил ишланади. Датчик ишлаб чиқарган ростланувчи катталиқнинг айна қиймати ҳақидаги маълумот автомат ростлагичнинг киришига келади. Айна вақтда шу маълумот кўрсатувчи, жамловчи (интегралловчи), кайд килувчи, сигнал берувчи ёки комбинациялашган иккиламчи ўлчаш асбобини киришига ҳам келади. Ростлагич технологик режимни сақлаб туради. Тизимда автоматик ростлагич бўлса иккиламчи асбобнинг бўлиш шарт эмас. Лекин автоматлаштиришда одамнинг вазифаси ўлчаш асбоблари, ростлагичлар ва ижро этувчи механизмларнинг ишини назорат қилишдан иборат бўлгани учун, АРТда

кўпинча иккиламчи ўлчаш асбобидан фойдаланиш назарда тутилади. Юқорида айтилганидек баъзан, ростлагичлар ва ўлчаш асбоблари бир корпусда ишланади, бундай ростлагичлар асбоб турида бўлади.

Автомат ростлагич таркибига солиштириш блоки киради. Бу датчик ва задатчик сигналларини алгебраик жамлаш (интеграллаш) операциясини бажарадиган қурилмадир. Солиштириш блоки ўзининг чиқишида айни ва берилган қийматлар айирмасига тенг қийматли сигнални, яъни тенгсизлик қийматини ишлаб чиқаради. Шунинг учун, солиштириш блокига келадиган сигналларнинг физик хоссалари бир хил бўлиш керак.

Задатчик - ўзининг чиқишида ростланувчи катталикнинг берилган қийматига муносиб сигнал ишлаб чиқаришга мўлжалланган қурилма. Аммо тенгсизлик сигналининг қуввати, одатда, ижро этувчи механизмнинг ростловчи органини ҳаракатга келтириш учун камлик қилади. Шунинг учун, автоматик ростлагич орқали амалга оширилувчи ростлаш қонунига мувофиқ, бу сигнал кучайтирилиб тузатилади. Бу операцияни кучайтиргич ва тузатувчи блок бажаради. Ростланувчи катталик билан кириш сигнали ўртасидаги функционал боғланишга ростлаш қонуни деб аталади.

Сигнал автоматик ростлагичнинг чиқишидан ижро этувчи механизм киришига келади. Ростлагичнинг буйруқ сигналинини ўзидаги ростловчи органнинг тегишли сигнаliga ўзгартирувчи қурилма ижро этувчи механизм дейилади.

Кўрилган бир контурли АРТ учун ростлаш тизими контурининг ёпиқ ҳолати характерлидир. Бу тизимнинг яна бир хусусияти унинг детекторлаш қобилиятига эгаллиги ҳисобланади. Шунинг учун, ростлаш контуридаги, таъсир фақат бир йуналишда бўлади.

Функционал белгиларига кўра автоматик ростлаш тизимидаги элементларни қуйидаги гуруҳларга бўлиши мумкин: 1) сезгир элементлар; 2) датчиклар; 3) солиштириш элементлари; 4) топшириқ бергич ёки бошқарувчи элементлар (задатчик); 5) ўзгартирувчи элементлар (бирор физик хоссаларга эга бўлган сигналларни иккинчи хил физик хоссаларга эга бўлган

сигналларга айлантиришга мўлжалланган); б) кучайтиргичлар; 7) тузатувчи элементлар (тизимни талаб қилинган динамик сифатлар билан таъминлайди); 8) ижро этувчи элементлар; 9) стабилизаторлар (тизимнинг иш пайтида берилган физик катталиқ тебранишларини стабиллашга мўлжалланган); 10) сигналларни узатиш учун хизмат қиладиган тақсимлагичлар (турли элементларни бир-бирига кетма-кет улашга мўлжалланган); 11) ҳисоблаш элементлари (конкрет технологик масалаларини ечиш ва маълум математик операцияларни бажаришга мўлжалланган).

Истеъмол қилинадиган энергиянинг турига кўра автоматик ростлаш тизими элементлари электрик, пневматик, гидравлик ва комбинациялашган бўлади. Автоматик тизимларнинг хусусиятлари уларнинг элементлари хусусиятларига боғлиқ.

Ҳар бир элементнинг умумий ва асосий характеристикаси унинг ўзгартириш коэффициенти, яъни элемент чиқиш катталигининг кириш катталигига бўлган нисбатига тенг. Автоматика тизимларининг элементлари қиймат ва сифат ўзгаришларини бажаради. Қиймат ўзгартиришлар кучайтириш, стабиллаш ва бошқа коэффициентларни назарда тутди. Сифат ўзгартиришларда бир физик катталиқ иккинчисига ўтади. Бу ҳолда ўзгартириш коэффициенти элемент сезгирлиги дейилади.

Автоматика элементининг яна бир муҳим характеристикаси - элемент (кириш катталиги ўзгаришига боғлиқ бўлмаган) чиқиш катталигининг ўзгаришидан ҳосил бўлган ўзгартириш хатосидир. Бу хатога сабаб атроф-муҳит температурасининг таъминлаш кучланишининг ўзгариши ва ҳоказолар бўлиши мумкин. Элемент характеристикаларининг ўзгариши натижасида пайдо бўлган хато ностабиллик деб аталади.

Баъзи элементларнинг кириши ва чиқиш катталиклари ўртасида кўп қийматли боғланиш мавжуд. Бунга қуруқ ишқаланиш, гистерезис ва бошқалар сабаб бўлиши мумкин. Бундай катталиқнинг ҳар бир кириш қийматига унинг бир неча чиқиш қийматлари мос келади. Сезгирлик чегарасининг мавжудлиги шу ҳодиса билан боғлиқ.

Кириш катталигининг элемент чиқишидаги сигналини сезиларли даражада ўзгартириш қобилиятига эга бўлган қиймати сезгирлик чегараси дейилади. Автоматика элементлари мустахкамлик билан ҳам характерланади. Элементларнинг саноатда ишлатилишида ўз параметрларини йўл қўйилган чегараларда саклаш қобилиятига мустахкамлик деб аталади. Мустахкамлик элементи лойиҳалаш вақтида ҳисобланади ва уни ишлаб чиқарилгандан сўнг ишлатиш жараёнида синалади.

### **1.3. Статик ва динамик моделлар**

Автоматик ростлаш тизими (АРТ)нинг сифатли ишлаши тизим элементларининг тўғри танланиши ва ростланишига боғлиқ. Бунинг учун, ростланувчи объект ва АРТ лар барча элементларининг характеристикасини билиш керак.

Ростланувчи объектлар хилма-хилдир. Улар бир-бирларидан ҳажми, оқиб ўтадиган физик-кимёвий жараёнлари, аппаратларининг шаклланиши ва яна бир қанча омиллари билан фарқ қилади. Аммо АРТ ларни таҳлил қилишда, объектлар ва АРТ элементлари турлича бўлишига қарамай, уларнинг бир хил ёки бир-бирига ўхшаш бўлган хусусиятларини аниқлаш ҳамда объектларни шу хусусиятлар бўйича намунали объектларга тавсифлаш мақсадга мувофиқдир. Намунали ростлаш объектларининг хоссаларини билиш муайян саноат объектларини таҳлил қилиш вазифасини осонлаштиради. Бу вазифа текширилаётган объект турини аниқлашдан иборат бўлиб, объект хусусиятлари тегишли намунали объект хусусиятлари ўхшаш деб қабул қилинади.

Ростлаш объекти ва АРТ элементлари хусусиятларини тавсифлашда математик моделлаш усули қўлланилади. Математик моделлаш - моделларни куриш ва ўрганиш босқичларини ўз ичига олади. Бунда, ўрганилаётган объект ўрнига модел деб аталувчи моддий объект олинади. ўрганилаётган объектга ўхшаш моделнинг жараёнлари бошқа физик ҳодисага мос, лекин бир хил тенгламалар билан тавсифланади. Математик моделлар ҳисоблаш

машиналари ёки тўғри аналогли қурилмаси орқали амалга оширилади. Ҳисоблаш машиналарида ўрганилаётган ҳодиса ёки жараённинг математик тавсифини бир қатор элементар математик операциялар бажариб тикланади. Бу операциялар бир нечта элементларни бир вақтда ечиш ёки битта элементни кўп марта ечиш билан бажарилади. Тўғри аналогли моделлар, ҳисоблаш машинасидан фарқли равишда алоҳида элементларга булинмайди. Улар бошланғич нисбатларни қурилмада ўтаётган ҳодиса хусусиятларига кўра тиклайди. Бунда доимо модел ва ҳақиқий жараён параметрлари ўртасидаги бир маъноли мослашуви (танланган аналогия тизимига кўра) кўрсатиш мумкин.

Ўрганилаётган объектнинг кириши ва бошқарувчи параметрлари ўртасидаги нисбатан аниқловчи тенгламалар тизими математик тавсиф дейилади. Объектнинг математик моделини қуриш ва уни ўрганиш бир қатор ўзаро боғлиқ бўлган босқичларни бажариш демакдир.

Моделлаш вазифасини аниқлаш:

- объектни ўрганиш ва тавсифнинг шаклланиши;
- математик тавсифни тузиш;
- моделловчи алгоритмни ишлаб чиқиш;
- олинган модел ва ҳақиқий жараённинг мослигини аниқлаш;
- моделлаш (объектнинг математик моделини тадқиқ қилиш);
- олинган маълумотни таҳлил қилиш.

Моделлаш вазифасини аниқлаш - барча босқичлар ичида энг муҳими, чунки математик моделлашнинг аниқ ва равшан ифодаланишидан масаланинг ечилиш йўллари келиб чиқади. Моделлашнинг мақсади турлича бўлиши мумкин, лекин уларнинг негизи ускуналарни оптимал лойиҳалаш, лойиҳалашнинг ўзини автоматлаштириш ва объектни оптимал бошқаришдан иборат. Қўйилган бу мақсадга математик тавсифнинг услубини танлаш ҳам боғлиқ.

Автоматик ростлаш тизимларининг статик ва динамик хоссалари тизимдаги таркибий элементларнинг шу характеристикалари орқали

аниқланади.

Элемент ёки тизимнинг статик характеристикаси деб ўрнатилган режим жараёнидаги чиқиш ва кириш параметрларининг нисбатига айтилади. Бу нисбат аналитик ёки график усул билан ифодаланади ва ҳисоблаш ёки тажриба усуллари билан аниқланади.

Чизиқли ва чизиқли бўлмаган статик характеристикалар мавжуд. Агар характеристика чизиқли тенгламалар орқали тавсифланиб тўғри чизиқ билан тасвирланса, бу чизиқли статик характеристика бўлади. Чизиқли статикага эга бўлган элемент (ёки тизим) чизиқли элемент (ёки тизим) дейилади. Агар ўрнатилган иш режимида бўғин тавсифи чизиқли бўлмаган тенглама орқали берилса ва характеристикаси эгри ёки синик чизиқлар билан тасвирланса, бу бўғин чизиқли бўлмаган характеристика дейилади. Люфт ва курук ишқаланишлар статик характеристикаларни чизиқли бўлмаган кўринишга олиб келади. Чизиқли бўлмаган автоматик тизимларни ҳисоблаш ғоят мураккабдир.

Тизимнинг статик характеристикасини аналитик усулда аниқлашда тизимнинг турғунлашган ҳолати учун энергетик ва моддий баланс тенгламалари тузилади. Баланс тенгламаларидан номаълум катталиклар топилиб, АРТ даги ростланувчи объект ёки бўғиннинг чиқиш ва кириш параметрларининг нисбати аниқланади.

Объектнинг статик характеристикасини тажриба орқали аниқлашнинг фаол ва пассив усули мавжуд. Фаол усулда модда ёки энергияни объектга узатувчи линияда ўрнатилган ижро этувчи механизмнинг ростловчи органи ёрдамида объектнинг бир неча мувозанат ҳолати бирин-кетин ўрнатилади, бунда катталиқнинг кириш қиймати ҳар хил бўлиб, тегишли чиқиш координаталари ўлчанади. Олинган маълумотларга кўра тузилган графикдан объектнинг кучайиш коэффициенти аниқланади. Объектнинг чиқиш катталиги, одатда, бир неча кириш катталикларига боғлиқ, бу ҳолда статик характеристикалар тўплами ҳар бир канал бўйича аниқланади: Статик характеристикани экспериментал аниқлашнинг пассив усули эҳтимоллик

назарияси ва математик статистикага асосланган. Бу усулни қўллаб, объектларнинг нормал ишлатиш шароитларида кириш ва чиқиш катталикларининг ўзгариши ҳақида жуда кўп маълумотлар тупланади. Статистик материал тегишли алгоритмлар бўйича ишланади. Бу сермеҳнат масала бўлиб марказлаштирилган назоратнинг ахборот тизими ёки ЭҲМ ёрдамида ечилиши мумкин. Динамик тизимлар синфига тегишли АРТнинг фақат статик характеристикасини билиш камлик қилади, унинг динамик характеристикасини ҳам билиш зарур. Элемент ёки тизимнинг динамик характеристикаси деб, вақт ўтиши билан чиқиш катталигининг ўзгариши ўрнатилган режимнинг бузилиш давридаги кириш катталигининг ўзгаришига боғлиқлиги айтилади. Кириш катталигининг ўзгариши турлича бўлиши мумкин. Шунинг учун, битта ростланувчи объектнинг динамик характеристикаларини ифодаловчи графиклар ҳам турлича бўлади.

Турли элемент ва тизимларнинг динамик характеристикаларини солиштириш учун кириш катталиклари ўзгаришнинг намунали қонунлари ишлатилади. Тўғри тўртбурчакли импульс шаклидаги бир поғонали ва синусоидал таъсирлар кенг тарқалган. Динамик характеристикалар аналитик усуллар билан ҳам аниқланади. Динамик хусусиятлар аналитик равишда дифференциал тенгламалар орқали тавсифланади. Агар тизим ёки бир бўғиннинг ҳаракати мустақил ўзгарувчиларнинг якуний қийматига боғлиқ бўлса, у параметрлари мужассамланган объект бўлади. Бундай объектларнинг эркинлик даражаси қиймати тизимнинг мустақил ўзгарувчилари қийматига тенг. Бу тизимларнинг динамик хусусиятлари тавсифи тўлиқ ҳосилали тенгламалар орқали берилади.

Параметрлари тақсимланган тизимлар эркинлик даражасининг чексиз қийматига эга. Бу тизимда параметрлар катта узунликда ёки вақт мобайнида тақсимланади. Уларнинг динамик характеристикаси хусусий ҳосилали дифференциал тенгламалар билан тавсифланиб, бу тенгламаларни таҳлил қилиш кўпинча қийинлашади. Ҳисоблашлар учун баъзан бу тизим параметрлари мужассамлашган тизим каби қурилиб, соддалаштирилади.

Бундай йўл қўйишлар жуда қўпол натижалар берадиган ҳолатларда, яъни параметрлари тақсимланган тизимлар бирин-кетин уланганда, параметрлари мужассамланган бир нечта тизимларда кечикиш билан алмаштирилади. Масалага бундай ёндашиш тизимнинг динамик хусусиятларини оддий дифференциал тенгламалар орқали аниқлаш имконини беради, тенгламалар эса чиқиш координатасининг тегишли ўзгариш қонуни бўйича ечилади. Тизимнинг мувозанат ҳолатидаги чиқиш ва кириш катталикларининг туташган қийматларини аниқлаб, тизимнинг динамик хусусиятларига кўра унинг статик хусусиятларини аниқлаш мумкин.

Тизим ёки айрим бўғинларнинг статик характеристикасини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$y = f(x)$$

бу ерда,  $y$  - чиқиш катталиги;  $x$  - кириш катталиги.

1.2-расмда АРТ статик характеристикаларининг турлари тасвирланган. 1.2-расм, а, б, даги статик характеристикалари чизиқли, колганлари эса чизиқли бўлмаган статик характеристикалардир.

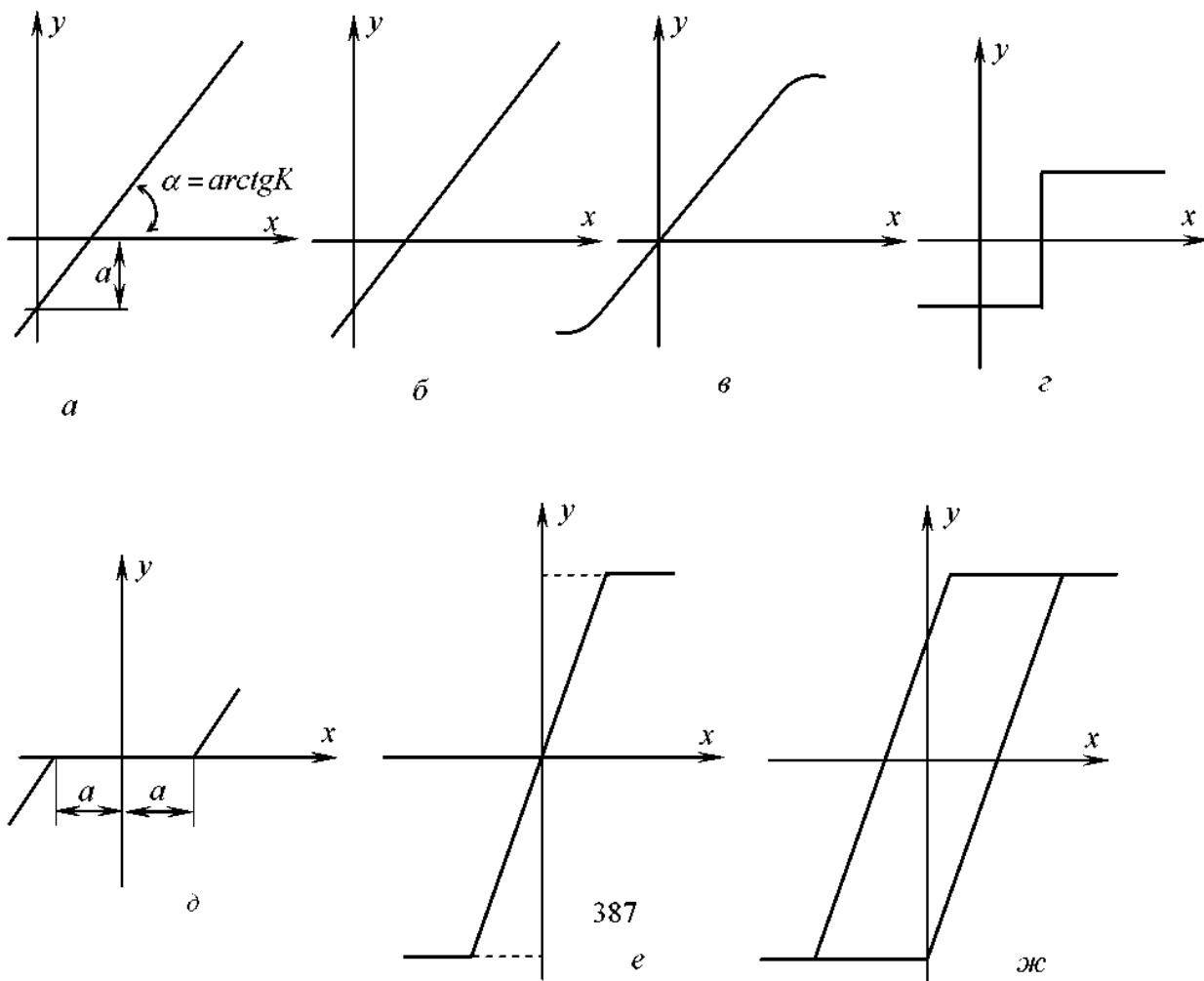
Чизиқли статик характеристика (1.2-расм, а) аналитик равишда қуйидаги ифода билан тавсифланади:

$$y = a + kx,$$

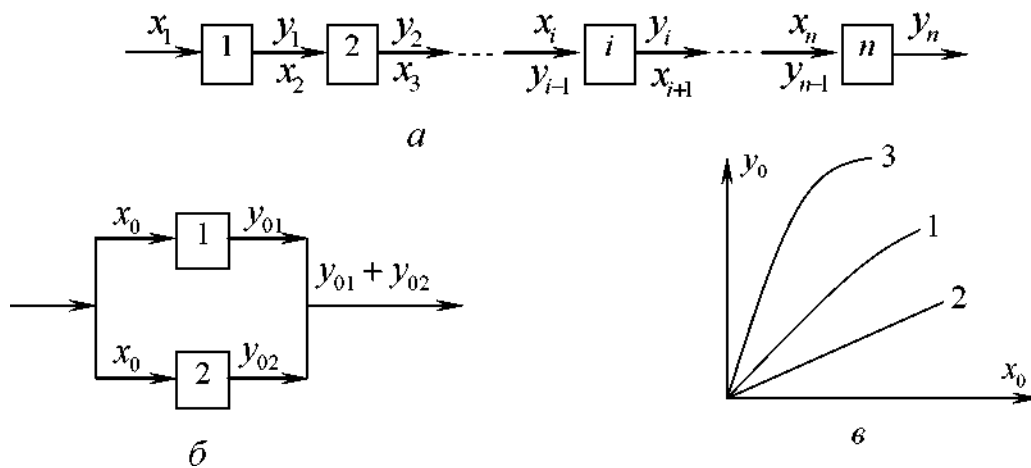
бунда  $a$ -доимий катталик,  $k = \operatorname{tg} \alpha$ - астатик характеристикасининг абциссалар ўқи томон оғиш бурчагини ифодаловчи доимий катталик.

1.2 - расм, б га мувофиқ  $y = kx$  шаклида ёзиш мумкин, бу ерда,  $k$ -узатиш коэффициенти,  $y$  тизимнинг кучайиш коэффициенти ёки статик характеристиканинг тиклигини ифодалайди.





1.2-расм. АРТ статик характеристикалари.



1.3- расм. Бўгинларнинг кетма-кет (а) ва параллел (б) уланиши, бўгинларнинг статик характеристикаси (в)

1.2-расм в, да эгри чизикли характеристика, 1.2-расм г да эса

узиладиган, чизикли бўлмаган статик характеристика тасвирланган, «а» - сезгирлик зонаси чизикли бўлмаган характеристика 1.2-расм, д да келтирилган. 1.2-расм, г да тўйиниши чизикли бўлмаган характеристика кўрсатилган. Носезгирлик зонаси, тўйиниш ва тизимнинг турли ишлаш катталигига эга бўлган, гистерезис сиртмоғи шаклидаги чизикли бўлмаган характеристика 1.2- расм, ж да келтирилган.

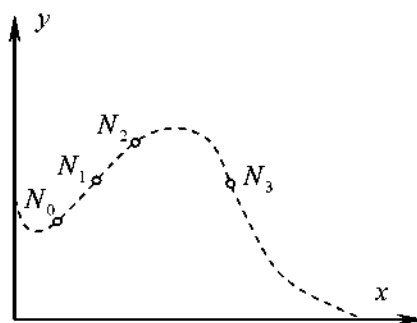
Бўғинларнинг кетма-кет уланишида (1.3-расм, а) олдинги бўғиннинг чиқиш катталиги кейинги бўғин учун кириш катталиги бўлади. Бу ҳол қуйидаги муносабатлар кўринишида акс этади:

$$x_2=y_1; x_3=y_2; \dots; x_i=y_{i-1}; \dots; x_n=y_{n-1}$$

Ҳар бир бўғин алоҳида-алоҳида ўзининг мос статик характеристикаларига эга:

$$y_1=f_1(x_1); y_2=f_2(x_2); \dots; y_i=f_i(x_i); \dots; y_n=f_n(x_n);$$

Демак, кетма-кет уланган бўғинларнинг характеристикаси шу бўғинларнинг статик характеристикаларидан аниқланади:



**1.4-расм.  $y=F(x)$  функция эгри чизиғи**

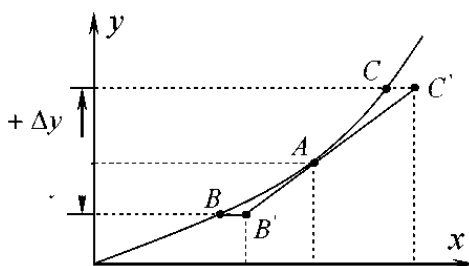
$$\begin{aligned} y_n = f_n(x) &= f_n(y_{n-1}) = f_n[f_n(x_{n-1})] = f_n[f_{n-1}(y_{n-1})] = f_n\{f_{n-1}[f_{n-2}(x_{n-2})]\} = \\ &= f_n\{f_{n-1}[f_{n-2}(y_{n-2})]\} \dots \end{aligned}$$

Агар тизимга кирган бўғинларнинг барча характеристикалари чизикли бўлса, умумий характеристикаси ҳам чизикли бўлади. Биргина бўғиннинг характеристикаси чизикли бўлмаган бўлиб қолади. Бўғинларнинг параллел уланишида (1.3-расм, б) бўғинларнинг кириш катталиги умумий бўлиб, чиқиш катталиклари ўзаро алгебраик қўшилади. Демак, бўғинлари параллел қўшилган тизимнинг статик характеристикаси тегишли ординаталар статик характеристикаларининг жамланишидан аниқланади.

#### 1.4. Динамик тизимларнинг тавсифларини чизиклантириш

Амалдаги элемент ва тизимларнинг математик модели, кўпинча, чизикли бўлмаган тенгламалар билан тавсифланади, уларнинг таҳлили эса кўп қийинчиликлар туғдиради. Шунинг учун, ҳисоблашларда чизикли бўлмаган математик моделлар чизикли моделлар билан алмаштирилади. Аниқлик бир оз йўқолишига қарамай, чизикли моделлар содда ва мукамал усуллар бўйича таҳлил қилишга имкон беради. Чизикли бўлмаган математик моделларни чизикли моделга тақрибий алмаштириш операцияси тўғри чизикқа келтириш дейилади. Агар равон ўзгараётган эгри чизик шаклидаги график статик характеристика мавжуд бўлса, график тўғри чизикқа келтириш усулидан фойдаланиш мумкин. Бунинг моҳияти статик характеристиканинг иш тармоғини объектнинг берилган иш режими нуктасидаги бошланғич статик характеристикасига уринма тўғри чизик билан алмаштиришдан иборат. График тўғри чизикқа келтириш жараёни 1.5- расмда кўрсатилган.

График тўғри чизикқа келтиришдан ташқари чизикли бўлмаган боғланишларни тўғри чизикқа келтириш усули, яъни функцияни Тейлор қаторига кириш сигналининг кичик орттирмалари бўйича ёйиш усули мавжуд. Автоматик ростлаш тизими учун ростланувчи катталиқка нисбатан чизикли бўлмаган дифференциал тенглама ўринлидир. Унинг умумий кўриниши қуйидагича:



1.5-расм. Ночизик статик характеристикани графикавий тўғри чизикқа келтириш

$$F\left(x, \frac{dx}{dt}, \frac{d^2x}{dt^2}, \dots, \frac{d^m x}{dt^m}, y, \frac{dy}{dt}, \frac{d^2y}{dt^2}, \dots, \frac{d^n y}{dt^n}\right) = 0 \quad (1.1)$$

бу ерда, x- кириш катталиги, y - чиқиш катталиги.

АРТ статик характеристикасини топиш учун (1.1) тенгламадаги барча

ҳосилаларнинг  $x$  ва  $y$  вақтидаги қийматларини нолга тенглаштириш керак:

$$f(x,y) = 0 \quad (1.2)$$

(1.1) тенгламани « $y$ » га нисбатан ечсак, (1.2) статик характеристиканинг чизиқли бўлмаган тенгламасини оламыз:

$$y=f(x) \quad (1.3)$$

Бу чизиқли бўлмаган боғланиш (1.2) доимий  $x$  қийматлари (1.5-расм) тармоғига тегишли бўлган  $x$  нуқта атрофидаги Тейлор қаторига ёйилиши мумкин. Бу тармоқдаги бошланғич (1.3) узлуксиз ҳосилалик узлуксиз функциядир. Агар ёйилишнинг чизиқли аъзолари билан кифояланилса, функция ва ҳосилаларнинг узлуксизлиги тўғри чизиққа келтиришнинг муайян пайтидаги зарур ва етарли шарт бўлади.

(1.3) функцияни  $x_0$  нуқта атрофида Тейлор қаторига ёямиз:

$$y = f(x) = y_0(x_0) + \frac{y'(x_0)}{1!} \Delta x + \frac{y''(x_0)}{2!} x \Delta x + \dots$$

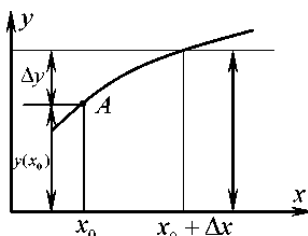
$\Delta x$  нинг қиймати кичик бўлганда эса:

$$y = f(x) \approx y_0(x_0) + K \Delta x; \quad K = const$$

Энди координаталар тизимининг бошланиши  $A$  ни нуқтага кўчирсак 1.5-расм боғланиш янада соддалашади (1.6-расм):

$$\Delta y = K \Delta x;$$

бу ерда,  $K$  - кучайтириш коэффициентини. Бу коэффициент ўлчамга эга. Бу коэффициентнинг ўлчамини йўқотиш операцияси-ростланувчи катталикларнинг четга чиқишлари ёки таъсирларини уларнинг тегишли базис қийматларига бўлишдан иборат.



**1.6 расм.  $y = f(x)$  чизиқли бўлмаган узлуксиз боғланишни  $\Delta x$  кириш сигналинини Тейлор қаторига орттирмалари бўйича тўғри чизиққа келтириш усули.**

Тўғри чизикқа келтиришдан сўнг (1.1) тенгламанинг ўлчамсиз кўриниши қуйидагича бўлади:

$$a_0 \frac{d^n y}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dy}{dt} + a_n y = b_0 \frac{d^m x}{dt^m} + b_1 \frac{d^{m-1} x}{dt^{m-1}} + \dots + b_{m-1} \frac{dx}{dt} + b_m x \quad (11.5)$$

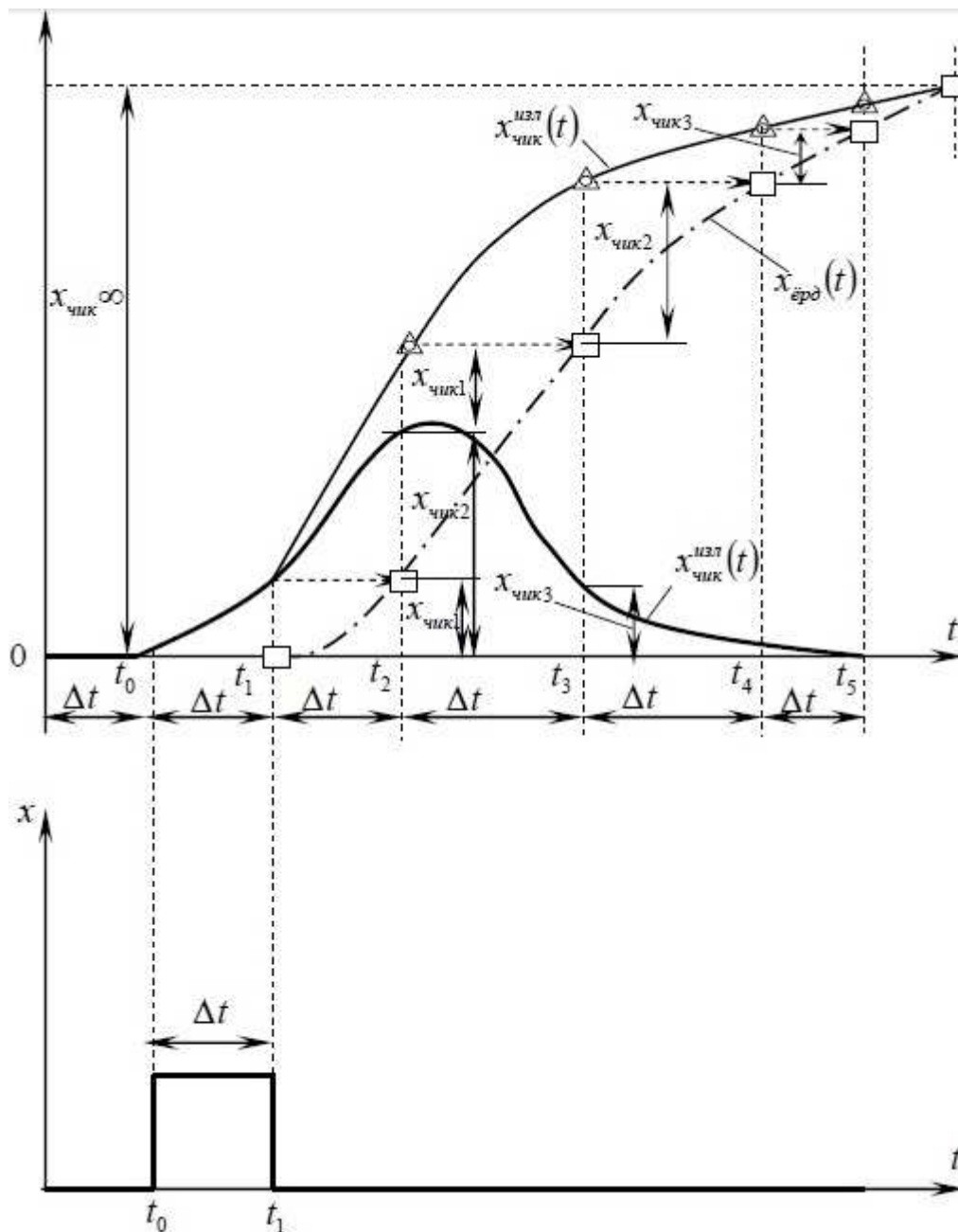
бу ерда,  $m$  ва  $n$  - ихтиёрий мусбат бутун сонлар (одатда  $m \leq n$ );  $a_0, a_1, \dots, a_n; b_0, b_1, \dots, b_m$ -тизим параметрларига боғлиқ бўлган доимий коэффицентлар.

### 1.5. Ростланувчи объектларнинг ўтиш характеристикалари

Ростланувчи объектларга турли манбалардан ғалаёнланишлар таъсир қилиши мумкин. Бунда ростловчи органнинг таъсири натижасида кириш катталигида руй берган ўзгаришга жавобан объект реакциясини билиш муҳим. Объектнинг тарқалиш эгри чизиклари импульсли ва частотали ўтиш характеристикалари мавжуд. Ростланувчи катталикларнинг намунали ғалаёнловчи таъсири туфайли вақт мобайнида ўзгариши ўтиш характеристикаси дейилади.

Тарқалиш эгри чизиғи қуйидагича топилади. Объектда турғунлашган ҳолатга эришилади. Ростловчи органи кескин силжитиб, объектнинг киришига бирламчи сакрашсимон ғалаёнланиш киритилади. Вақт ва ғалаёнланиш катталиги белгиланиб, вақт ўтиши билан ростланувчи катталикларнинг руй берган ўзгаришининг характеристикаси қайд қилинади. Параметрнинг қайд қилиниши янги мувозанат ҳолати ўрнатилгунча давом этади. Ғалаёнловчи таъсирнинг қиймати, одатда, кириш катталигининг максимал ўзгариш чегарасига нисбатан тахминан 10%. Агар ростловчи орган энг кичик қийматга силжитилса, объектдаги халакитлар билан кизиктирган натижа, деярли ўзгартириб юборади. Ғалаёнланишнинг қиймати 10% дан кўп бўлса, ростловчи объект чизикли бўлмаганлиги туфайли хатолар пайдо бўлиши мумкин. Тегишли шартларга риоя қилинса, тарқалиш эгри чизиғи объектнинг асосий динамик хусусиятларини акс эттиради. Агар узоқ давом этадиган сакрашсимон ғалаёнланиш технологик регламентдан жиддий четга чиқишларга олиб келса, объектнинг импульсли ўтиш характеристикасини

(ёки вазн функциясини) экспериментал равишда топиш кулайдир. Импульсли ўтиш характеристикасини (ёки вазн функцияси) кириш ғалаёнланишнинг тўғри тўртбурчак импульси таъсирида ростланувчи катталигининг вақтидаги ўзгариш нисбатидан иборат.



**1.7-расм. Объектнинг импульсли ўтиш характеристикаси орқали унинг тарқалиш эгри чизиғини қуриш**

Ростланувчи катталиқнинг максимал четга чиқиши кириш импульсининг катталиғига ва давомига боғлиқ. Импульсли ўтиш характеристикасини экспериментал равишда аниқлаш усули тарқалиш эгри

чизикларини усулига ўхшаш. Бу усулларнинг фарқи шундаки, объектга вақт мобайнида бир оз тафовут билан йуналишлари қарама-қарши ва қийматлари тенг иккита ғалаёнланиш бирин-кетин киритилади. Шундай қилиб, экспериментал равишда аниқланган импульсли характеристика бўйича бир оз тартибни ўзгариш йўли билан объектнинг тарқалиш эгри чизиғини топиш мумкин.

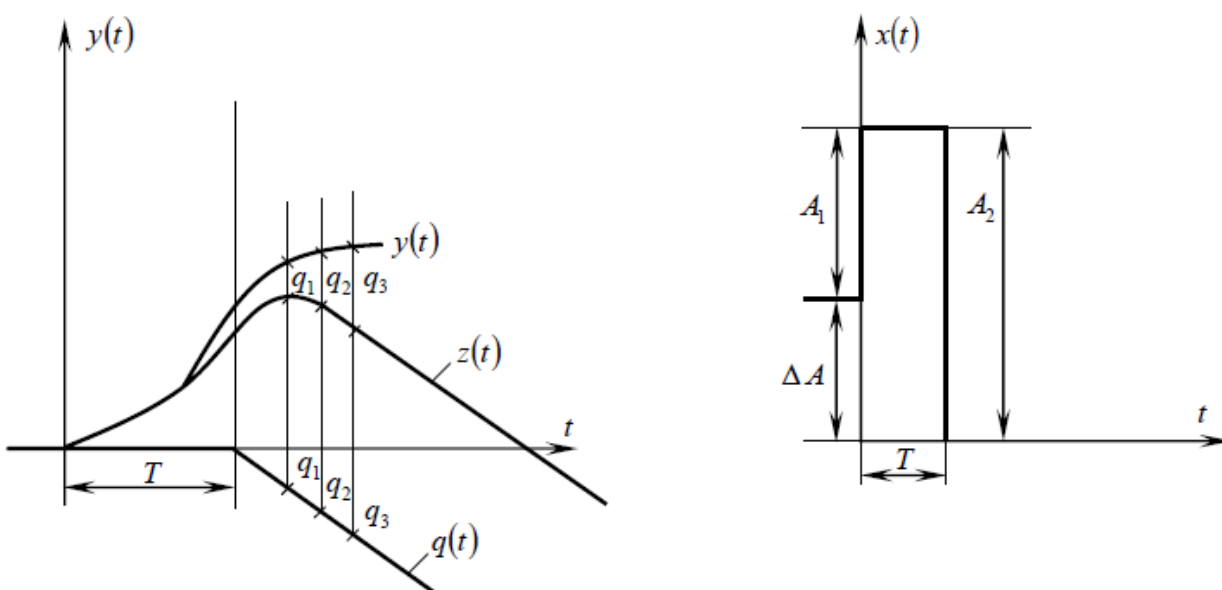
1.7 - расмда ростланувчи объектнинг импульсли ўтиш характеристикаси орқали унинг тарқалиш эгри чизиғининг тасвирланган.  $x_{\text{чик}}^{\text{изл}}(t)$  импульсли характеристика вақтнинг  $t_0$  пайтидан ёрдамчи  $x_{\text{ёрд}}(t)$  эгри чизик бошланади, бу чизик вақтнинг  $t_1$  дан  $t_2$  гача даврида  $t_0$  дан  $t_1$  гача давридаги изланаётган эгри чизик тармоғига мос келади  $x_{\text{чик}}^{\text{изл}}(t)$  изланаётган тарқалиш эгри чизиғининг  $t_2$  пайтидаги пайтидаги ординатасининг  $x_{\text{чик}}^{\text{изл}}(t)$  ва  $x_{\text{ёрд}}(t)$  эгри чизикларининг  $t_2$  пайтидаги ординаталари йиғиндисидан аниқланади.  $x_{\text{чик}}^{\text{изл}}(t)$  нинг топилган ординатаси  $x_{\text{ёрд}}(t)$  эгри чизикни  $t_2-t_3$  вақт оралиғидаги қийматини тузишга ёрдам беради. Изланаётган эгри чизикнинг  $t_3$  пайтига мувофиқ нуқтасини топиш учун  $x_{\text{чик}}^{\text{изл}}(t)$  ва  $x_{\text{ёрд}}(t)$  эгри чизикларнинг  $t_3$  пайтдаги ординаталари қўшилади. Кейин  $x_{\text{чик}}^{\text{изл}}(t)$  нинг топилган янги тармоғи бўйича  $x_{\text{ёрд}}(t)$  эгри чизик вақтнинг  $t_3$  дан  $t_4$  гача даврида давом эттиради ва ҳоказо. Баён қилинган усулга асосланган ҳолда изланаётган тарқалиш эгри чизиғи аниқланади.

Чизикли тизимлар учун суперпозиция принципи ўринлидир. Бу принципнинг моҳияти кириш сигналлари йиғиндисига чизикли тизимнинг бўлган реакцияси унинг ҳар бир кириши таъсирига бўлган алоҳида реакциялари йиғиндисига тенглигида.

Шундай қилиб, объект хусусиятлари поғонали функция шаклидаги таъсирлардан фойдаланишга йўл қўймаса, тўртбурчакли импульс типидagi аperiодик синаш таъсирини танлаш мақсадга мувофиқ бўлади. Бу таъсир юқорида айтилганидек  $+A$  ва  $-A$  амплитудали поғонали иккита таъсир йиғиндисидан иборат. Бунда олинган экспериментал эгри чизик эса, суперпозиция принципига асосланган ҳолда, келтирилган поғонали

таъсирларга жавобан объектнинг реакциялари йиғиндиси каби қурилади. Лекин бундай таъсир кўрсатилганда, объектнинг (масалан, ностационар технологик жараён ўтаётган аппарат) киришида баъзан бузилган тарқалиш эгри чизиғи олинади, бу ҳол суперпозиция принципига амал қилинмаганлигидан дарак беради.

Келтирилган ишда энтобактерин ишлаб чиқаришда микро биологик синтезнинг даврий жараёни кетаётган ферментернинг ўтиш функциясини тузиш мисоли кўрсатилган. Ферментерни совитаётган сув сарфи бўйича таъсирининг асимметрик температурасининг ўзгариш каналидан иссиқлик чиқараётган тармоғи тадқиқ қилинади. Синаш таъсири сифатида  $+A_1$  ва  $-A_1 + \Delta A$  ( $\Delta A$ -кириш координатасининг энг кичик қиймати) амплитудали тўғри тўртбурчак импульс туридаги аperiодик ғалаёнланиш ишлатилади (1.8-расм). Импульснинг давомийлиги ўтиш функцияси ўзгаришга улгурадиган вақт оралиқларининг энг кичик қийматидан ошиб кетмаслиги керак. Яна бир мезон шундан иборатки, синаш импульсининг давомийлиги объект вақт доимийсининг тўртдан бир қисмидан ошмаслиги керак. Олинган экспериментал характеристикаларни қўшимча қайта ишлаб чиқиб, ўтиш характеристикаларига ўзгартириш киритиш керак.



**1.8-расм. Объектнинг ўтиш функциясини қуриш.**

Объектнинг  $y(t)$  чиқиш координатаси стабиллаштирилади. Вақтнинг



маълум даврида  $y(t) = const = y_0$  эканлигига ишонч ҳосил қилиб, асимметрик ғалаёнловчи таъсир киритилади. Шундай қилиб, экспериментал равишда аниқланган  $r(t)$  вақтли боғланиш орқали аппаратдаги суюқликлар температурасининг ўзгаришини характерловчи  $y(t)$  ўтиш функция шаклини тиклаш керак. Бунинг учун асос бўлиб тажриба ўтказишга танланган вақт даврида иссиқликни чиқариш тезлигининг доимий эканлиги хизмат қилади. Вақтнинг  $(0...T)$  оралиғида  $y(t)=z(t)$  ва  $z(t)$  эгри чизиқдан совитиш тўхтатилгандаги температурасининг ўсишини ифодаловчи  $\partial(t)$  функция олиб ташланади. У ҳолда вақтнинг исталган  $nT$  давридаги функцияни аниқлаш учун ( $n= 1, 2, \dots, k$ )  $T \leq t \leq nT$  даги  $y(t) = z(t) + \partial(t-T)$  боғланиши бошланғич  $\partial(t-T) = 0$  функция билан бирга қўллаш лозим (бунда  $n = 1$ , яъни  $0 \leq t \leq T$ ).

Микроорганизмлар физиологик ривожланиши динамикасининг хусусиятлари синов таъсирини киритиш усули ва унинг турини танлашга ўз таъсирини кўрсатади, шунингдек, тажриба ўтказаетганда жараёнга фазали хослигини назарда тўтиш заруриятини ҳам изоҳлайди. Синов таъсирининг асимметрик шаклини қўллаш ҳар бир тажрибани вақт ва температуранинг қисқа диапазонида олиб боришга имкон беради, шунингдек, юқорида баён қилинган экспериментал эгри чизиқларни ўтиш функциясига айлантириш усулига асос бўлади.

Ростланувчи объектнинг частотали характеристикаси деб, объект кириш катталигининг ўзгариши, унинг турғунлашган гармоник тебраниш частотасига боғлилигига айтилади. Чизиқли турғунлашган объект киришига доимий частотанинг гармоник тебранишлари таъсир қилиб турса, ўтиш жараёнининг тугашига кадар объектнинг ростлануви қиймати гармоник ўзгариб боради. Лекин чиқиш катталигининг тебраниш амплитудаси ва фазаси кириш катталигининг тебраниш частотаси ҳамда объектнинг динамик хусусиятларига боғлиқ.

Объект киришига бериладиган даврий ғалаёнланиш синусоидал қонун бўйича ўзгаради деб фараз қилайлик:

$$x = A_1 \sin \omega t,$$

бу ерда,  $A_1$  - кириш таъсирининг тебраниш амплитудаси,  $\omega$ -тебранишларнинг бурчак частотаси,  $1/c$ .

Ўтиш жараёни тугагандан сўнг, объект чиқишида мажбурий тебранишлар ўрнатилади, яъни:

$$y = A_2 \sin(\omega t + \varphi);$$

бу ерда,  $A_2$  - чиқиш катталигининг тебраниш амплитудаси;  $\varphi$  - фаза бўйича кечикиш бурчаги.

$A_2/A_1$  нисбат билан  $\varphi$  фаза бўйича кечикиш бурчаги  $\omega$  тебраниш бурчак частотаси ўзгариши билан ўзгариб боради. Кириш катталигининг тебраниш частотаси қанча кўп бўлса ростланувчи катталикнинг тебраниш амплитудаси шунча кичик бўлади. Амплитудалар нисбати ва фаза бўйича кечикиш қийматлари объектнинг динамик хусусиятларига боғлиқ. Бошқача қилиб айтганда, бу параметрлар объект динамикасини ифодалайди.

Ҳар бир объект учун кесиш частотаси мавжуд бўлиб, бу частотадан юқорида объект «фильтр»га айланиб, юқори частотали тебранишларни ўтказмайди. Шунинг учун, частотали характеристика ростланувчи объект тебраниш хусусиятига эга бўлгандаги частота диапазонида экспериментал аниқланади. Частотали характеристикаларни экспериментал аниқлаш усули юқорида келтирилган ҳолларга ўхшаш бўлиб, унга фақат қўшимча равишда тебранишлар генератори уланади. Бу генератор киришнинг синов таъсирларига синусоидал характер беради. Бу усул орқали ростланувчи объектларнинг динамик хусусиятлари ишончлироқ аниқланади.

## II. БОБ. ДИНАМИК ТИЗИМЛАРНИ ИДЕНИФИКАЦИЯЛАШ ВА УНИ АМАЛГА ОШИРУВЧИ ДАСТУРИЙ МУҲИТ

### 2.1 Идентификациялаш усулларининг таҳлили

Ҳозирги даврда технологик жараёндаги объектларнинг математик моделларини яратиш билан узвий боғлиқ бўлган муаммолардан бири ҳисобланган моделлаштиришдир.

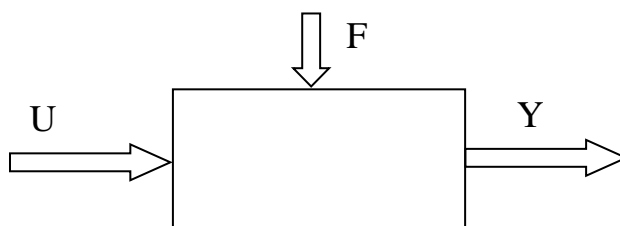
Бу шу билан тушинтириладики, ушбу объектларнинг математик модели бошқариш системасини яратишда ва уларни эксплуатация қилишда кенг қўлланилади.

Объектнинг математик моделни қуришда бир қанча усулларидадан фойдаланилади:

- аналитик;
- эксперимент (тажриба);
- тажриба аналитик;

Аналитик усулда математик модел олиш физика, механика, кимё ва бошқа фанлардаги қонунларга асосланган ҳолда олиб борилади. Бу усул ижобий натижа беради агар, қўрилаётган объект тузилиши бўйича оддий ва яхши ўрганилган бўлса. Агар объект яхши ўрганилмаган ёки тузилиши қийин бўлса, унда аналитик усулдан фойдаланишни иложи йўқ. Бунда экспериментал (тажриба) усулига мурожаат қилинадики, натижада технологик кўрсаткичнинг статик қайта ишлашга олиб келади. Эксперимент (тажриба) аналитик усулда апрерор (бошланғич) модел, аналитик усул билан олинган қиймат билан аниқланади.

Объектнинг ташқи муҳит билан алоқаси 2.1- расмда келтирилган.



2.1- расм. Объектнинг ташқи муҳит билан алоқаси

Кириш ва чиқиш таъсирларини аниқ функциялар (одатда вақт функциялари билан) тарзида ёзиш мумкин:

$$Y(t) = A(f) \cdot U(t) \quad (2.1)$$

бунда:

$A(f)$ -кўзғатишга таъсири билан боғлиқ оператор.

$U(t)$  – бошқариш (кириш) вектори.

$Y(t)$  – объектнинг чиқиш вектори.

Оператор объектнинг математик характеристикаси ҳисобланиб, объектнинг математик моделидир.

Операторларга мисол қилиб қуйидагиларни киритиш мумкин:

– дифференциаллаш оператори  $P$ :

$$Y(t) = PU(t) = \frac{dU(t)}{dt} = x(t) \quad (2.2)$$

– дифференциал оператор  $D(y)$ :

$$D(y) = \frac{d^n y}{dt^n} + \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + \frac{dy}{dt} \quad (2.3)$$

–  $n$  чи тартибли оддий чизикли дифференциал тенглама оператори

$L(y)$ :

$$L(y) = a_n \frac{d^n y}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dy}{dt} + a_0 y \quad (2.4)$$

– чизикли интеграллаш оператори:

$$Y(t) = \int_0^t \omega(t - \tau) U(\tau) d\tau \quad (2.5)$$

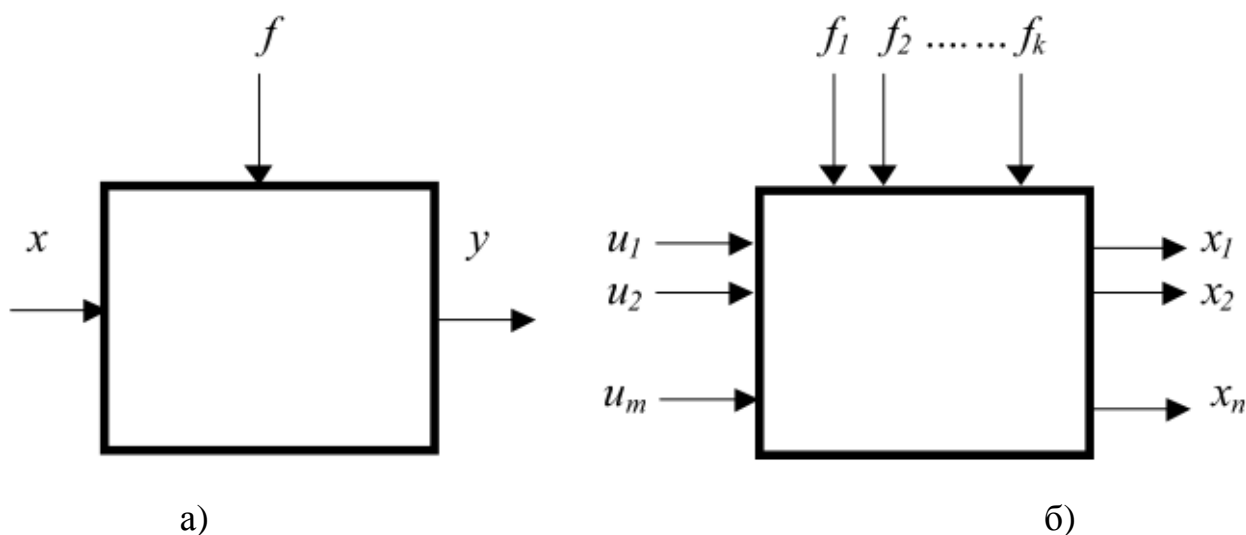
Бу ерда  $\omega(t)$  импульс ўтиш характеристикаси.

Объектнинг моделини қуриш учун структур схема, операторли тенглама, алгебраик тенглама, дифференциал тенглама, интеграл ва интеро дифференциал тенгламалар, морков занжири, узатиш функцияси, частотавий характеристика вазн функцияси, графиклар ва ҳақозолар қўлланилиши мумкин.

Бу усулларнинг барчаси функционал жиҳатдан объектнинг кириш ва чиқиш катталикларини миқдорига ва мос равишда моделларга қараб бир ўлчамли ва кўп ўлчамлиларга бўлинади.

Бир ўлчамли деб битта кириш ва битта чиқишга катталигига эга бўлган, кўп ўлчамли эса, объект бир қанча кириш ва бир қанча чиқиш катталикларга эга бўлганда ва кириш–чиқиш сони ўзаро тенг бўлган ҳолда ҳам бўладиган моделларга айтилади.

Бир ўлчамли ва кўп ўлчамли объектнинг блок схемаси 2.2а ва 2.2б-расмларда кўрсатилган.



**2.2-расм. Бир ўлчамли ва кўп ўлчамли объектнинг блок схемаси**

Янада тўлиқ идентификацияланган объект фазовий ҳолатлар орқали тарифланади.

Объект ҳолат тушунчаси ўз ичига  $x$  катталикларининг оний вақтдаги ҳолатини ўз ичига олади.

Динамик объектларнинг модели бўлиб дифференциал тенглама кўпроқ қўлланилади. Оддий дифференциал тенгламалар билан ёзилувчи йиғилган параметрли объектларни кўриб чиқамиз.

Дифференциал тенгламалар системасининг тартиби, объект моделини ифодаловчи бевосита кириш ва чиқишлар сони билан аниқланмайдиган, лекин кириш сингналини чиқиш сингналига айлантириб берувчи операторларига боғлиқ.

Динамик система учун физик жараёнлар вақт мобайнида узлуксиз келади. Объектни ўзгариш тезлигини қуйдаги векторлар орқали ёзиш

мумкин.

$$\frac{dx}{dt} = \left( \frac{dx_1}{dt}, \frac{dx_2}{dt}, \dots, \frac{dx_n}{dt} \right) \quad (2.5)$$

Бу ерда  $\frac{dx}{dt}, i = 1, n$  х-катталикининг вақт бўйича ўзгариш тезлиги.

Ўз навбатида бу тезликлар қуйдаги тезликлар асосида аниқланади: ўзгарувчи ҳолати  $x_i$  бошқарувчи  $U$  ва ташқи таъсирлар  $f$ .

$$\frac{dx_i}{dt} = g(x, u, f, t), x_i(t_0) = x_{i0}, i = 1, n \quad (2.6)$$

бу ерда,  $g = (g_1, g_2 \dots g_n)^T$ - функция вектори.  $x_{10}, x_{20}, \dots, x_{n0}$  – бошланғич шартлар.

Агар  $g$  нозизиқли функция бўлса, унда (2.2) тенгламанинг ечими мураккаблашиб, нозизиқли дифференциал тенгламалар системасининг интеграллашувига олиб келади.

Интеграллаш усули нозизиқли ДТ (дифференциал тенглама) лар системаси интеграллаш учун яхши тадқиқ қилинган бўлиб булар орқали юқоридаги масалаларни ечиб бўлмайди.

Лекин олдин ўрнатилган ишчи режимга тўғри келадиган ва  $g$  ни ишчи нуқта оралиғида чизиқлантириш орқали бу масалани ечиш мумкин.

(2.2) кўринишдаги чизиқлантирилган  $g$  функция учун ташқи таъсирни ҳисобга олган ҳолда қуйдаги шаклда тасвирлаш мумкин:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x(t) + B(t)U(t) + E(t)e(t) \quad (2.7)$$

Бу ерда,  $A(t), B(t), E(t)$  ўзгартириш матрицаси.

(2.7) тенгламадаги  $x$  элементи объектнинг ҳолат ўзгариши ёки фазовий координаталар деб аталади.  $x$  нинг ҳолат ўзгариши ҳолат векторини  $U$  бошқариш ўзгарувчи ва  $f$  ташқи таъсир фазосини ташкил қилади.

Аксарият физик объектларда информатсион канал орқали  $x$  ҳолат векторининг ростланадиган, ўлчанаётган катталикларини қиймати эмас, балки бошқа қийматлари яъни бошқарувчи ёки чиқиш катталиклари деб аталувчи фазовий координаталар векторини ташкил қилувчи функционал

қийматлари узатилади. Ўлчанаётган катталиклар  $y_1(t), \dots, y_s(t)$ . бу ерда  $s \leq n$  билан белгиланади. У ҳолда объектни ростловчи ва фаза координаталарини боғловчи ўлчовлар тенгламаси шаклидаги кўринишни олади:

$$y(t) = \phi[x(t)] \quad (2.8)$$

Чизиқли объект учун бу муносабат чизиқли кўринишда бўлади

$$y(t) = c(t)x(t) \quad (2.9)$$

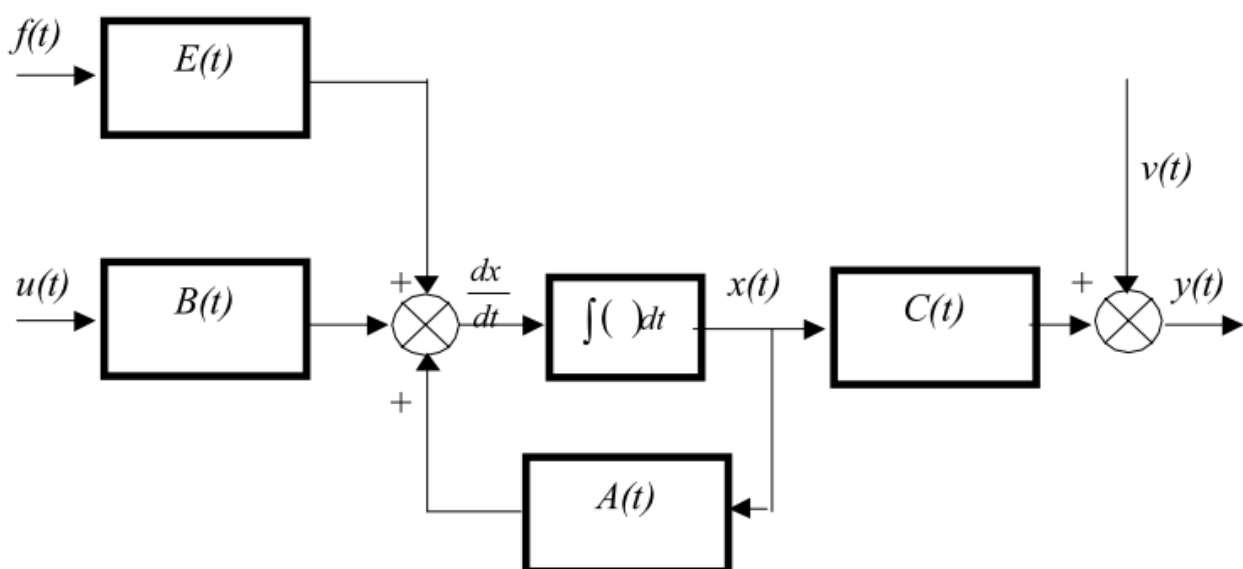
Шуни таъкидлаш керакки кириш вектори орасида чиқиш ва ҳолат ўртасида қатъий фарқ мавжудлиги ҳисобга олинади. Агар барча кириш ва чиқиш векторлари тўлақонли аниқ ташкил этувчилари бўлса, унда ҳолат векторининг айрим обстракт ўзгарувчилар доимо аниқланмаган бўлади. Чизиқли динамик объектларнинг ўлчаш тенгламасини ҳисобга олган ҳолдаги моделнинг векорматрицали ёзилиши қуйдаги кўринишда келтириш мумкин:

$$\frac{dx}{dt} = A_{n,m}(t)x(t) + B_{n,m}(t)U(t) \quad Y(t) = C_{n,m}(t)x(t) \quad (2.10)$$

Агар матрица  $A(t)$ ,  $B(t)$  ва  $C(t)$  вақтга боғлиқ бўлмаса унда объект доимий коэффицентли объект ёки стационар объект дейилади. Акс ҳолда объект ностационар эмас. Ўлчашда хатолик мавжуд бўлганда чиқиш сингнали (ростловчи) матрица тенгламаси чизиқлантирилган кўринишда бўлади:

$$Y(t) = C(t)x(t) + V(t) \quad (2.11)$$

Бу ерда  $Y(t)$ -ростланувчи ўлчанаётган катталиқ вектори,  $C(t)$ -ўлчаш вектори билан ҳолат векторлари орасидаги боғланиш,  $V(t)$  – ўлчашдаги хатоликлар вектори. (2.10) ва (2.11) тенгламаларни амалга оширувчи чизиқли узликсиз система структураси 2.3 – расмда келтирилган:



**2.3-расм. Чизиқли узликсиз система структураси**

Бу структура объектнинг  $y(t)$ ,  $x(t)$ ,  $U(t)$  катталикларининг фазовий ҳолат устида қурилган математик моделига мос ҳолда келади.

## **2.2. MATLAB – динамик жараёнларни тадқиқ қилиш муҳити**

Замон талабига мос компьютер математикаси математик ҳисобларни автоматлаштириш учун Eureka, Gauss, Derive, Mathcad, Matematica, Maple V ва бошқа дастурий тизимлар ва дастурларнинг тўпламларини таклиф қилади. Улар орасида MATLAB имкониятлари ва маҳсулдорлиги юқорилиги билан ажралиб туради [2].

MATLAB вақт синовидан ўтган математик ҳисобларни автоматлаштириш тизимларидан биридир. У матрицавий амалларни қўллашга асосланган. Бу нарса тизимнинг номи - MATrix LABoratiy-матрицавий лабораторияда ўз аксини топган.

Матрицалар мураккаб математик ҳисобларда, жумладан, чизиқли алгебра масалаларини ечишда ва динамик тизимлар ҳамда объектларни моделлашда кенг қўлланилади. Улар динамик тизимлар ва объектларнинг ҳолат тенгламаларини автоматик равишда тузиш ва ечишнинг асоси бўлиб ҳисобланади. Бунга MATLABнинг кенгайтмаси Simulink мисол бўлиши мумкин [3].



Лекин ҳозирги вақтда MATLAB ихтисослаштирилган матрицавий тизим чегараларидан чиқиб, универсал интеграллашган компьютерда моделлаш тизимига айланди. «Интеграллашган» сўзи бу тизимда қулай ифодалар ва изоҳлар таҳрирчиси ҳисоблагич, график дастурий процессор ва бошқалар ўзаро бирлаштирилганлигини билдиради. Умуман олганда MATLAB математиканинг ривожланиши давомида тўпланган математик ҳисоблашлар бўйича тажрибани ўзида мужассамлаштирган ва уни график визуаллаш ва анимация воситалари билан уйғунлаштирилган. MATLAB тизими илова қилинадиган катта ҳажмдаги ҳужжатлар билан биргаликда ЭҲМни математик таъминлаш бўйича кўп томли маълумотнома (билдиргич, справочник) вазифасини бажариши мумкин. Лекин ушбу ҳужжатлар ҳозирги вақтда фақат инглиз тилида ва қисман япон тилида мавжуд. Тақдим қилинаётган китобда MATLAB тизимида ишлашни ташкил қилиш масаласи кўриб чиқилган.

MATLAB тизими фан ва техниканинг энг янги йўналишлари бўйича ҳам жуда кучли операцион муҳит бўлиб хизмат қила олади ва натижаларни юқори даражада визуаллаштириш имкониятларига эгаллиги билан характерланади.

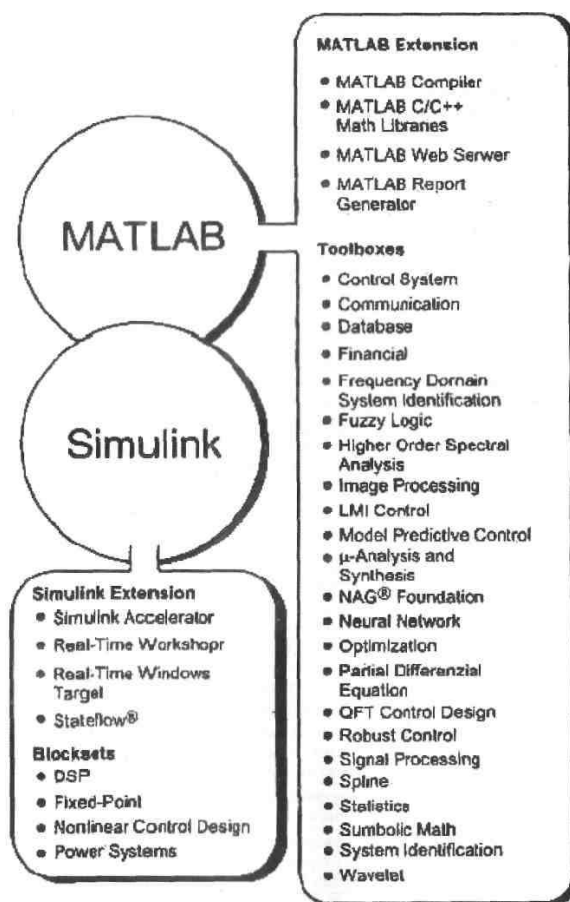
MATLAB дастурлаш тили сифатида 70-йиллар сўнгида Нью-Мексико Университетидаги компьютер фанлари факультети (ингл. *computer science department at the University of New Mexico*) декани Кливом Моулер (ингл. *Cleve Moler*) томонидан ишлаб чиқилган. Ишланманинг мақсади талабаларга Linpack ва EISPACK дастурларининг библиотекаларидан Фортранни ўрганмасдан ҳам фойдаланиш имкониятини бериш бўлган. Тез орада янги дастурлаш тили бошқа университетларда ҳам кенг тарқалади ва амалий математика соҳасида ишловчи олимлар томонидан катта қизиқиш билан кутиб олинади. Инженер Джон Литтл (ингл. *John N. (Jack) Little*) Клива Моулера ва Стивом Бангерт (ингл. *Steve Bangert*) билан биргаликда 1984 йилда MATLAB тизимини ривожлантириш учун The MathWorks компаниясини ташкил қиладилар. Бошланишида MATLAB бошқариш

тизимларини лойиҳалаш (Джон Литтлинг асосий мутахассислиги) учун мўлжалланган эди, лекин у тезлик билан бошқа илмий ва инженерлик соҳаларида ҳам машҳур бўлди. Ундан таълим тизимида ҳам, хусусан чизиқли алгебра ва сонли усулларни ўқитишда кенг фойдаланила бошланди.

Ҳозирги вақтда MATLAB илмий-техникавий ҳисоблашлар учун энг мукамал дастурлаш тизимидир. MATLAB тизимини уни ишлаб чиққан фирма ҳужжатлари асосида ўрганиш бошловчи фойдаланувчидангина эмас, балки компьютерда ҳисоблаш бўйича мутахассисдан ҳам жуда кўп вақт ва меҳнат талаб қилади. Бундан ташқари, ҳужжатлар инглиз тилида ва катта ҳажмдаги ахборот формал тарзда баён қилинган.

MATLAB - юқори унумдорликка эга бўлган техник ҳисоблашлар тилидир. Ундан математик ҳисоблашлар, моделлаш алгоритмларини яратиш, маълумотларни таҳлил, тадқиқ қилиш ҳамда визуаллаштириш, илмий ва инженерлик графикаси, иловаларни лойиҳалаш ва бошқаларда фойдаланиш мумкин. MATLAB ёрдамида конкрет масалаларни ечиш бошқа скаляр дастурлаш тилларидагига (масалан, Си) нисбатан бир неча марта тез бажарилади. Саноатда MATLAB тадқиқотларни бажариш, ишланмаларни тайёрлаш, маълумотларни таҳлил қилиш учун юқори унумдорликка эга бўлган воситадир. MATLAB тизимидаги Toolboxes деб аталувчи дастурларнинг махсус гуруҳлари катта аҳамиятга эга. Улар кўпчилик фойдаланувчилар учун илмий тадқиқотлар ва лойиҳалашда махсус усулларни ўрганиш ва қўллаш имкониятини беради. Toolboxes MATLAB функцияларининг батафсил коллекцияси бўлиб, хусусий масалаларни ечиш учун хизмат қилади.

MATLAB тизими асосий кенгайтмаси Simulink билан биргаликда фойдаланувчиларга етказиб берилади. Simulink имитацион моделларни визуал йўналтирилган тарзда тайёрлаш ва бажариш имкониятини беради. MATLAB + Simulink тизимининг тўла таркиби 2.4-расмда кўрсатилган.



2.4-расм. MATLAB + Simulink тизимининг тўла таркиби

MATLAB компонентларининг айрим рўйхати 2.1-жадвалда келтирилган.

2.1-жадвал

№	MATLAB компонентаси	Вазифаси
1	Simulink, ver 6.0	Динамик системаларни моделлаш ва таҳлил қилиш
2	Control System Toolbox, ver 6.0	Тесқари боғланишли автоматик роллаш тизимларини моделлаш, таҳлил қилиш ва лойихалаш
3	Curve Fitting Toolbox, ver 1.1.1	Таҷриба маълумотларини қайта ишлаш (аппроксимация, текислаш, интерполяция, экстраполяция)
4	Data Acquisition Toolbox, ver 2.5	Компьютерга уланган ўлчаш

		комплексларини қўллаб қўвватлаш учун муҳит. Аналог ва рақамли ост тизимлар (рақамли аналог ўзгартиришларни дам ўз ичига олиши мумкин) билан маълумот алмашишни ташкил қилиш.
5	Database Toolbox, ver 3.0	Маълумотлар базасида сақланаётган ахборотни таҳлил қилиш ва визуаллаш. Маълумотларни SQL тилидаги сўровлардан фойдаланиб танлаш
6	Dials & Gauges Block-set, ver 1.2	Бошқариш панелларини шакллантириш учун хар хил турдаги шкалалар ва ўлчов асбобларига эга бўлган график примитивлар библиотекаси
7	Embedded Target Infineon C166 Microcontrollers, ver 1.1	C166 турдаги микроконтроллерлар асосида ўлчов-бошқарув комплексларини лойиҳалаш ва моделлаш
8	Embedded Target for OSEC/VDX, veM.1	OSEC/VDX турдаги микроконтроллерлар асосида ўлчов-бошқарув комплексларини лойиҳалаш ва моделлаш
9	Filter Design HDL Coder, ver 1.0	Рақамли филтрларда HDL-кодлаш
10	Filter Design Toolbox, ver 3.0	Рақамли филтрларни лойиҳалаш ва имитация ҳамда таҳлил қилиш

Matlab - бу шундай интерфаол (бевосита) тизимки, ундаги асосий объект бўлган массивнинг ўлчамларини аниқ ёзиш талаб қилинмайди. Бу эса жуда кўп ҳисоблашларни(вектор, матрица кўринишидаги) тез вақтда ечиш имконини беради. Шунинг учун Matlabда хотирани динамик таксимлаш эвазига C ва Fortran тилларидагига қараганда амаллар бажариш осонроқ

кечади. Matlab тизими бу ҳам амалиёт мухит, ҳам дастурлаш тилидир. Тизимнинг энг кучли томонларидан бири бу Matlab тилида кўп марта фойдаланиладиган дастурлар ёзиш мумкинлигидир.

Matlab тизимида бир қанча амалий дастурлар пакети мавжуд:

- Notebook
- Symbolic Mathematics Toolbox
- Control Systems Toolbox
- Signal Processing Toolbox
- Optimization Toolbox
- System Identification Toolbox
- Fuzzy Logic Toolbox ва хоказо.

Matlab тизимининг дастур таъминоти таркибига “тирик” китоб (MS Word тахрирловчиси мухитидан) яратиш учун янги восита қўшилган. Амалий дастурлар пакети Notebook шундай воситадир. Амалий дастурлар пакети Notebook мухитида яратилган хужжат М-китоб деб аталади. М-китобда матнлар, Matlab тизими буйруқлари ва уларнинг бажарилиш натижалари жойлашган. М-китобни яратиш ёки тахрирлашда Word тахрирловчиси М-book махсус шаблонидан фойдаланади. Бу шаблон Word тахрирловчиси хужжатида Matlab тизимига кириш ва уни форматлашни бошқариш имконини беради. Амалий дастурлар пакети Notebook билан ишлаш учун Word тахрирловчисини юклаш керак ва янги М-китоб очиш ёки мавжуд М-китобни тахрирлаш керак. Word тахрирловчиси хужжатини М-китобга айлантириш мумкин. М-китобга матн киритиш Word тахрирловчисида матн киритишдан фарқ қилмайди. Matlab тизими буйруқлари ва операторларини ёзиш учун махсус катаклардан фойдаланилади. Бу буйруқ ва операторларни матн ичида ҳам жойлаштириш мумкин.

Matlab тили кодларини ўз ичиги олган файллар М-файллар деб аталади. М-файлларни яратишда матн тахрирловчиларидан фойдаланилади. М-файлларнинг иккита тури мавжуд:

- Сценарийлар;

- **Функциялар.**

Сценарийлар кирувчи ва чиқувчи аргументларга эга эмас, улар кўп марта бажарилиши керак бўлган қадамлар кетма-кетлигини автоматлаштириш учун кўлланилади.

Функциялар кирувчи ва чиқувчи аргументларга эга. Matlab тили (функциялар кутубхонаси, амалий дастурлар пакети) имкониятларини кенгайтириш учун кўлланилади.

Matlab сиртлар, чизиклар ва бошқа график объектларни ўзлаштириш ва яратиш имконини берувчи паст даражадаги функциялар мажмуасини тақдим қилади. Бу тизим бошқарилувчи графика (Handle Graphics) дейилади. График объектлар - бу Matlabдаги бошқарилувчи графика тизимининг базис элементларидир. Улар иерархик дарахт тузилишли кўринишда бўлади.

### **2.3. Simulink қисм дастурининг имкониятлари**

Simulink - динамик системаларни моделлаштириш, имитация ва таҳлил қилиш учун интерактив воситадир. У график блок-диаграммаларни қуриш динамик тизимларни имитация қилиш, тизимларнинг ишлашини текшириш ва лойиҳаларни мукамаллаштириш имкониятларини беради. Simulink MATLAB билан тўла интеграллашган.

MATLAB дастурларни тез бажаришни таъминловчи JIT компиляторга эга. Шу сабабли MATLAB техник ҳисоблашлар соҳасида СИ дастурлаш тилида кодлаш билан рақобатлашиши мумкин.

Simulink қуйидаги янги хусусиятларга эга.

Ўрни белгиланган (фиксация қилинган) нуқта билан ҳисоблашларни амалга ошириш мумкин. Сузувчи нуқта билан ҳисоблашлардан фиксация қилинган нуқта билан ҳисоблашларга ёки тесқарисига ўтиш йўли билан моделни мукамаллаштириш мумкин (бу ҳолда Fixed-Point Blockset ни ўрнатиш зарур).

Look-Up Table Editor асбоби жадвал блокларидаги маълумотларни қулай ҳолда кўриб чиқиш ва тахрирлаш имкониятини беради. Тахрирлагични

чақириш модел ойнасидаги Tools менюсидан амалга оширилади.

Model Discretizer асбоби узлуксиз блокларни дискрет блокларга танлаб алмаштириш имкониятини беради. Дискретизатор модел ойнасидаги Tools менюсидан чақирилади.

Мукаммаллаштирилган Diagnostic Viewer хатоликларни диагностика қилиш воситаси хатолар тўғрисидаги ахборотларни конфигурация қилиш ва уларга гиперссилкаларни қўшиш (киритиш) имкониятини беради.

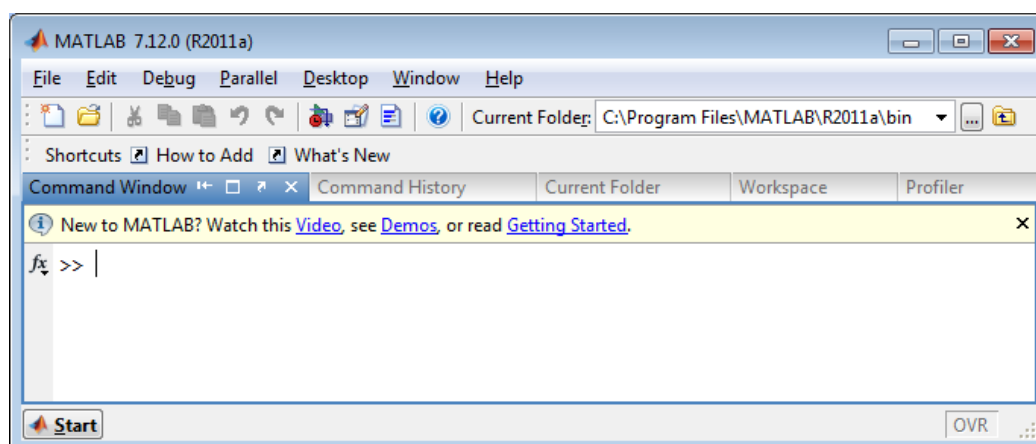
Маскалар тахрирлагичи Mask Editor динамик диалог ойнасини яратиш воситасига эга. S-function Builder блоки янги Data Properties бўлимига эга. Унинг ёрдамида портлардаги маълумотларнинг турларини, кириш ва чиқиш сигналларининг кўринишини (хақиқий ёки комплекс) бериш, портларнинг метка (белги)ларини аниқлаш, сигналларнинг бирликларини киритиш мумкин.

Simulinkни ишга тушириш учун MATLAB дастури ишга туширилади ва ойнадан (2.5-расм) Simulink дастурини ўйидаги учта усулнинг бири ёрдамида ишга тушириш мумкин:

Simulink тугмасини босиш;

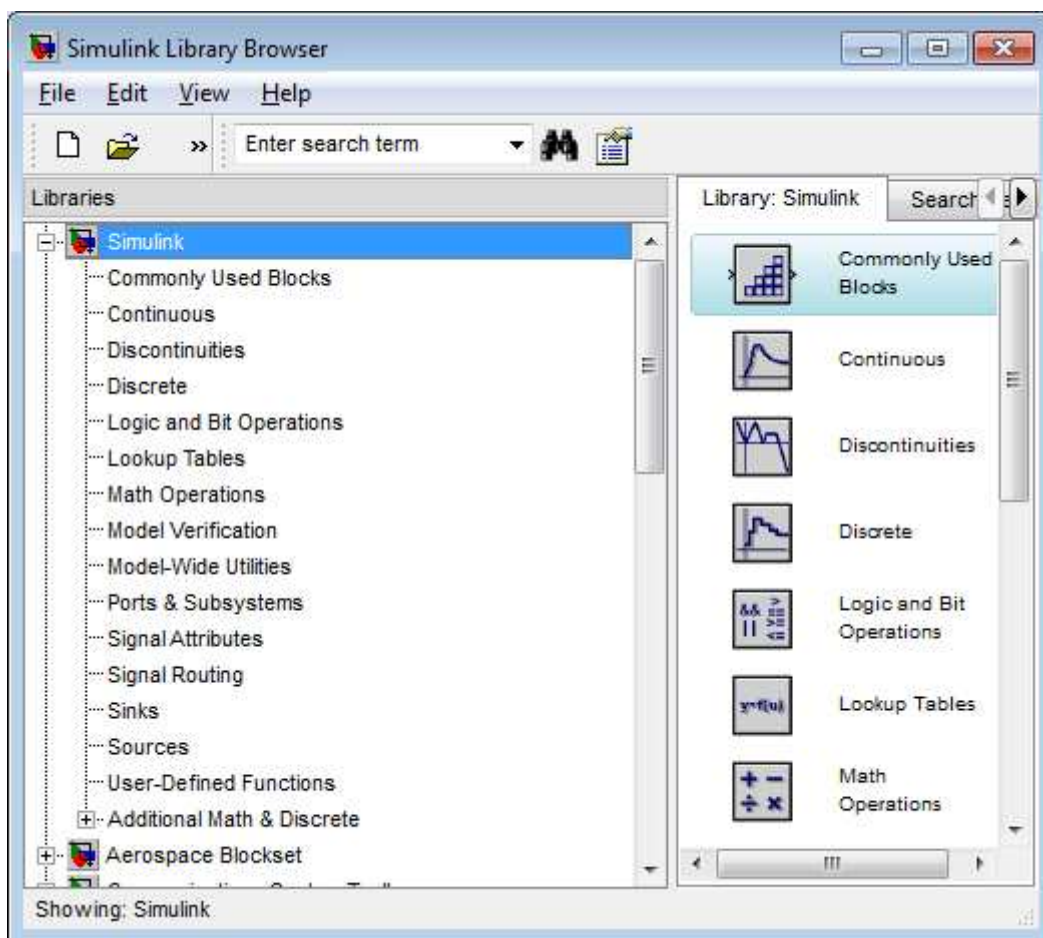
MATLAB нинг бош ойнасидаги буйруқ сатрида Simulink сузини териб клавиатурадаги <Enter> клавишасини босиш;

File менюсида Open... буйругини бажариш ва моделнинг файлини (mdl-файл) очиш.



**2.5-расм. MATLAB дастурининг асосий ойнаси**

Биринчи ва иккинчи усуллардан фойдаланилганда Simulink библиотекаси бўлимларининг Browse ойнаси очилади (2.6-расм).



**2.6-расм. Simulink библиотекам бўлимларининг ойнаси**

2.6-расмда Simulinkнинг асосий библиотекаси (ойнанинг чап томонида) ва унинг бўлимлари (ойнанинг ўнг томонида) кўрсатилган. Simulink библиотекасида қуйидаги асосий бўлимлар мавжуд:


- Continuous – чизикди блоклар;
- Discontinuities – чизикли бўлмаган блоклар;
- Discrete – дискрет блоклар;
- Look-Up Tables – функциялар ва жадваллар;
- Math operations – математик амаллар блоклари;
- Signals & Systems – сигналлар ва тизимлар;
- Sinks – регистрция қилувчи қурилмалар;
- Sources – сигналлар ва таъсирлар манбалари;



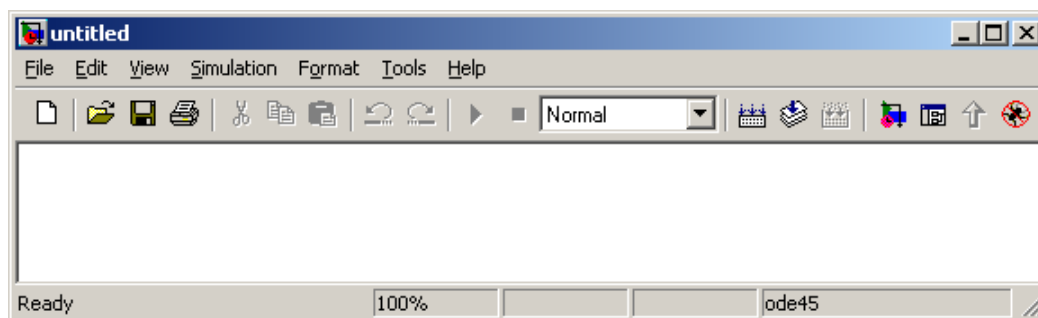
- Subsystems – ост тизимлар блоклари;

Simulink библиотекаси булимларининг рўйхати дарахтсимон шаклга эга бўлиб бундай рўйхатлар билан ишлаш қоидалари одатдагидек. Библиотеканинг зарур бўлими танланганда унинг таркиби ойнанинг ўнг қисмида очилади.

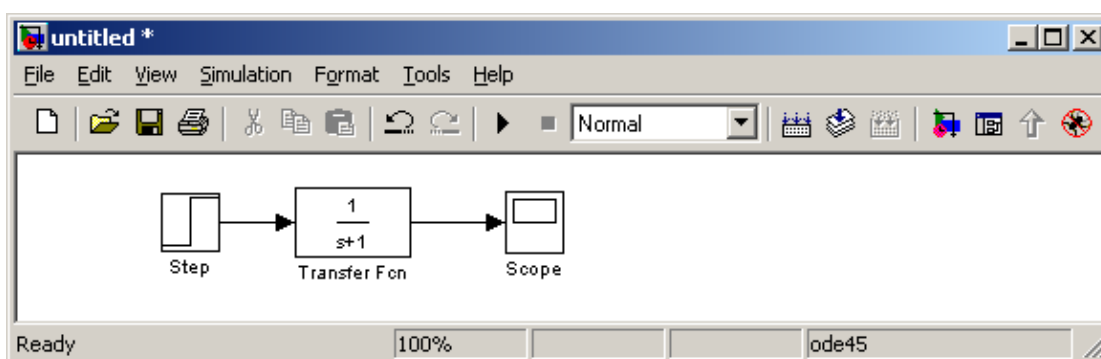
Simulink муҳитида модел яратиш учун қуйидаги ишларни бажариш зарур:

File/New/Model, буйруғи ёки асбоблар панелидаги  тугма ёрдамида моделнинг янги файли яратилади. Моделнинг янги яратилган ойнаси 2.7-расмда кўрсатилган;

Модел ойнасида блокларни жойлаштирилади. Бунинг учун библиотеканинг керакли бўлими очилади (масалан, Sources - манбалар). Сўнгра керакли блокни курсор билан кўрсатилади ва сичқончанинг чап тугмасини босиб яратилган ойнага сурилади. Блокларга эга бўлган модел ойнаси 11.4-рамда кўрсатилган. Агар блокни йўқотиш зарур бўлса унинг устида сичқончанинг чап тугмаси босилади, кейин эса клавиатурадаги Delete клавишаси босилади.



**2.7-расм. Моделнинг бўш ойнаси**



**2.8-расм. Блокларга эга бўлган блок ойнаси**

Кейин, агар талаб қилинса, блокнинг параметрлари ўзгартирилади. Бунинг учун блок тасвирининг устида сичқончанинг чап тугмаси икки марта босилади. Блокнинг параметрларини тахрирлаш ойнаси очилади ва керакли ўзгартиришлар киритилади.

Ҳамма зарур блоклар схемага жойлаштирилгандан кейин схема элементлари ўзаро уланади. Ҳисоблаш схемаси тузилгандан кейин уни дискда файл сифатида сақлаш керак. Сақланган файллар .mdl кенгайтмасига эга бўлади.

Модел ойнасининг асоси меню ва асбоблар панелидан иборатдир. Модел билан ишлаш учун асбоблар панелидаги тугмалардан ҳам фойдаланиш мумкин (2.9-расм).



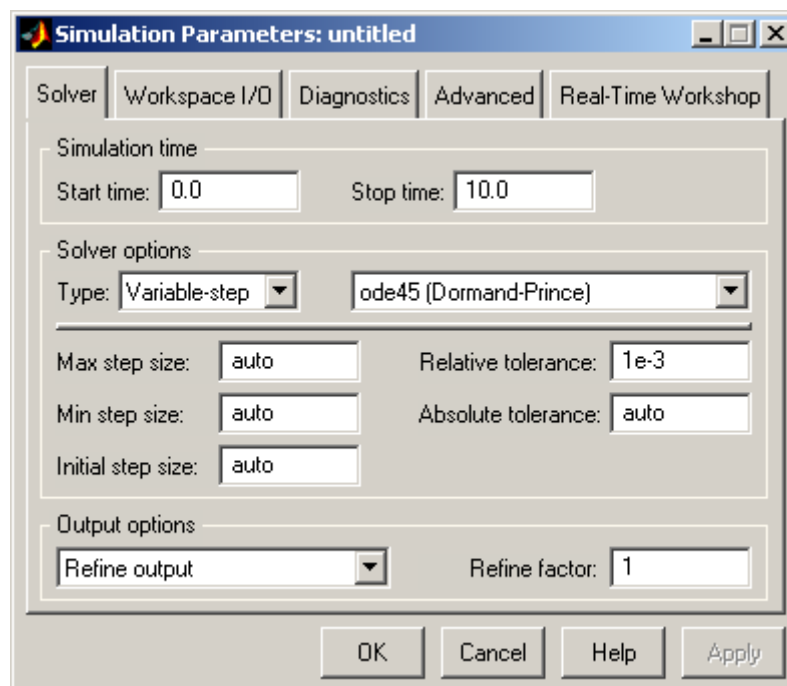
**2.9 – расм. Модел ойнасининг асбоблар панели**

Ҳисоблашлар бажарилишидан олдин ҳисоблаш параметрлари панел ойнасининг Simulation/Parameters менюси ёрдамида ўрнатилади (2.10-расм).

Ҳисоблаш параметрларини созлаш ойнаси бешта иловага эга:

- Solver (Ҳисоб) - моделни ҳисоблаш параметрларини ўрнатиш.
- Workspace I/O (Ишчи соҳага маълумотларни киритиш/чиқариш) - MATLABнинг ишчи соҳаси билан маълумотларни алмашиш параметрларини ўрнатиш.
- Diagnostics (Диагностика) - диагностика режимининг параметрларини танлаш.
- Advanced (Қўшимча) - қушимча параметрларни ўрнатиш.
- Real-time Workshop - реал вақтда ишлаш учун асбоб.

Моделни ҳисоблаш параметрлари Solver иловасида жойлашган бошқариш элементлари ёрдамида ўрнатилади. Ушбу параметрлар учта гуруҳга бўлинган (11.8-расм): Simulation time (Моделлаш интервали ёки бошқача сўз билан айтганда, ҳисоблаш вақти), Solver options (ҳисоблаш параметрлари), Output options (Чиқариш параметрлари).



**2.10-расм. Моделлаш параметрларини ўрнатиш**

Ҳисоблаш вақти (Simulation time) ҳисоблашнинг бошланғич (Start time) ва сўнги (Stop time) қийматлари кўрсатилган ҳолда берилади. Одатда бошланғич вақт нолга тенг. Сўнги вақтнинг қиймати фойдаланувчи томонидан ечилаётган масаланинг шартларидан келиб чиққан ҳолда берилади.

Ҳисоблаш параметрлари (Solver options) ни танлашда моделлаш (Type) ва тизимнинг янги ҳолатини ҳисоблаш усуллари кўрсатилади. Type параметри учун иккита, белгиланган (фиксация килинган) (Fixed-step) ёки ўзгарувчи (Variable-step) кадамли, вариантлар мавжуд. Одатда, Variable-step узлуксиз, Fixed-step эса дискрет тизимларни моделлашда ишлатилади.

Тизимнинг янги ҳолатини ҳисоблаш усуллари рўйхати бир неча вариантни ўз ичига олади. Биринчи вариант (discrete) дискрет тизимларни ҳисоблаш учун ишлатилади. Қолган усуллардан узлуксиз тизимларни ҳисоблашда фойдаланилади. Ушбу усуллар узлуксиз (Variable-step) ва белгиланган (Fixed-step) вақт кадамлари учун ҳар хил, лекин улар, ўз моҳияти бўйича, дифференциал тенгламалар системаларини ечиш процедуралари бўлиб ҳисобланади.

Очилувчи Type рўйхатларнинг пастида таркиби танланган модел вақтининг ўзгариш усулига боғлиқ бўлган соҳа жойлашган. Fixed-step танланганда бу соҳада Fixed-step size (белгиланган қадамнинг катталиги) матн майдони ҳосил бўлади. Унинг ёрдамида моделлаш қадами кўрсатилади. Бошланғич ҳолда моделлаш қадамининг катталиги тизим томонидан автоматик тарзда (auto) кўринишида қўйилган бўлади. Қадамнинг керакли катталиги auto қийматининг ўрнига сон шаклида ёки ҳисобланадиган ифода шаклида қўйилади (бундай усул тизим томонидан автоматик тарзда (auto) қўйиладиган ҳамма параметрлар учун ҳам ўринли).

### III. БОБ. ДИНАМИК ТИЗИМЛАРНИ CONTROL SYSTEM TOOLBOX ДАСТУРИЙ ПАКЕТДА МОДЕЛЛАШТИРИШ

#### 3.1. Control system toolbox-автоматик бошқариш тизимларини моделлаш

Control System Toolbox пакета автоматик бошқариш тизимларини моделлаш, тахлил қилиш ва лойиҳалаш учун алгоритмлар тўпламига эга. Пакетнинг функциялари узатиш функцияларининг анъанавий ва ҳолатлар фазосида тахлил қилишнинг замонавий усулларини ўз ичига олади. Control System Toolbox пакета ёрдамида фақат узлуксиз тизимларнигина эмас балки дискрет тизимларни ҳам тахлил қилиш мумкин.

Чизиқли тизимларни тадқиқ қилиш учун қуйидаги усуллардан фойдаланилади:

- дифференциал тенгламалар
- ҳолатлар майдонидаги моделлар
- ўтказиш функциялари
- «нол-қутб» кўринишдаги моделлар

Биринчи икки усул вақт бўйича усуллар деб аталади, чунки улар тизимнинг вақт бўйича ҳолатини тавсифлайди ва сигналлар орасидаги ички боғланишларни акс эттиради. Кейинги икки усул частотавий усуллар деб аталади ва улар тизимнинг частотавий характеристикалари билан боғлиқ бўлиб, фақат кириш-чиқиш хусусиятларини акс эттиради.

Объектлар динамикасининг бошланғич тенгламалари одатда ночизиқли дифференциал тенгламалар кўринишида бўлади ва улар одатда шаклланган режим чегараларида чизиқли дифференциал тенгламалар кўринишига келтирилади.

Берилган  $\ddot{y} + 2\dot{y} + 3y = 4\dot{u} + 5u$  чизиқли тенгламани оператор шаклда қуйидагича ёзиш мумкин:

$$(p^2 + 2p + 3) \cdot y = (4p + 5) \cdot u \quad \text{ёки} \quad D(p) \cdot y = N(p) \cdot u,$$

бу ерда  $u$  - кириш сигнали,  $y$  - чиқиш сигнали,  $p = \frac{d}{dt}$  - дифференциаллаш

оператори,  $D(p) = p^2 + 2p + 3$  ва  $N(p) = 4p + 5$  - оператор кўринишдаги

полиномлар.

Комплекс  $s$  ўзгарувчили чизиқли стационар тизимнинг ўтказиш функцияси  $W(s)$  нолга тенг бўлган бошланғич шартларда чиқиш ва киришнинг Лапласа бўйича ўзгартиришларининг нисбатига тенг

$$W(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}, \quad Y(s) = \int_0^{\infty} y(t) \cdot e^{-st} dt, \quad U(s) = \int_0^{\infty} u(t) \cdot e^{-st} dt .$$

Юқорида келтирилган тенглама билан тавсифланувчи звенонинг ўтказиш функцияси  $W(s) = \frac{4s + 5}{s^2 + 2s + 3}$ , яъни,  $p$  ўзгарувчини  $s$  ўзгарувчига алмаштирилгандаги  $N(p)/D(p)$  полиномларнинг нисбатига мос келади.

MATLAB муҳитида узатиш функцияси иккита кўпхад (полином) нинг нисбати кўринишида киритилади. Полиномлар даражаси камайиб борувчи коэффициентлар массиви сингари сақланади. Масалан,

$$F(s) = \frac{2s + 4}{s^3 + 1.5s^2 + 1.5s + 1}$$

узатиш функцияси қуйидагича киритилади:

```
>> f=tf([2 4],[1 1.5 1.5 1])
```

```
Transfer function:
```

```
2 s + 4
```

```
-----
```

```
s^3 + 1.5 s^2 + 1.5 s + 1
```

Хотирада киритилган узатиш функциясини тавсифловчи `tf` классдаги объект ҳосил бўлади.

Киритилган узатиш функциясидан «ноллар-кўтблар» шаклидаги моделни ҳосил қилиш мумкин.

```
>> f_zpk=zpk(f)
```

```
Zero/pole/gain:
```

```
2 (s+2)
```

```
-----
```

```
(s+1) (s^2 + 0.5s + 1)
```

Суратнинг илдизлари ноллар ва махражнинг илдизлари қутблар деб аталади. Юқоридаги функция битта нол ( $s = -2$  нуктада) ва учта қутбга ( $s = -1$  ва  $s = -0.25 \pm 0.9682i$  нукталарда) эга. Квадрат учхад комплекс қутблар жуфтлигига мос келади.

Ҳолатлар фазосидаги модель дифференциал тенгламаларни стандарт Коши шаклида (биринчи тартибли тенгламалар системаси) ёзилиши билан боғланган:

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

$$y = Cx + Du$$

бу ера  $x$  - ҳолат ўзгарувчиларининг  $n \times 1$  ўлчамли вектори,  $u$  - кириш сигналларининг  $m \times 1$  ўлчамли вектори (бошқариш вектори ва  $y$  - чиқиш сигналларининг  $p \times 1$  ўлчамли вектори. Бундан ташқари,  $A$ ,  $B$ ,  $C$  ва  $D$  - доимий матрицалар. Матрицавий ҳисоблашлар қондасига асосан  $A$  матрица  $n \times n$  ўлчамли квадрат матрица бўлиши керак,  $B$  матрицанинг ўлчами  $n \times m$ ,  $C$  матрицаники -  $p \times n$  ва  $D$  матрицаники -  $p \times m$  бўлади. Битта кириш ва битта чиқишли тизим учун  $D$  матрица - скаляр катталиқ.

Узатиш функциясини ҳолатлар фазосидаги моделга ўзгартириш учун қуйидаги командадан фойдаланилади:

```
>> f_ss=ss(f)
```

```
a =
```

	x1	x2	x3
x1	-1.5	-0.1875	-0.03125
x2	8	0	0
x3	0	4	0

```
b =
```

	u1
x1	0.5
x2	0
x3	0

```
c =
```

$$\begin{array}{rcccc}
 & & x1 & x2 & x3 \\
 y1 & & 0 & 0.5 & 0.25 \\
 d = & & & & \\
 & & u1 & & \\
 y1 & & 0 & & 
 \end{array}$$

Continuous-time model.

Ушбу ўзгартириш моделнинг матрицалари қуйидаги кўринишга эга эканлигини билдиради:

$$A = \begin{bmatrix} -1.5 & -0.1875 & -0.03125 \\ 8 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad C = [0 \quad 0.5 \quad 0.25],$$

$$D = 0.$$

Ҳолатлар фазосидаги моделни фақат тўғри, яъни, суратининг даражаси маҳражининг даражасидан катта бўлмаган узатиш функциялари учун куриш мумкин.

Чизиқли тизимларнинг асосий характеристикаларидан бири бўлиб мувозанат режимдаги кучайтириш коэффициентини ёки бошқача айтганда статик кучайтириш коэффициентини (*static gain, DC-gain*) ҳисобланади. Уни бирга тенг бўлган кириш сигналидаги чиқиш сигналининг шаклланган қиймати каби аниқлаш мумкин. Мувозанат режимдаги кучайтириш коэффициентининг ўлчов бирлиги чиқиш ва кириш сигналларининг нисбатидан аниқланади.

MATLAB да f моделнинг статик кучайтириш коэффициентини ҳисоблаш учун

```
>> f=tf([2 4],[1 2 3])
```

```
Transfer function:
```

$$2s + 4$$

```
-----
```

$$s^2 + 2s + 3$$

```
>> k=dcgain(f)
```



k =

1.3333

Тизимнинг вақт характеристикаларидан бири бу импульс характеристикадир. У тизимнинг (дельта-функцию ёки Дирак функциси)дан таъсирланишига айтилади. Дельта-функция  $\delta(t)$  қуйидаги тенгликлар орқали аниқланади:

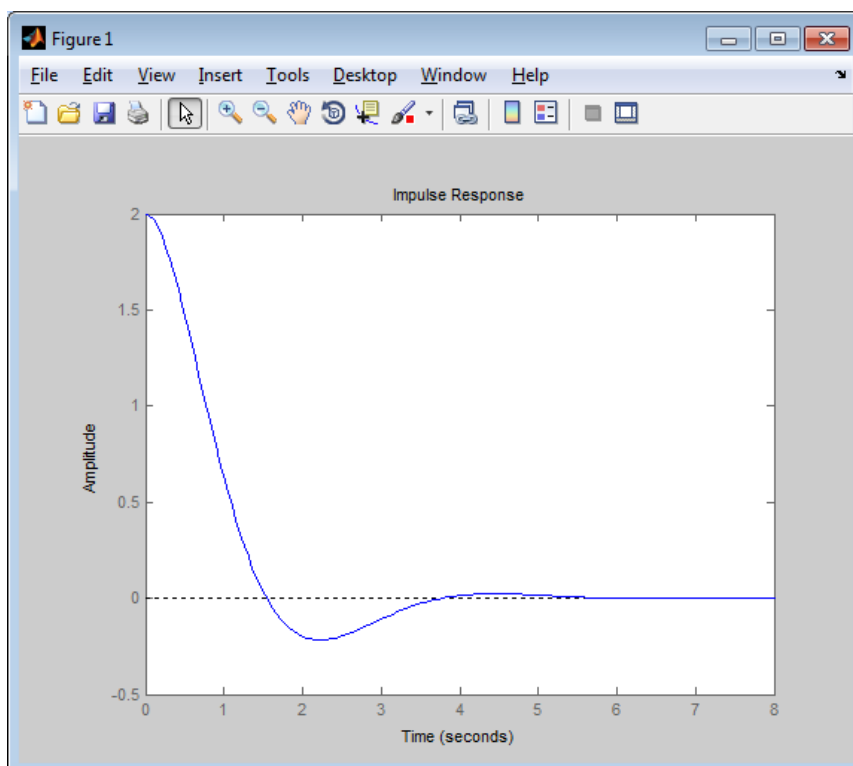
$$\delta(t) = \begin{cases} 0, & t \neq 0 \\ \infty, & t = 0 \end{cases} \quad \int_{-\infty}^{\infty} \delta(e) dt = 1$$

Дельта-функция идеал функция бўлиб ҳисобланади ва уни ҳеч қандай қурилма ёрдамида ҳосил қилиб бўлмайди.

MATLAB ёрдамида импульс характеристикани фақат суратининг даражаси махражининг даражасидан кичик бўлган узатиш функция-лари учун қуриб тўғри натижа олиш мумкин (3.1-расм).

```
>> f=tf([2 4],[1 2 3]);
```

```
>> impulse(f)
```



**3.1-расм. Тизимнинг импульс характеристикаси**

Системанинг яна бир асосий характеристикаларидан бири бу ўтиш характеристикадир. Ўтиш характеристикаси (ўтиш функцияси)  $h(t)$  деб

нолга тенг бошланғич шартларда системанинг бирлик поғонали сигналдан таъсирланишига айтилади.

Ўтиш характеристикаси ёрдамида системанинг муҳим сифат кўрсаткичларини, жумладан - ўта ростлаш (*overshot*) ва ўтиш жараёнининг вақти (*seting time*) ни аниқлаш мумкин.

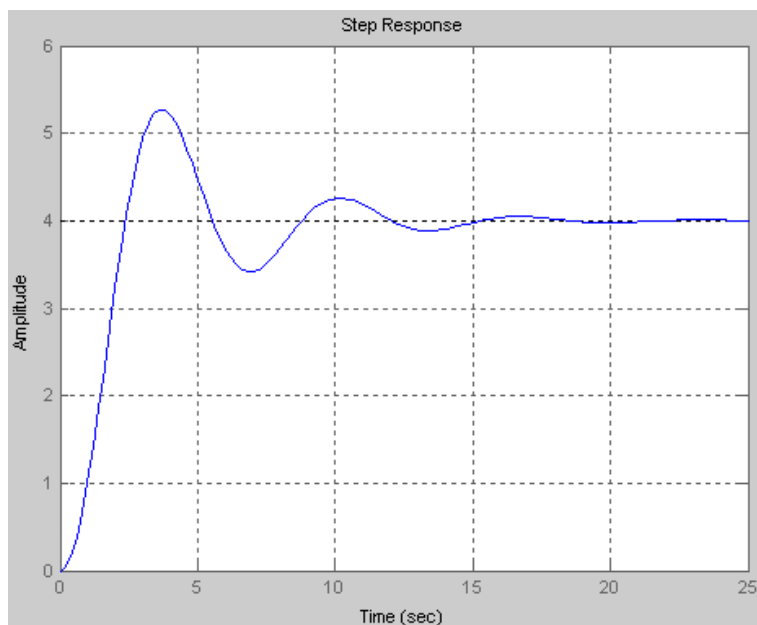
Ўта ростлаш қуйидагича аниқланади:

$$\sigma = \frac{h_{\max} - h_{\infty}}{h_{\infty}} \cdot 100\% ,$$

бу ерда  $h_{\max}$  -  $h(t)$  функциянинг максимал қиймати ва  $h_{\infty} = \lim_{t \rightarrow \infty} h(t)$  - чиқиш сигналининг шаклланган қиймати.

Ўтиш жараёнининг вақти деб чиқиш сигналининг қиймати ва мувозанат режимдаги қиймати орасидаги фарқ аввалдан берилган катталиқдан кичик бўлгунча ўтадиган вақтга айтилади. MATLAB да бундай катталиқ сифатида 2% фарқ қабул қилинган. Ўтиш характеристикаси step функцияси ёрдамида ҳосил қилинади (3.2-расм):

```
>> f=tf([2 4],[1 2 3]);  
>> step(f)
```



**3.2-расм. Тизимнинг ўтиш характеристикаси**

Чизиқли системанинг киришига частотаси  $\omega$  бўлган  $u(t) = \sin\omega t$  гармоник (синусоидал) сигнал берилганда унинг чиқишида ҳам частотаси  $\omega$

бўлган, лекин амплитудаси ва фазаси ўзгарган сигнал ҳосил бўлади

$$y(t) = A \sin(\omega t + \varphi),$$

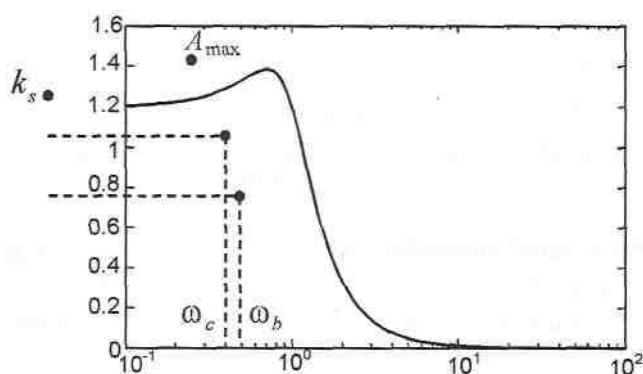
бу ерда  $A$  - амплитуда ва  $\varphi$  - фаза силжиши.

Частотавий характеристика системанинг  $e^{j\omega t} = \cos \omega t + j \sin \omega t$  комплекс экспоненциал сигналга реакцияси каби аниқланади. Уни куриш учун  $W(s)$  узатиш функциясида  $s = j\omega$  ўрнига қўйишан фойдаланиш керак.  $W(j\omega)$  ифодага тизимнинг частотавий узатиш функцияси ёки амплитуда-фаза частотавий характеристикаси (АФЧХ) дейилади.

$W(j\omega)$  катталик модули ва частота орасидаги боғланишга *ампли-туда* частотавий характеристика ҳамда  $W(j\omega)$  комплекс сон аргументи (фазаси) ва частота орасидаги боғланишга – фаза частотавий характеристика (ФЧХ) дейилади:

$$A(\omega) = |W(j\omega)|, \quad \varphi(\omega) = \arg W(j\omega) = \arctg \frac{\operatorname{Im} W(j\omega)}{\operatorname{Re} W(j\omega)}.$$

Системадан ўтаётган ҳар хил частотали сигналлар амплитудасининг ортишини АЧХ фазаси силжишини ФЧХ характерлайди.



**3.3-расм. Амплитуда-частотавий характеристика**

Амплитуда-частотавий ва фаза-частотавий характеристикаларни ягона ойнада куриш учун bode функциясида фойдаланилади (3.4-расм):

```
>> f=tf([2 4],[1 2 3])
```

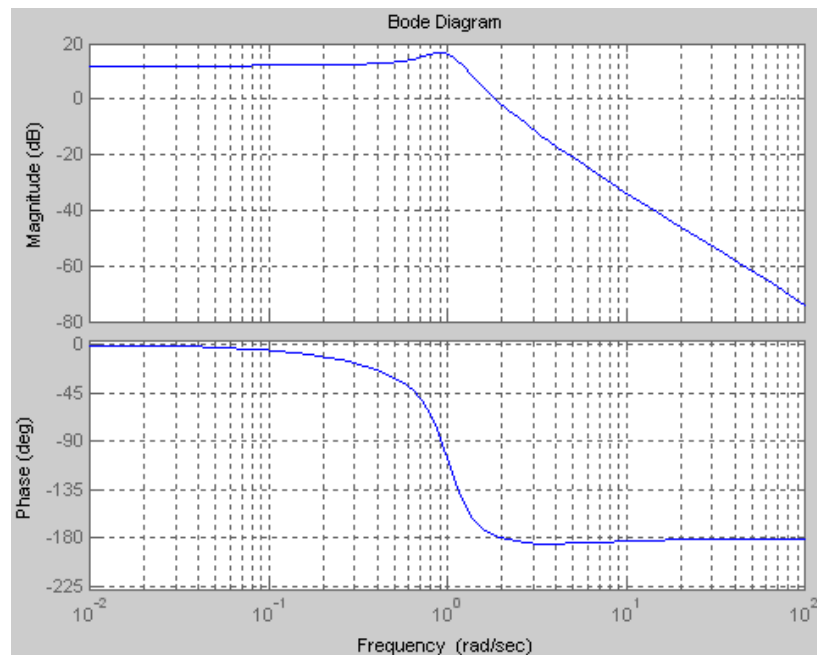
Transfer function:

$$2s + 4$$

```

-----
s^2 + 2 s + 3
>>bode ( f )

```



**3.4-расм. Тизимнинг ЛАЧХ ва ЛФЧХ характеристикалари**

Реал объектлар суратининг даражаси махражининг даражасидан кичик бўлган узатиш функциясига эга бўлади, шу сабабли, уларнинг АЧХси частота ортиши билан камайиб асимптотик равишда нолга яқинлашади (3.3-расм). Бундай объект филтер хусусиятига эга, яъни, юқори частотали сигналларни (ҳалақитлар, ўлчаш шовқинлари) филтрлайди (ўтказмайди). Бундай хусусият гармоник баланс усулини қўллаш учун асос бўлиб хизмат қилади.

Частотанинг АЧХ нолдан кичик бўладиган қиймати (кучайтириш коэффициенти бирдан кичик, сигнал пасаяди) системанинг қирқиш частотаси  $\omega_c$  деб ва -3 дБ дан кичик бўладиган частотаси (кучайтириш коэффициенти 0.708 дан кичик) ўтказиш соҳаси  $\omega_b$  деб аталади. MATLAB да уни аниқлаш учун қуйидаги командадан фойдаланилади

```

>> f=tf([2 4],[1 2 3]);
>> b=bandwidth(f)
b =2.7675

```

MATLABда частотавий характеристикаларни куриш учун дастлаб керакли диапазонда частоталар массиви ҳосил қилинади. Бунинг учун `linspace` (чизиқли шкала бўйича нуқталарнинг тенг масофаларда тақсимланиши) ёки `logspace` (логарифмик шкала бўйича нуқталарнинг тақсимланиши) функцияларидан фойдаланилади:

```
>> w = linspace(0, 10, 100);
```

командаси 0 дан 10 гача бўлган интервалда тенг қадамлар билан 100 та нуқтадан иборат бўлган массивни шакллантиради,

```
>> w = logspace(-1, 2, 100);
```

командаси эса  $10^{-1}$  дан  $10^2$  гача бўлган интервалда тенг қадамлар билан 100 та нуқтадан иборат бўлган массивни ҳосил қилади.

MATLABда чизиқли модел  $f$  учун (у узатиш функцияси, ҳолатлар фазосидаги модел ёки «ноллар-қутблар шаклида берилиши мумкин»)  $w$  тўрдаги частотавий характеристика `freqresp` функцияси ёрдамида ҳисобланади:

```
>> r = freqresp(f, w);
```

Ушбу `freqresp` функция узатиш функцияси матрица кўринишида бўлган кўп ўлчамли моделлар (бир неча кириш ва чиқишли) учун ҳам қўлланилиши мумкин бўлганлиги сабабли уч ўлчамли массивни қайтаради. Битта кириш ва битта чиқишга эга бўлган системалар учун уч ўлчамли массивни қуйидаги команда ёрдамида бир ўлчамли массивга айлантириш мақсадга мувофиқ:

```
>> r = r(:);
```

АЧХ нинг графигини экранга қуйидаги командалардан бири ёрдамида чиқариш мумкин:

```
>> plot(w, abs(r));
```

```
>> semilogx(w, abs(r));
```

```
>> loglog(w, abs(r));
```

Биринчи ҳолда иккала координата ўқлари учун масштаб чизиқли, икинчи ҳолда абсцисса ўқи учун логарифмик ва учинчи ҳолда иккала ўқ учун

хам логарифмик.

Фазани градусларда ҳисоблаш учун

```
>> phi = angle(r)*180/pi;
```

командадан фойдаланилади. Кейин ФЧХ қурилади, масалан:

```
>> semilogx(w, phi);
```

ёки

```
>> plot(w, phi);
```

Системанинг кўпчилик динамик хусусиятлари (масалан, тезкорлик, ўта ростлаш) узатиш функциясининг кутблари орқали аниқланади. Узатиш функциясини биринчи ва иккинчи тартибли элементар (апериодик ва тебранувчи) звенолар узатиш функцияларининг кўпайтмаси кўринишида ёзиш мумкин.

Апериодик (даврий бўлмаган) звенонинг узатиш функцияси

$F(s) = \frac{1}{Ts + 1}$  кўринишда бўлиб, ягона характеристикага -  $T$  вақт доимийсига

эга. Тахминан  $\omega_0 = 1/T$  частотадан бошлаб бундай звенонинг АЧХси нолга томон пасайиб боради.

Тебранувчи звенонинг узатиш функцияси қуйидагича:

$$F(s) = \frac{1}{T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1}$$

бу ерда  $T$ -вақт доимийси ва  $0 < \xi < 1$ . Частота  $\omega_0 = 1/T$  хусусий частота (natural frequency) ва  $\xi$  – сўниш параметри ёки демпфирлаш коэффициенти (damping factor) деб аталади. Импульс ва ўтиш функцияларининг тебранувчанлик характери  $\xi$  параметрнинг камайиши билан ортиб боради ва  $\xi = 0$  бўлганда тебранишлар сўнмайдиган (консерватив) звенога айланади. Бошқа томондан  $\xi = 1$  бўлганда махражнинг илдизлари ҳақиқий бўлади ва звено иккинчи тартибли апериодик звенога айланади.

МАТЛАВда  $f$  узатиш функциясининг кутбларини топиш учун `pole` функциясидан фойдаланилади

```
>> p=pole(f)
```

```
p =  
-1.0000 + 1.4142i  
-1.0000 - 1.4142i
```

Қутблар  $p$  билан бир вақтда хусусий частота  $\omega_0$  ва демпфирлаш коэффициентини  $\zeta$  ни ҳам аниқлаш мумкин:

```
>> [w0, zeta, p]=damp(f)  
w0 =  
1.7321  
1.7321  
zeta =  
0.5774  
0.5774  
p =  
-1.0000 + 1.4142i  
-1.0000 - 1.4142i
```

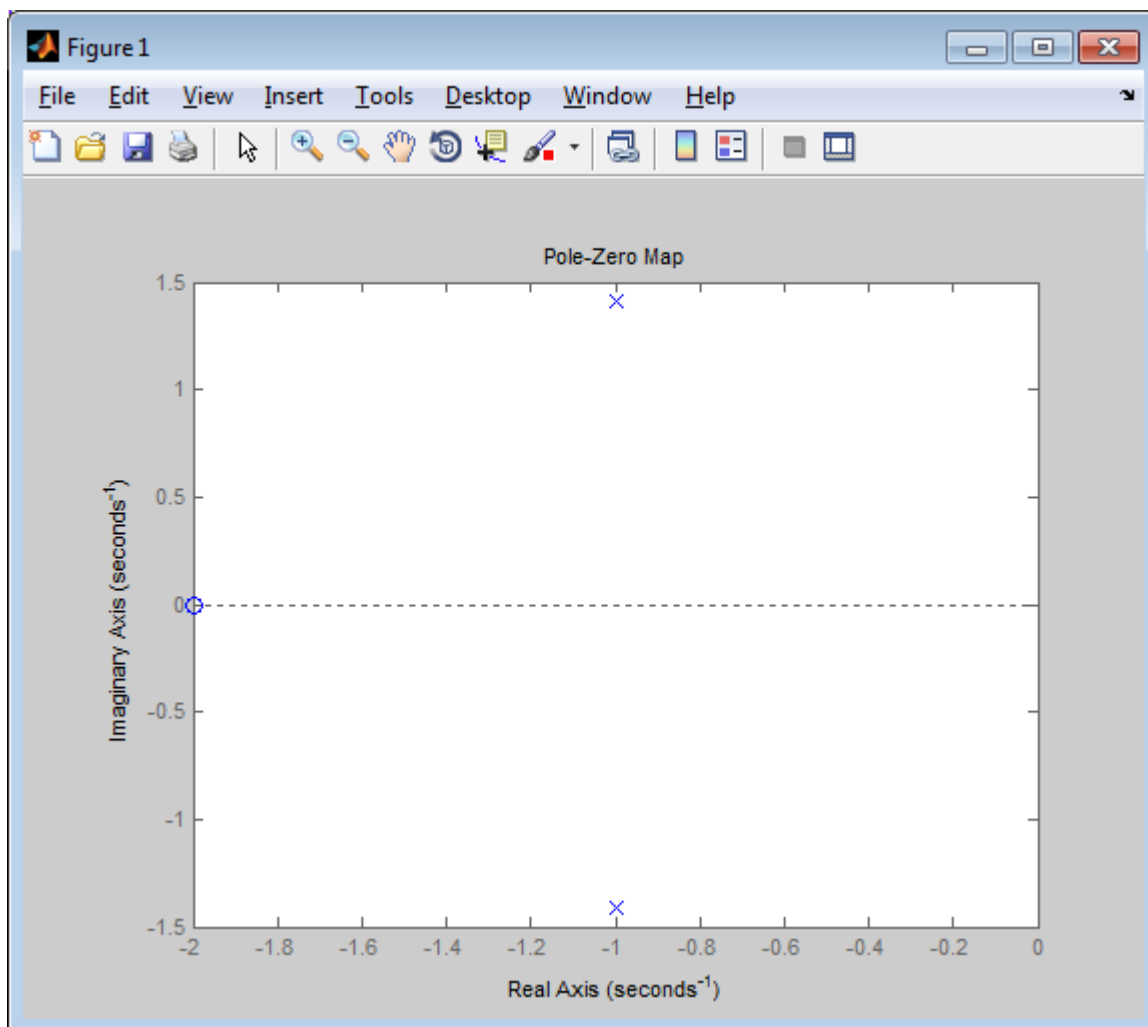
Узатиш функцияси  $f$  нинг нолларини топиш учун `zero` функциясидан фойдаланилади

```
>> z=zero(f)  
z =  
-2
```

Системанинг турғунлиги нолларнинг жойлашишига боғлиқ эмас, лекин ноллар ўтиш жараёнларига сезиларли таъсир кўрсатади.

```
>> pzmap(f);
```

командаси комплекс текисликда системанинг ноллари (айланалар билан белгиланади) ва қутблари (крестчалар билан белгиланади)нинг жойлашиш харитасини куради (3.5-расм).



**3.5-рasm. Системанинг ноллари (айланалар билан белгиланган) ва кутблари (крестчалар билан белгиланган)нинг комплекс текисликда жойлашиш харитаси**

Бошқариш тизимларини тахлил қилиш учун LTI-Viewer модулидан ҳам фойдаланиш мумкин. Ушбу модул MATLABнинг командалар ойнасида ltiview командасини териб Enter клавишасини босиш йўли билан чақирилади. Қуйида LTI-Viewer модулидан ҳам фойдаланишга мисол келтирилган.

1. Узатиш функциясини tf объект шаклида киритилади. Узатиш функцияси  $F(x) = \frac{n_2s^2 + n_1s + n_0}{s^3 + d_2s^2 + d_1s + d_0}$  кўринишга эга бўлсин.

Унинг коэффициентлари

$$n = [n_2 \ n_1 \ n_0]$$

$$d = [1 \ d_2 \ d_1 \ d_0]$$



берилади ва tf объект ҳосил қилинади

$f=tf(n, d)$

Масалан:

```
>> clear all
```

```
>> n=[1 2 3];
```

```
>> d=[1 4 5 6];
```

```
>> f=tf(n,d)
```

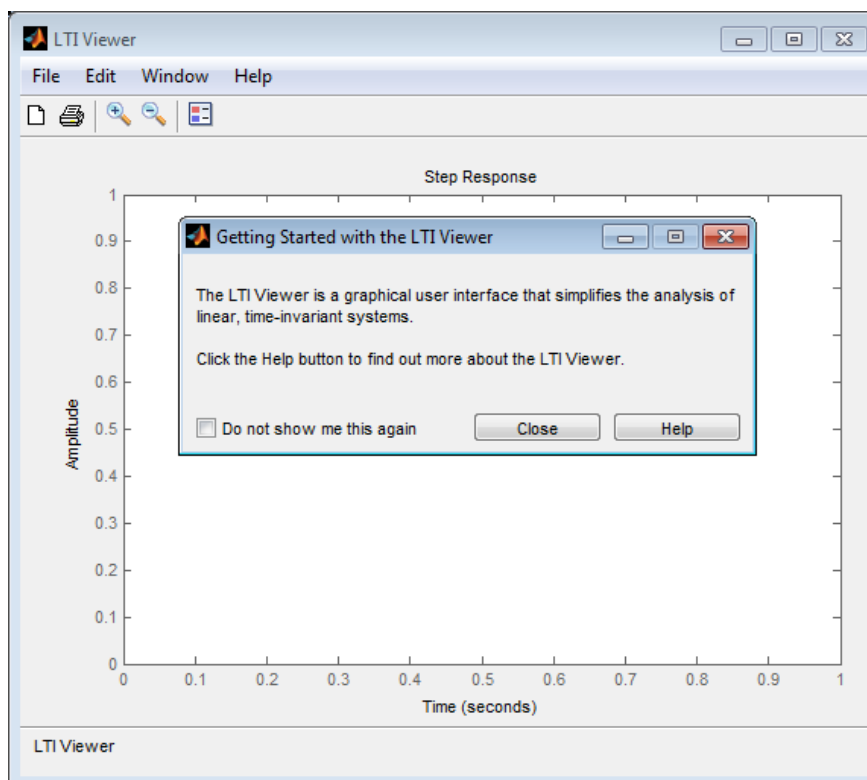
Transfer function:

$$s^2 + 2s + 3$$

-----

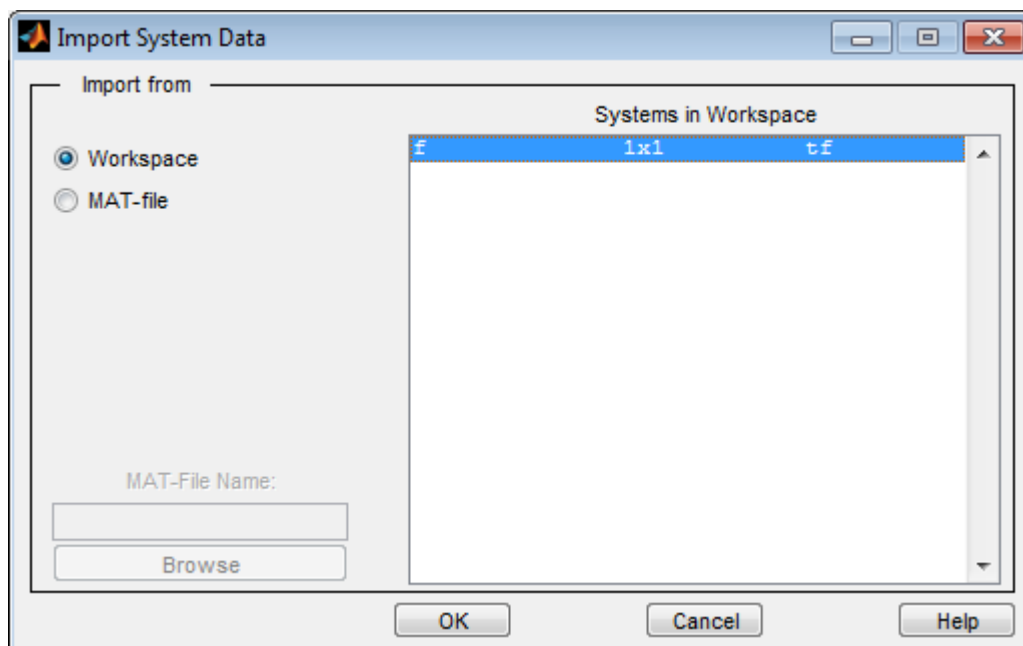
$$s^3 + 4s^2 + 5s + 6$$

2. LTI-Viewer модулини ltiview командаси ёрдамида ишга тушурилади. Бир неча секунддан кейин экранда LTI-Viewer ойнаси ҳосил бўлади (3.6-расм). Огоҳлантирувчи ойна Close тугмасини босиб беркитилади.



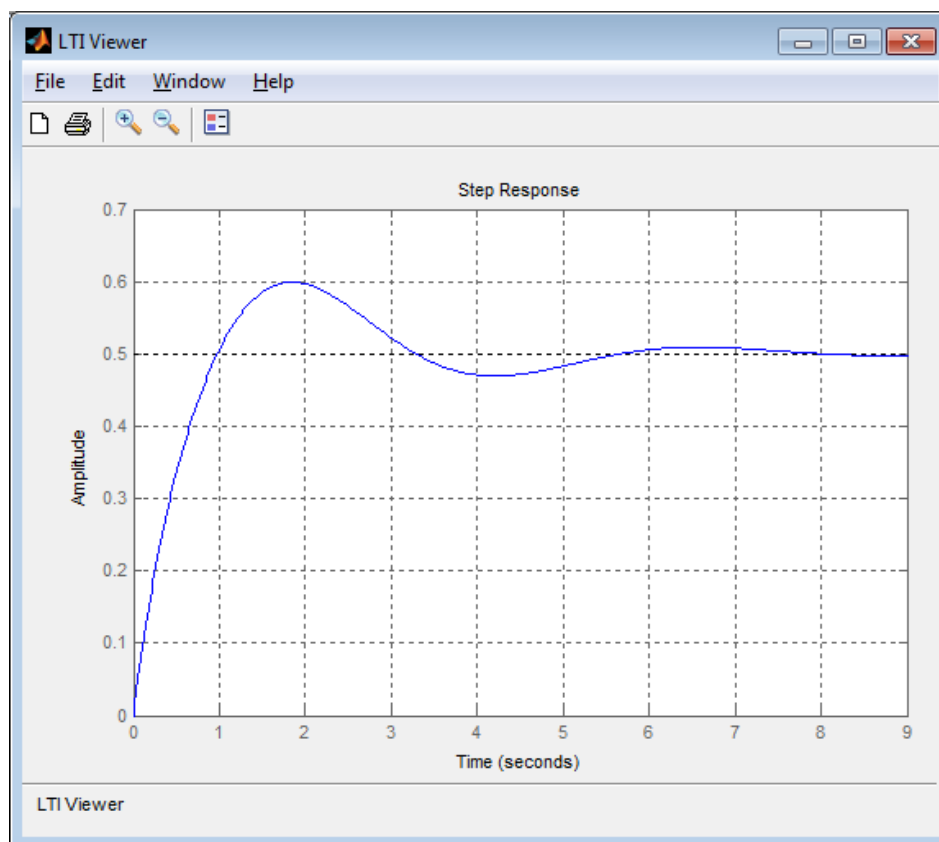
**3.6-расм. LTI-Viewer ойнаси**

3. LTI-Viewer ойнасидаги File менюсидаги Import бўлими танланади ва f модел танланиб ОК босилади (3.7-расм).



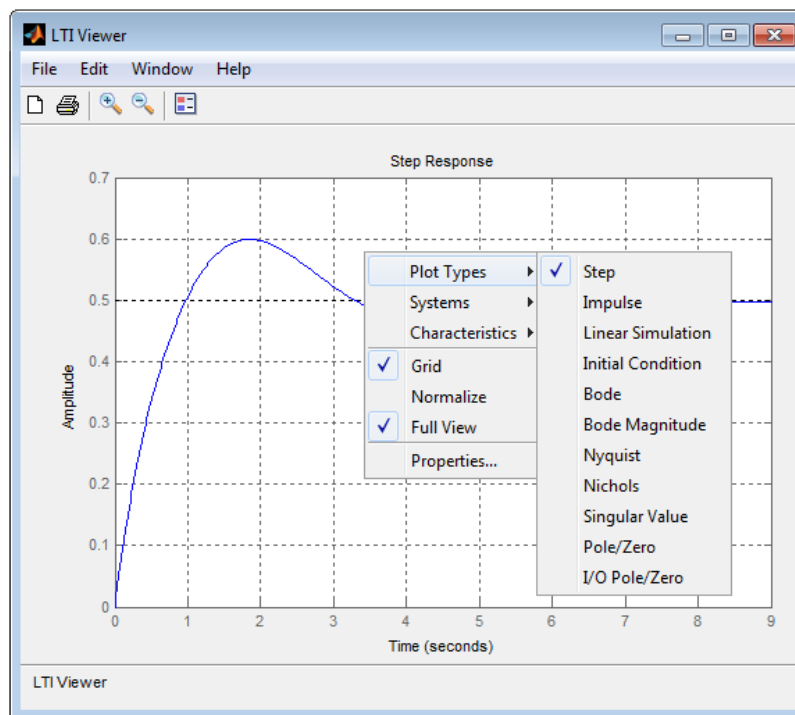
**3.7-расм. Моделни юклаш**

LTI-Viewer модули ишга тушади ва экранда тизимнинг ўтиш характеристикаси ҳосил бўлади (3.8-расм).



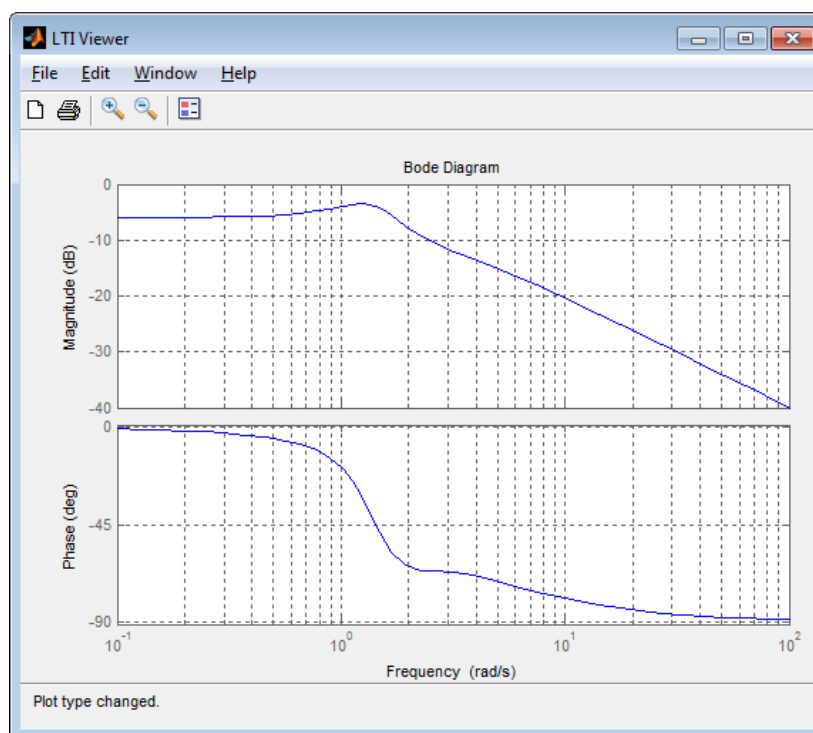
**3.8-расм. LTI-Viewer модули ёрдамида олинган тизимнинг ўтиш характеристикаси**

4. Ҳосил қилинган характеристиканинг устида сичқончанинг ўнг тугмаси босилади (3.9-расм) ва қалқиб чиқувчи менюдан қурилиши керак бўлган характеристикани танлаш мумкин.



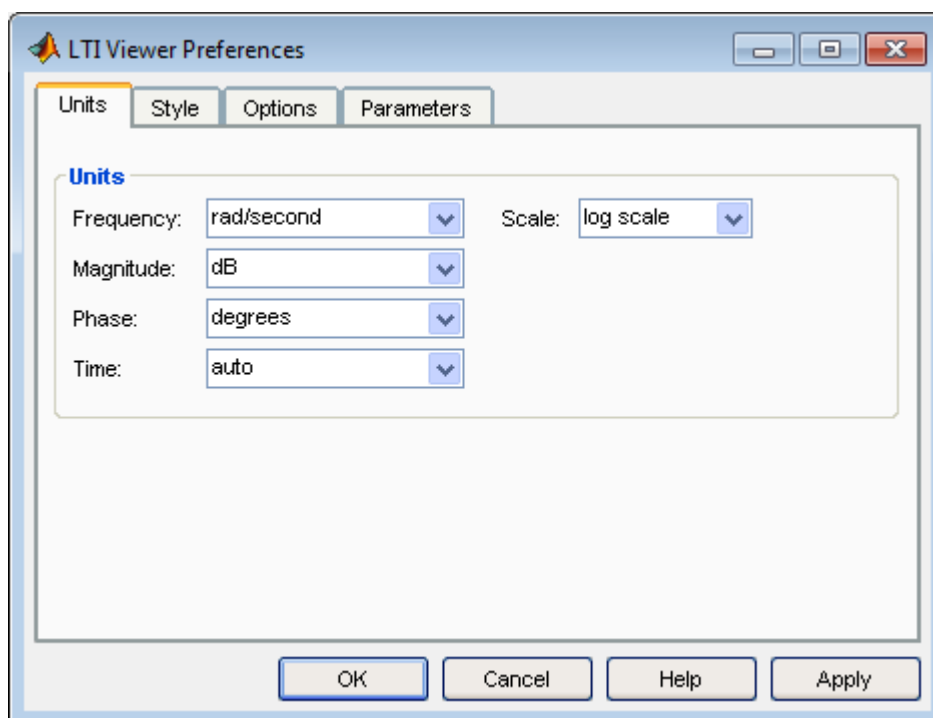
**10.9-расм. Қурилиши керак бўлган характеристикани танлаш**

Масалан Bode танланса АЧХ ва ФЧХ қурилади (3.10-расм).



**3.10-расм. АЧХ ва ФЧХ**

5. LTI-Viewer ойнасидаги Edit менюсидаги Viewer Preferences бўлими танланса **LTI Viewer Preferences** ойнаси ҳосил бўлади (3.11-расм).



**3.11-расм. LTI Viewer Preferences ойнаси**

Ҳосил бўлган ойнадан фойдаланиб графиклар координата ўқларининг ўлчов бирликларини ўзгартириш мумкин. Масалан, частотани герцларда ёки радиан/секундларда, кучайтириш коэффициентини децибелларда ёки абсолют қийматларда, фазани градусларда ёки радианларда ўрнатиш мумкин. Бундан ташқари графикнинг чизиқли ёки логарифмик масштабда бўлишини танлаш имконияти ҳам мавжуд.

Мисол. Мустақил кўзгатувчи чўлғамли ўзгармас ток двигателининг математик моделини кўриб чиқамиз: двигатель электр ва магнит қисмларининг тенгламалар системаси куйидаги кўринишга эгадир:

$$L \frac{di}{dt} + Ri + C_e \omega = U \quad \int \frac{d\omega}{dt} = M_d - M_c \quad M_d = C_e I \quad (3.1)$$

Бошқарувчи сифатида якордаги кучланиш  $U$  каршилик юки кўзгатиш маменти  $M_c$  олинади. Модел параметрлари бўлиб занжирнинг ва якорнинг актив каршилиги  $R$  ва индуктивлиги  $L$  ҳисобланади. Системанинг биринчи ҳосиласидаги бошланғич шартларга нисбатан двигатель тенгламасини

фазовий ҳолатлар усулида оламиз.

$$\frac{dI}{dt} = -\frac{R}{L}I - \frac{C_t}{L}\omega + \frac{1}{L}(U)$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{c_m}{J}I - \frac{1}{J}M_c \text{ матрица кўринишда (3.2) тенглама куйидагича}$$

бўлади:

$$\frac{dx}{dt} = Ax + Bu + Gf \quad (3.3)$$

бу ерда  $x = (I \cdot \omega)^T$   $y = C_x$ . Умумлашган вектор кардинатаси  $u=U$ -бошкариш вектори  $f = M_c$  – ташки таъсир вектори. Модел матрицаси:

$$A = \begin{bmatrix} -\frac{R}{L} & -\frac{C_t}{L} \\ \frac{C_m}{J} & 0 \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} \frac{1}{L} \\ 0 \end{bmatrix}; \quad C = \begin{bmatrix} 0 \\ -\frac{1}{J} \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

Двигател моделини matlabда курамиз. Бунинг учун двигатель параметрларини аник кийматларини киритиб оламиз.

$$U = 110 \text{ B} \quad R = 0,2 \text{ OM} \quad L = 0,006 \text{ Gn}$$

$J=0,1 \text{ kg (m}^2)$   $C_c = C_m = 1,3 \text{ B/c}$  ва 3.4 тенгламадан объект матрицаси коэффицентлари кийматини топамиз. Двигатель моделини шакиллантирилган дастури куйидаги келтирилган (Matlab дастурида):

```

Command Window
a =
      x1      x2
x1  -33.33  -216.7
x2   13      0

b =
      u1
x1  166.7
x2   0

c =
      x1  x2
y1   0   1

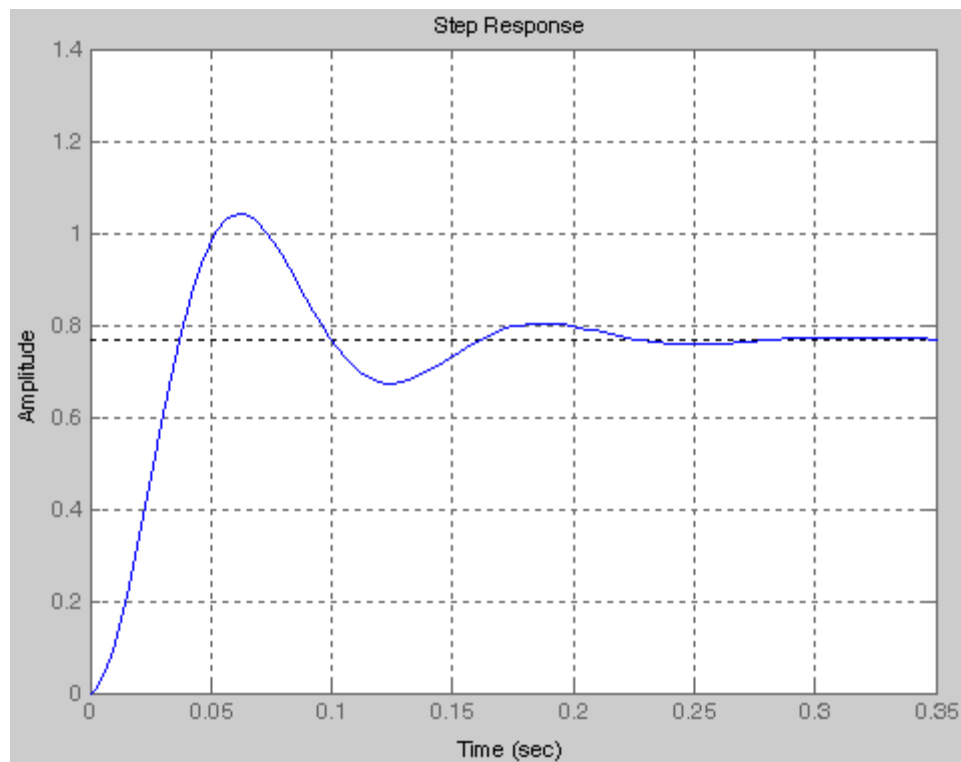
d =
      u1
y1   0
    
```

```

Command Window
File Edit View Web Window Help
>> wd=tf(sd)% Dvigatelni uzatish funksiyasini hisoblash

Transfer function:
      2167
-----
s^2 + 33.33 s + 2817

```



**3.13-расм. Двигателдаги ўткинчи жараён**

### **3.2. Динамик объект моделининг блоки State-Space**

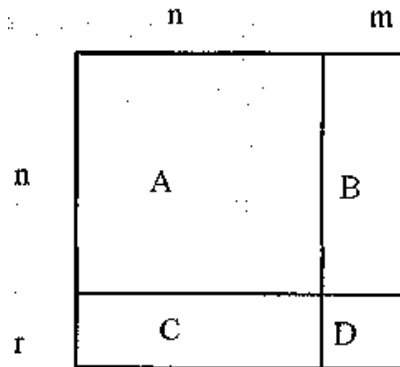
Блок қуйидаги ҳолат тенгламалари билан тавсифланувчи динамик объект ни ҳосил қилади:

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx + Du \end{cases}$$

бу ерда  $x$  – ҳолат вектори,  $u$  – кириш таъсирининг вектори,  $y$  – чиқиш сигналларининг вектори,  $A, B, C, D$  – матрицалар.

Матрицаларнинг ўлчамлари 3.12-расмда кўрсатилган ( $n$  – ҳолат

ўзгарувчиларининг сони,  $m$  – кириш сигналларининг сони,  $r$  – чиқиш сигналларининг сони).



Параметрлари:

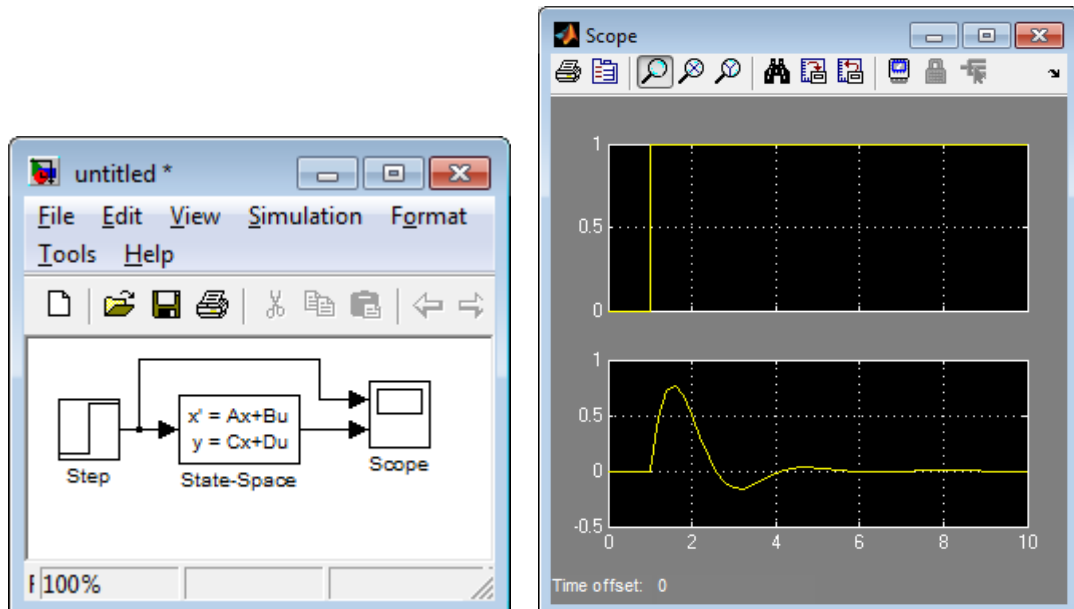
A, B, C, D -матрицалар;

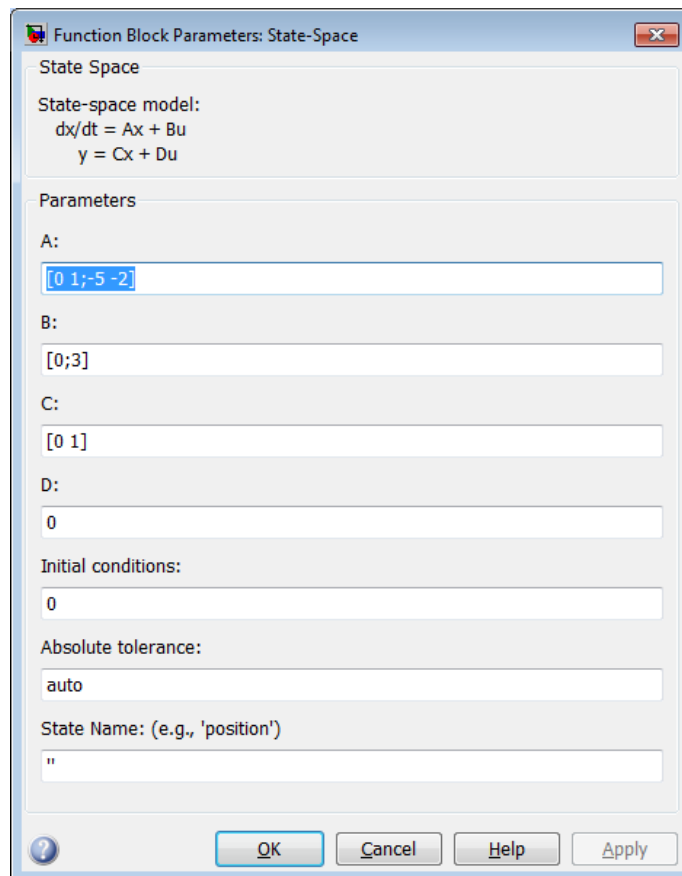
Initial condition – бошланғич шартлар вектори;

Absolute tolerance – Абсолют хатолик.

State-Space блоки ёрдамида динамик объектни моделлашга мисол 3.12-расмда келтирилган. Блокнинг матрицалари қуйидаги қийматларга эга:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -5 & -2 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 3 \end{bmatrix}, \quad C = [0 \quad 1], \quad D = [0]$$





**3.12-расм. State-Space блоки ёрдамида динамик объектни моделлашга  
МИСОЛ**

### **3.3. Динамик системаларнинг турғунлигини Matlab мухитида текшириш**

Турғунликнинг Найквист мезони очик системанинг амплитуда фаза характеристикаси (АФХ) буйича берк системанинг турғунлигини текшириш имконини беради. Очик системанинг АФХ сини эса аналитик, ҳамда экспериментал йўл билан олиш мумкин.

Турғунликнинг бу мезони аниқ равшан физик маънога эга, яъни бу мезон очик системанинг стационар частотали хусусиятларини берк системанинг ностационар хусусиятлари билан боғлайди. Очик системанинг узатиш функцияси  $W(p)=P(p)/Q(p)$  берилган бўлсин. Бу ерда:  $Q(p)$  - очик системанинг характеристик тенгламаси. Берк системанинг узатиш функцияси:



$$\Phi(p) = \frac{W(p)}{1+W(p)} = \frac{\frac{P(p)}{Q(p)}}{1+\frac{P(p)}{Q(p)}} = \frac{P(p)}{Q(p)+P(p)},$$

$$A(p) = 1+W(p) = 1 + \frac{P(p)}{Q(p)} = \frac{Q(p)+P(p)}{Q(p)} - \text{ берк системанинг характеристик}$$

тенгламаси.

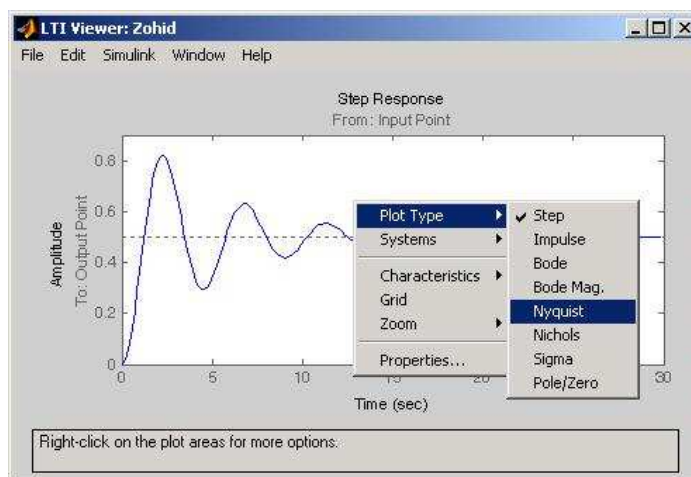
$Q(p)+P(p)$  - берк системанинг характеристик полиномини ифодалайди.

$Q(p)$  - полиноми "n" даражага ега.

$P(p)$  - полиноми "m" даражага ега.

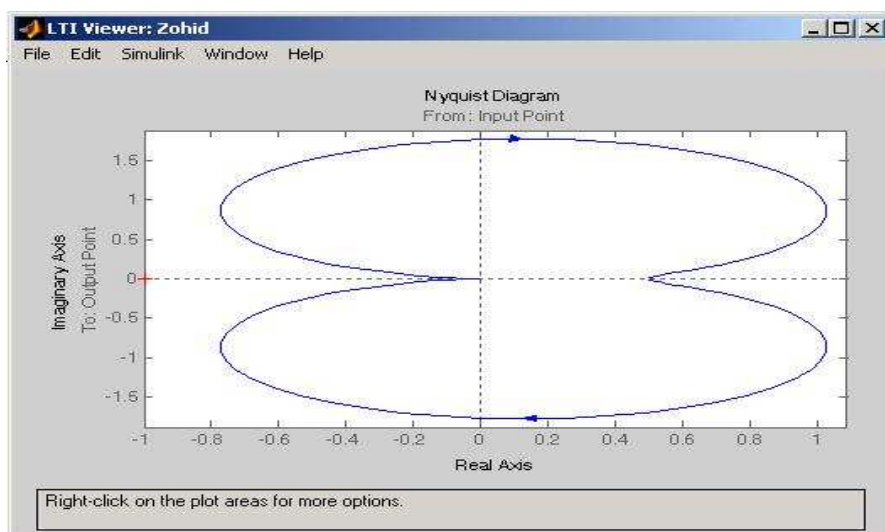
Системани ишга ишга тушириш учун доимо  $m < n$  бўлиши керак. Шунинг учун  $[Q(p)+P(p)]$  полиноми ҳам "n" даражага эга бўлади. Очик системанинг ўзи турғун ва нотурғун ҳолатда бўлиши мумкин.

Системаларнинг турғунлигини Найквист мезони буйича текширганимизда керакли система модели структура схемаси очилади ёки тузилади. **Simulink** - модели саҳифасида **Tools\Linear Analysis...** пункти орқали система киришига **Input Point** блоки ва чиқишига **Output Point** блоки ўрнатилади. **LTI Viewer** саҳифасида **Simulink\Get Linearized Model** командаси бажарилади. Бунда экранда системанинг бирлик поғонали сигналга бўлган реакцияси  $h(t)$  характеристикаси ҳосил булади. Системанинг Найквист диаграммасини чиқариш учун **LTI Viewer** саҳифасида сичқончанинг чап тугмачаси босилади унда характеристикани ўзгартириш ойнаси ҳосил бўлади (3.13-расм.)



3.13-расм. LTI Viewer саҳифаси

У ердан **Nyquist** пунктини танланади ва Найквист диаграммаси олинади (3.14-расм).



**3.14-расм. Найквист диаграммаси**

Графикдан қуйидаги таърифнинг бажарилишини аниқлаймиз: берк система турғун бўлиши учун очик системанинг АФХ  $W(j\omega)$  частота  $0 < \omega < \infty$  ўзгарганда  $(-1; j0)$  критик нуқтани ўз ичига олмаслиги керак.

## **Тўқимачилик корхоналарида меҳнат шароитини яхшилашнинг асосий йўналишлари.**

Меҳнат шартларини яхшилаш, хавфсиз технологик жараёнларни, хавфсиз машина ва ускуналарни яратиш, тўқимачилик корхоналарини лойиҳалаш давридаёқ ҳисобга олиниши керак. Лойиҳалаш даврида йўл кўйилган хатоларни эксплуатация қилиш даврида тузатиб бўлмайди.

Тўқимачилик саноатида технологик жараёнларни автоматлаштириш яқин келажакда ишчиларни хавfli ва зарарли меҳнат шароитларидан ҳалос қилади. Тез ва аниқ ўлчайдиган, мураккаб жараёнларни белгиланган иш тартибидан чиқиб кетмаслигини, цехлардаги микроклим катталикларини (харорат, намлик, ҳаво ҳаракати тезлиги ва ҳ.к.) мўътадил қийматларини ушлаб тура оладиган асбоблар бошқариб турадилар.

Тўқимачилик саноати корхоналарида меҳнат шароитини яхшилашнинг истиқболдаги йўналишлари технологик жараёнларни автоматлаштириш даражасининг тез суръатлар билан кўтарилишига боғлиқ. Бу автоматик равишда ишлайдиган поток линиялари, работлаштирилган комплекслар, интеграциялашган иш жойлари, электроника ва микропроцессор техника воситаларининг кенг жорий этилиши ҳисобига амалга оширилади.

Йигирув жараёнининг дастлабки бошланғич ўтимларидаёқ чанг ажралиб чиқишини камайтириш ва қулай иш шароитларини яратиш мақсадида автоматик маромда ишлайдиган пахтани тойларнинг усти қисмидан оладиган микропроцессорли бошқарилувчи-таъминловчи, чангли ҳавони узлуксиз сўриб турувчи мослама билан таъминланган тозалагич ва шунга ўхшаш ускуналар яқин ўтмишда орзу эди. Ҳозирги кунда бу ускуналар мамлакатимизнинг кўплаб йигирув фабрикаларида муваффақиятли ишляпти.

Илғор йигирув фабрикаларида титиш-саваш агрегати ва тараш жараёнларидан чиққан чиқиндиларни ҳаво қувурлари орқали йиғиб, аралаштириб, улардан роторли йигирув машиналарида паст номерли ип йигириш устида тадқиқотлар олиб бориляпти. Бу келажакда чиқиндисиз

йигирув жараёнини яратишга асос бўлса ажаб эмас.

Истикболли йигирув машиналари қаторига автоматлаштирилган пневмомеханик йигирув машиналари киради. Унда бирқанча илгари қўлда бажариладиган ишлар: тайёр махсулотни йиғиштириб олиш, ўрнига бўшларини қўйиш, ипларни керакли жойларга узатиш ва узилган ипларни улаш ишларини автоматик равишда бажариш кўзда тутилган. Бу машина автоматик равишда бошқариладиган, чиқиндиларни марказлаштирилган пневматик система ёрдамида сўриб олинadиган автоматик поток линиялари таркибига киритилади. Бунда технологик жараённинг автоматик бошқарув системаси бу машиналарнинг ҳар бир қисмидан шошилиш ахборот олиб туради.

Тўқув цехларини моқисиз тўқув дастгоҳлари билан таъминлаш тўқимачилик саноатининг барча тармоқларида давом эттирилади. Ҳозирги кунда бизда моқисиз тўқув дастгоҳлари билан таъминланганлик даражаси илғор давлатлар қаторидадир.

Трикатаж машиналарининг технологик имкониятларини кенгайтириш ва меҳнат шароитларини яхшилаш машина классларини ошириш, игна ва платиналарни танлаб ишлатиш механизмининг такомиллаштириш, электрон танлаш механизмларидан фойдаланиш, донали тўқиш машиналарини автоматлаштириш ҳисобига амалга оширилади.

Машина ва усқуналарни сошлаш ва таъмирлашда блокли усқуна кенг жорий қилинади, яъни бирор детали ишдан чиққан узел қисмларга ажратиб ўтирилмай, тўлалигича ўша узел янғисига алмаштирилади.

Келгусида тўқимачилик саноати цехларини автоматик линиялар, блоklar билан жиҳозлаш, цех ва корхонани ёппасига автоматлаштириш назарда тутилиши керак.

Технологик жараёнда механизацияни ва автоматлаштиришни кенг жорий қилиш, ишлаб чиқариш жараёнлари тезлигининг кескин ўсиши ишчиларнинг асаб чарчаши ҳамда ҳаракат координацияси бузилиши хасталикларига олиб келади. Шунинг учун меҳнатни муҳофаза қилиш бўйича

илмий-тадқиқот ишларини олдиндан кўра билиш зарурати ортади. Айниқса, табиий тадқиқотлар, норматив ҳужжатларни ва меҳнат хавфсизлиги талабларини такомиллаштириш, меҳнат шароитларини, ишлаб чиқариш жароҳатлари, портлаш ва ёнғинлар ҳақидаги омиллар мажмуасини таҳлил қилишнинг янги, илмий-техник усулларини яратиш назарда тутилиши керак.

Саноат санитарияси бўйича асосий йўналиш-ишлаб чиқариш муҳитида зарарли моддаларнинг мавжудлиги ва миқдорини узлуксиз ва автоматик равишда аниқлайдиган ўта сезгир асбоблар ва янги усуллар ишлаб чиқиш назар тутилиши керак.

Ишлаб чиқаришда ишлатиладиган янги моддалар таъсирида пайдо бўлиши мумкин бўлган касбий касалликлар, ошқозон-ичак ва асаб касалликларига олиб келиши мумкин бўлган омиллар таъсирини ўрганиш давом эттирилади.

Цех ҳавосини янгилаш бўйича илмий ишлар, ишлатилган ҳавони марказлаштирилган ускуналар ёрдамида сўриб олиш, уни чанг ва зарарли моддалардан тежамли ва ишончли усуллар билан тозалаш, автоматик равишда ишлайдиган назорат воситаларини қўллаш, машиналарни ва цехни тозалашда вакуум ускуналари қўллаш ва чангни марказлашган ҳаво системалари ёрдамида сўриб олиш равожлантирилади. Бунинг учун ўзидан чанг чиқармайдиган, чангли ҳавони самарали тозалай оладиган, мукамал, автоматлашган кондиционерлар ва бошқа машина ва ускуналарни яратишдек тўқимачилик корхоналарига хос муаммоларни ҳал қилиш керак.

Ишлаб чиқариш цехларини ёритиш борасида ҳам илмий ишлар давом эттирилади. Айниқса кўзни толиқтирувчи омилларни камайтириш, фонарсиз цехларда инсон учун зарур бўлган ультрабинафша нурланишга эга бўлган сунъий ёруғлик манбалари қўллашни кўпайтириш, ёритиш ускуналарини эксплуатация қилиш рационал тартибини яхшилаш ишларига аҳамият берилади. Қандилларни тозалаш ва ювиш муаммолари ҳал қилинади.

Ишлаб чиқаришни узлуксиз механизациялаш, машиналарнинг ва транспорт воситаларининг қуввати ва ҳаракат тезлигининг ошиши бевосита

шовқин ва титрашнинг ортишига олиб келмаслиги керак. Бунинг учун шовқин ва титрашни кескин камайтирувчи ҳимоя воситалари ва материаллар ишлаб чиқариш кенг жорий қилиниши керак.

Электр хавфсизлиги бўйича тадқиқотлар электр токи ва электромагнит майдонларининг инсон танасига биофизик ва электрофизиологик таъсирини ўрганишга йўналтириш, бундан мақсад ток кучи, кучланиш ва майдон кучланганлигининг йўл қўйса бўладиган қийматини аниқлаш, меъёрларни белгилаш, электр ускуналарини ерга улаш мосламаларининг мукамал схема ва конструкцияларини яратиш, толали чанглarning ёнғин хавфи мавжудлигини ҳисобга олган ҳолда электродвигателлар ҳимоясининг рационал схемасини ишлаб чиқиш ва бошқа шунга ўхшаш тадбирларни ҳисобга олишдир. Келгусида машиналар ишини бошқаришга паст кучланишлардан фойдаланиш кенг жорий қилинди. Тўқимачилик саноатининг барча ўтимларида статик электр зарядларига қарши самарали антестатик моддалар қўллаш кўзда тутилади. Келгусида электр жароҳатларининг барча турларини илмий асосланган статистик ҳисоботининг ягона усулини ишлаб чиқиш ва татбиқ қилиш назарда тутилади.

Ёнғин ва табиий офатлар пайтида корхонадан ишчиларни хавфсиз эвакуация қилиш тадбирлари ва воситаларини ишлаб чиқишга катта аҳамият берилади. Бир неча тасодифий жараён сифатида эвакуациянинг математик модели ишлаб чиқилади.

Техник эстетика ва ишлаб чиқариш маданияти тадбирларини илмий асосда яратиш, хавфсиз меҳнат шароитларини ташкил қилишда муҳим аҳамият касб этади.

## **Автоматлаштирилган техникани ишлаб**

### **чиқаришга жорий этишдан олинadиган иқтисодий самарадорлик**

Бозор иқтисодиёти шароитида истеъмолчилар ишлаб чиқарилаётган маҳсулот сифатига юқори талабларни қўймоқда. Юқори сифатли маҳсулот ишлаб чиқаришга таъсир қилувчи омиллардан энг асосийларидан бири – бу ишлаб чиқаришга фан техника ютуқларини жорий этиш, замонавий технологияларни қўллаш саналади. Вақт шуни кўрсатмоқдаки, эски техника ва технология билан сифатли маҳсулот ишлаб чиқариб бўлмайди. Бозор эса сифатсиз маҳсулотлар билан ҳисоблашмайди.

Саноатни механизациялаштириш ва автоматлаштириш меҳнат шароити яхшиланиши, оғир қўл меҳнатини бартараф этишга имконият яратади. Ишлаб чиқаришнинг техникавий ташкилий ва иқтисодий тадбирлар мажмуаси мавжуд бўлиб, уларни жорий этиш натижасида ишлаб чиқаришда энг қулай илғор технологик жараёнлар юқори рентабиллик, сифатли маҳсулотлар ишлаб чиқариш имконини яратиб беради. Пахта тозалаш саноати корхоналарида технологик ва ташкилий тадбирлар илмий - техника ютуқларини ишлаб чиқаришга тадбиқ қилиб, маҳсулот ишлаб чиқаришда техник - иқтисодий кўрсаткичларга ижобий таъсир қилади. Кам меҳнат ҳам яъни, маҳсулотлар сарф қилинган холда, юқори сифатли маҳсулотлар етказиб беришга имкон беради.

Ишлаб чиқаришда техникавий тайёрлашнинг асосий вазифаларидан бири технологик жараён тизимини танлашдадир. Технологик тизимни танлашда юқори сифатли маҳсулот етказиб бериш билан биргаликда корхона фаолиятининг мезони бўлган энг юқори кўрсаткич – иқтисодий самарадорлик кўзда тутилиб замонавий лойиҳалаш зарур бўлади.

Бугунги кунда ишлаб чиқариш корхоналарида ресурсларни замонавий бошқариш тизими, айниқса энерго ресурсларни назорат қилишни бошқариш учун дастурий ва маълумотлар таъминоти масаласи муҳим ўрин тутаяди. Корхоналар учун самарали бошқариш тизимини қўллаш пировардида истеъмол бозоридаги рақобатга бардошлигини таъминлаш учун зарур

бўлади. Корхоналарни бошқаришнинг автоматлаштирилган тизими таркибига кирувчи маълумотларни комплекс ҳимоя қилиш тизими, ишлаб чиқаришни ва молиявий ҳолатни таҳлил қилиш инновацион маҳсулот турларини ишлаб чиқиш ва уларнинг нисбатан узок давом этмайдиган ҳаётий циклида режалаштиришни муқобил ташкил этишда муҳим аҳамият касб этади. «Реал вақт» режимида режалаштириш тамойилларидан самарали фойдаланиш ишлаб чиқариш фаолиятини бизнес-режалаштириш, пул оқимларини режалаштириш, техник хизмат кўрсатишнинг жараёнини такомиллаштиришга ҳамда товар-материал захираларини камайтириш ва «вақт-нарх» омилида ўзаро уйғунлик таъминланиши орқали маҳсулотларнинг муқобил нарх ўрнатилишига имкон беради.

Илмий-тадқиқот ишларини олиб бориш кўп меҳнат талаб этадиган жараён саналиб, босқичма-босқич тарзда олиб борилади. Айрим илмий-тадқиқот ишлари йиллаб вақт талаб этади. Умумий ҳолда илмий-тадқиқот ишларини олиб бориш сарф харажатлари қуйидаги формула ёрдамида амалга оширилади:

$$Z_{ити} = C_{ити} + E_H * K_{асб}. \quad (1)$$

Бу ерда,  $C_{ити}$  - илмий-тадқиқот ишларини олиб боришнинг кундалик харажатлари;

$E_H$  - иқтисодий самарадорлик меъёрий коэффициенти;

$K_{асб}$  - махсус асбоб-ускуналарни харид қилиш, уни ташиш ва монтаж қилишнинг капитал харажатлари.

Капитал харажатлар фақат илмий-тадқиқот ишларини олиб боришда махсус асбоб-ускуналар, мосламалар, ўлчов асбоблари в вшу кабилар харид қилишганда ҳисобга олинади.

Ушбу жараёнида қуйидаги ёрдамчи материаллардан фойдаланилади:

1. Қоғоз қиймати – 15000 сўм;



2. Бошқа материаллар – 28000 сўм;

3. Лазер принтери тоннери – 16000 сўм.

Қўшимча материаллар ҳисоб-китоби қуйидагича амалга оширилади:

$$C_{км} = Ц * N + Д \quad (2)$$

Бу ерда,  $C_{км}$  - қўшимча материаллар харажатлари;

$N$  - улар миқдори;

$Ц$  - улар бир бирлиги нархи;

$Д$  - бошқа материаллар қиймати.

$$C_{укм} = C_{ког.} + C_{км} + C_{тонер.} = 15000 + 28000 + 16000 = 59000 \text{ сўм}$$

(3)

Фойдаланиладиган асбоб-ускуна компьютер:

$$C_{ЭН} = M * K * T * Ц \quad (4)$$

Бу ерда,  $M$  - асбоб-ускунанинг қуввати, 200 Вт;

$K$  - қувватдан фойдаланиш коэффициенти, 0,85;

$T$  - ишлаш вақти, соат;

$Ц$  - 1 квт.соат электроэнергия нархи.

$$C_{ЭН} = M * K * T * Ц = 0,2 * 0,85 * 500 * 145 = 12325 \text{ сўм.}$$

Меҳнатга ҳақ тўлаш ўз ичига қуйидагиларни олади:

Бажарувчилар иш ҳақи фондини:

$$C_{МХ} = I_1 * N_1 \quad (5)$$

Бу ерда,  $I_1$  - бир ойлик иш ҳақи миқдори, сўм;

$N_1$  - ойлар сони.

$$C_{MX} = I_1 * N_1 = 360000 * 4 = 1440000 \quad \text{сўм.}$$

Маслаҳатчи ва раҳбарларга тўланадиган иш ҳақи фонди:

$$C_{MP} = I_2 * N_2 \quad (6)$$

Бу ерда,  $I_2$  - маслаҳатчи ва раҳбарлар 1 соат иш вақтига тўланадиган ҳақ миқдори, сўм;

$N_2$  - соат миқдори.

$$C_{MP} = I_2 * N_2 = 9400 * 30 = 282000 \quad \text{сўм.}$$

Иш ҳақи фонди бажарувчилар ва маслаҳатчи ҳамда раҳбарлар иш ҳақлари йиғиндисидан иборат бўлади:

$$C_{ИХ} = C_{MX} + C_{MP} = 1440000 + 282000 = 1722000 \quad \text{минг сўм.}$$

Социал суғуртага ажратма – 23 %.

$$C_{CC} = C_{ИХ} * 0,23 = 1722000 * 0,23 = 396060 \quad \text{минг сўм.}$$

Амортизация суммаси қуйидагига тенг бўлади:

$$C_{амор.} = C_K * H_a * T / 12 \quad (7)$$

бу ерда,  $C_K$  - фойдаланиладиган асбоб-ускуналар баланс қиймати, сўм;

$H_a$  - амортизация меъёри; 12 – йиллик % меъёри;

$T$  - ишни бажариш жараёнида асбоб-ускуна ишлаш вақти, ой.

Pentium IV русумли компьютернинг монитори билан ҳамда ташиб келтириш ва ўрнатиш харажатларини ҳисобга олгандаги қиймати 1885500 сўм.

HP Lasser Jet III русумли лазер принтери қиймати эса 733250 сўм.

$$C_K = 1885500 + 733250 = 2618750 \quad \text{сўм.}$$

$$C_{\text{амор.}} = 2618750 * 0,12 * 6/12 = 157125 \quad \text{сўм.}$$

Ҳисоблаш машиналарини кундалик сақлаш харажатлари улар қийматининг 10 %и миқдорида олинади:

$$C_{\text{КС}} = 0,1 * C_K = 0,1 * 2618750 = 261875 \quad \text{сўм.}$$

Умуминститут харажатлари, яъни ўқув-ёрдამчи ва маъмурий-бошқарув ходимларини сақлаш, истиш, ёритиш, талабалар уйи, биноларни тоза сақлаш, биноларни тиклаш, девонхона ва бошқа хўжалик харажатлари иш ҳақи ва социал суғуртага тўлов харажатларининг 40 %и миқдорида олинади:

$$C_{\text{нак.}} = (C_{\text{ИХ}} + C_{\text{СС}}) * 0,4 = (1722000 + 396060) * 0,4 = 847224 \quad \text{сўм.}$$

Илмий-тадқиқот ишини олиб боришнинг умумий харажатлари юқорида санаб ўтилган барча харажатларни ўз ичига олади:

$$C_{\text{ити}} = 59000 + 12325 + 1722000 + 396060 + 157125 + 261875 + 847224 = 3450339$$

сўм.

#### Илмий-тадқиқот ишлари харажатлари

Т/р	Харажат моддалари номланиши	Сумма, сўм	%
1	Хом ашё ва материаллар	59000	1,71
2	Электроэнергия	12325	0,36
3	Иш ҳақи	1722000	49,91
4	Социал суғуртага ажратма	396060	11,48
5	Амортизация ажратмалари	157125	4,55
6	Ҳисоблаш техникасини сақлаш	261875	7,59
7	Накладной харажатлар	847224	24,2
	Жами:	3450339	100,0

## ХУЛОСА

Диплом лойиҳаси замонавий дастурлардан бири бўлган Control Design Toolbox дастурий пакет муҳотида автоматик бошқариш системасини тадқиқ этиш масаласига бағишланган.

Тадқиқот натижасида қуйидаги масалаларнинг ечимларини олишга эришилди:

1. Технологик жараёнларни автоматлаштириш асосларига бағишланган масалалар, жарпаёнларнинг вақт ва частотавий тавсифлари ва уларнинг физик маънолари тадқиқ қилинди.
2. Жараёнларнинг математик моделларини аниқлаш усуллари мисоллар ёрдамида кенг таҳлил қилинди.
3. Замонавий тадқиқот дастурларидан бири бўлган Matlab дастурининг имкониятлари таҳлил қилинди ва жараённинг тадқиқ қилишга тадбиқ этилди.
4. Matlab дастурининг таркибига кирувчи Control Design Toolbox дастурий пакетининг динамик жараёнларни таҳлил қилишдаги имкониятлари келтирилди.

## АДАБИЁТЛАР

1. Каримов И.А. Ўзбекистон мустақилликка эришиш остонасида. - Тошкент. Ўзбекистан. 2011.
2. Юсупбеков Н.Р., Мухамедов Б.И., Ғуломов Ш.М. Технологик жараёнларни бошқариш системалари. – Тошкент: Ўқитувчи, 1997. - 704 б.
3. Пахтани кайта ишлашнинг муофиқлаштирилган технологияси. Тошкент. Мехнат 2002.116 с.
4. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G`ulomov Sh.M. Technologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. – Toshkent: O`qituvchi, 2011. - 576 b.
5. Анализ и статистическая динамика системы автоматического управления./ Под.ред. Егупова Н.Д. -М.: МГТУ. 2000. т.1. -747 с.
6. В.П. Дьяконов. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 в математике и моделировании. -М.: СОЛОН-Пресс, 2005. - 576с.
7. Д.Дадажонов, М.Мухитдинов. Matlab асослари. –Тошкент: Фан, 2008. – 631 б.
8. Р.Дорф, Р.Бишоп. Современные системы управления: Перевод с английского. Лаборатория базовых знаний. 2002.
9. В.Дьяконов, В.Круглов. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. Питер. 2001.
10. Теория управления в примерах и задачах: Учеб.пособие/А.В.Пантелеев, А.С.Бортаковский. М.: Высш.шк., 2003. – 503 с.: ил.
11. Сиддиков И.Х., Холматов Д.А., Ибрагимов И.Л. Некоторые вопросы прогнозирования и контроля параметров сушки хлопка сырца // Химическая технология. Контроль и управление. –Ташкент, 2007. -№4. – С. 49-51.
12. Холматов Д.А. Синтез нечеткого регулятора при автоматической регулировании температурой сушильного барабана // Химическая технология. Контроль и управление. –Ташкент, 2008. - №5. – С. 63-65.
13. Оморов Т.Т., Шаршеналиев Ж.Ш. Управление многомерными объектами на основе концепции допустимости. -Бишкек: Илим. 1996. -160 с.

14. Сиддиков И.Х., Холматов Д.А., Сетметов Н., Сапарниязова О.К. Матричные представления передаточной функции многомерной динамической системы// Проблемы текстиля. 2003, №4, стр 98-102.
15. Сиддиков И.Х., Холматов Д.А., Аюбджанова В.У. Модели формирования структур многоуровневых систем управления// XVI международная научная конференция “Математические методы в технике и технологиях.” Сб.трудов XVI-МНК ММТТ-16.Т-2, Санкт-Петербург.
16. Мансуров Х.М. Автоматика ва пахтани дастлабки ишлаш жараёнларини автоматлаштириш. Тошкент. 1996. -245.
17. [www.expenenta.matlab.ru](http://www.expenenta.matlab.ru).
18. [www.teohelp.ru](http://www.teohelp.ru).
19. [www.ispu.ru](http://www.ispu.ru).
20. [www.dvgups.ru](http://www.dvgups.ru).
21. [www.karelia.ru](http://www.karelia.ru).