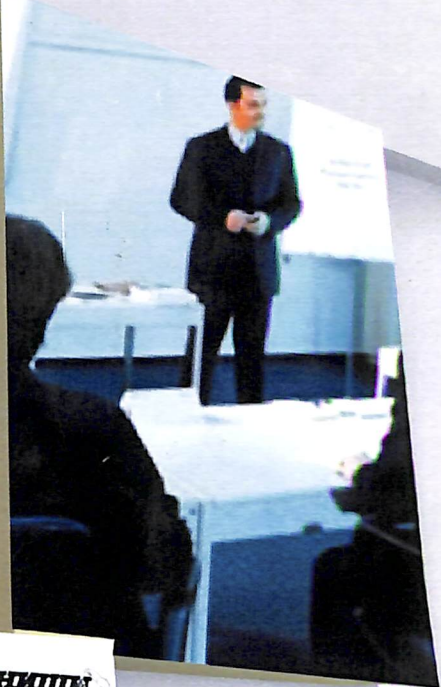


004
M48



Э.А. Мигранова
Ш.М. Гулямов

**Компьютерли
тренажер
ўргатувчи
тизимлар**



тузилмаси, услубиёти, қўлланиши

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АЛОҚА,
АХБОРОТЛАШТИРИШ ВА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ ДАВЛАТ ҚЎМИТАСИ

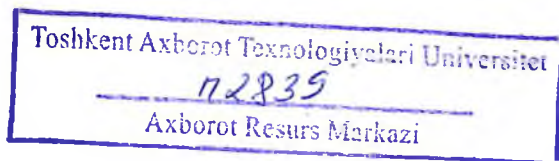
ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ
УНИВЕРСИТЕТИ

Эльвира МИГРАНОВА, Шухрат ГУЛЯМОВ

КОМПЬЮТЕРЛИ ТРЕНАЖЁР- ЎРГАТУВЧИ ТИЗИМЛАР:

тузилмаси, услубиёти, қўлланиши

(монография)



Тақризчилар:

О.О. Зарипов – Тошкент давлат техника университети «Ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш» кафедраси профессори, техника фанлари доктори;

Ф.М. Закирова – Тошкент ахборот технологиялари университети «АКТ соҳасида КТ» факультети декани, педагогика фанлари доктори, доцент

Мигранова Э.А.

М-48 **Компьютерли тренажёр-ўргатувчи тизимлар: тузилмаси, услубиёти, қўлланиши:** монография / Мигранова Э.А., Гулямов Ш.М. – Тошкент: Adabiyot uchqunlari, 2014. – 124 б.
Гулямов Ш.М.

ISBN 978-9943-987-07-4

Монографияда компьютерли тренажёр-ўргатувчи тизимларнинг тузилишидан тортиб қўлланилишигача бўлган назарий ва илмий-услубий ёндашувлар келтирилган ҳамда Тошкент ахборот технологиялари университетининг амалий тажрибаси асосида ишлаб чиқилган тавсиялар берилган.

Монография тренажёр-ўргатувчи тизимларни ишлаб чикувчилар учун мўлжалланган, шунингдек, у «Касбий таълим соҳасида ахборот технологиялари», «Бошқарувда ахборот технологиялари» йўналишлари бўйича бакалаврларга, тренажёр-ўргатувчи тизимлардан ўқув жараёнини ахборотлаштириш мақсадида фойдаланувчиларга ҳамда олий ўқув юртлири ва касбухона коллежлари ўқитувчиларига тавсия этилади.

Ил.: 29. Жадвал: 23. Библиогр.: 133 ном.

УДК 681.136.54

КБК 32.81

ISBN 978-9943-987-07-4

КИРИШ.....	4
1. Автоматлаштирилган ўқитиш ва технологик жараёнлар операторларининг касбий лаёқатини аниқлаш назарияси ҳамда амалиётининг замонавий ҳолати	
1.1. Автоматлаштирилган ўқитиш тизимларида инсон – машинанинг ўзаро ишлашини таъминлаш этишининг асосий тамойиллари	6
1.2. Саноат корхоналари операторининг технологик жараёнларни бошқаришдаги ўрни... 11	11
1.3. Технологик қурилмалар операторларини малакали танлаб олиш	13
1.4. Автоматлаштирилган тренажёр-ўқитиш тизимларининг ҳолатини ва ривожланиш тенденцияларини таҳлил қилиш	18
1.5. Операторлар компьютер тренингининг асосий вазифалари	26
2. Технологик жараёнларни бошқариш тизимида инсон-оператор фаолиятини таҳлил қилишнинг илмий-услубий асослари	
2.1. Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни бошқаришда оператор фаолиятининг ўзига хос хусусиятлари.....	30
2.2. Технологик қурилмаларни бошқариш жараёнида оператор фаолиятини моделлаштириш.....	33
2.3. Мураккаб технологик жараёнларга операторнинг тайёргарлигини миқдорий баҳолаш алгоритми.....	55
2.4. Инсон-операторнинг функционал ишончлилигини баҳолаш усули.....	59
3. Автоматлаштирилган тренажёр-ўқитиш тизимлари тузилишининг илмий-услубий асослари	
3.1. Тренажёрли мажмуанинг функционал схемаси.....	66
3.2. Оператив-диспетчерлик ходимларини тайёрлаш ва қайта тайёрлаш услуги.....	68
3.3. Ишлаб чиқариш ходимларини ўқитиш	72
услубини танлаш схемаси	
3.4. Технологик жараёнлар операторларининг касбга оид муҳим сифатларини баҳолаш услуги	75
3.5. Тренажёрларнинг математик таъминоти тузилмаси ва унга қўйиладиган асосий талаблар.....	78
4. Технологик жараёнлар операторларининг касбий яроқчилиги ва ўқишини баҳолаш алгоритмларини амалга ошириш	
4.1. Операторларнинг касбий яроқчилик моделини ҳисоблаш.....	85
4.2. Операторларнинг касбий яроқчилигини моделлаштириш.....	92
4.3. «Модуль-Prof_Test» кўп функцияли тестли қобик.....	95
4.4. Касбга оид танлаб олишни ўтказишнинг иқтисодий самарадорлиги	97
4.5. Операторларни ўқитиш учун автоматлаштирилган тренажёр-ўқитиш тизимлари қўлланилишининг самарадорлиги	103
Хулоса.....	112
Фойдаланилган адабиётлар.....	115

КИРИШ

Замонавий ахборот-бошқарув тизими ва мажмуаси оператив-диспетчерлик ходимлари бошқарувининг туташ контурида муҳим функциялардан бири – қарорлар қабул қилиш вазифасини бажарадиган бўгин мураккаб одам-машина тизимини ташкил қилади.

Операторларни тайёрлашда назария ва амалиёт орасидаги узилишни қисқартиришни таъминлайдиган самарали воситалардан бири – бу замонавий ҳисоблаш техникаси ва ахборот технологиялари воситалари базасида яратилган ахборот-моделлаштириш мажмуалари (тренажёрлари), улар инсон-операторда реал объектни бошқариш тасаввурини уйғотади.

Касбий малакаларни шакллантириш ва ривожлантиришнинг энг самарали усулларида бири интеллектуал компьютер тренажёрлари ҳамда автоматлаштирилган таълим тизимини қўллаб ўқитишдир. Бу тизимлар самарали ахборотларни қидириш, йиғиш ва сақлаш мумкин бўлган тузилмаларни ташкил қилади, улар таълим олувчи билан машинанинг ўзаро таъсирини табиий тилда шакллантириб, ўқитиш учун сунъий интеллект имкониятларидан фойдаланган ҳолда юқори мантиқий имкониятларни ичига олган таълим дастурлари синфидан иборат.

Юқори малакали оператив-диспетчерлик ходимларини тезкор тайёрлашни таъминлайдиган тренажёрлардан фойдаланишни кенгайтириш лозим.

Тренажёрлар замонавий тушунча бўйича саноатлашган жамиятда пайдо бўлган. Ўшанда бир хил турдаги ускуналарда ёки ўхшаш иш-ҳаракатлар ва биринчи галда ҳарбий заруриятлар учун мутахассисларни оммабоп тайёрлаш керак бўлган шароит юзага келган. Фақатгина ўтган асрнинг охириги чорагида дунё ҳамжамиятининг тезкор компьютерлашиши, эксплуатация даврида битта инсон эмас, балки бутун инсоният ҳаётига хавотир соладиган мураккаб техника яратилиши билан бутун бошлиқ индустрия – тренажёр технологиялари вужудга келди.

Замонавий тренажёр ва ўқитиб тайёрлаш дастурларида назарий тайёргарлик билан биргаликда амалий малакаларни ривожлантириш тамойиллари мужассамлашган. Шу билан бирга, тренажёр таълим олувчи билан бирга ривожланиш қобилиятига эга.

Тренажёр технологиялари реал объектларда ўқитиш фавқулодда вазиятларга олиб келадиган, уларни бартараф этиш катта молия-

вий ҳаражатлар талаб қиладиган: яъни ҳарбий соҳа, тиббиёт, оммавий ҳалокатлар асоратини тугатиш, атом энергетикасида, авиация ва космос соҳасида энг кўп ривожланиш топди.

Тренажёр технологиялари ҳозирги вақтда ривожланаётган дунё индустриясида самарали шаклланди. Дунёга танилган етакчилардан: Raytheon Training, Lockheed Martin (АҚШ), Thomson Training & Simulation (Буюк Британия, АҚШ, Франция), Wicat Europe (Франция), Drake Electronics Limited (Буюк Британия), MedSim Advanced Medical Simulations Ltd ларни алоҳида санаб ўтиш мумкин.

Ўқитиш муаммоларини самарали ҳал қилиш учун автоматлаштирилган тренажёрли-ўқитиш тизимида тестли назорат, ўқитилаётган ходимлар баҳоси тавсифи бўлиши керак. Бу билим даражасини бошланғич ва жорий аниқлаш, операторларни касбга оид танлаш имконини беради. Таълим олувчига керакли ахборотни бериш таълим жараёнининг индивидуал ва эгилувчан бўлишини ҳамда унинг самараси янада ошишини таъминлайди.

Юқорида кўрилган илмий масалалар саноатнинг турли соҳаларида технологик жараёнларнинг кенг синфига автоматлаштирилган тренажёрли-ўқитиш тизимидан жорий этиш ва ишлаб чиқаришни самарали ўтказиш имконини беради. Монография ишининг тадқиқоти натижаларидан мураккаб технологик дастгоҳлар ва махсус мажмуалар операторлари тайёрлаш марказлари учун автоматлаштирилган тренажёрли-ўқитиш тизимини тузишда операторликка номзодларни танлаш борасида фойдаланиш мумкин.

Мазкур иш 2012–2014 йиллар даврида А 5–033 «Интеллектуал ўқитиш тизимлари» амалий гранти доирасида Тошкент ахборот технологиялари университетининг «Электрон таълим ресурслари» ва «Медиатаълим» ўқув-лабораториялари негизида бажарилган ва муаллифлар томонидан тайёрланган монография қисмининг бири бўлиб ҳисобланади.

Муаллифлар Тошкент ахборот технологиялари университетининг жамоасига қўлёзмани муҳокама қилиш юзасидан билдирилган қимматли фикр-мулоҳазалари учун чуқур миннатдорчилик билдиради.

1. АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН ЎҚИТИШ ВА ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАР ОПЕРАТОРЛАРИНИНГ КАСБИЙ ЛАЁҚАТИНИ АНИҚЛАШ НАЗАРИЯСИ ҲАМДА АМАЛИЁТИНИНГ ЗАМОНАВИЙ ҲОЛАТИ

1.1. Автоматлаштирилган ўқитиш тизимларида инсон- машинанинг ўзаро ишлашини ташкил этишнинг асосий тамойиллари

«Тренажёр» сўзи – XX асрнинг охирида пайдо бўлган неологизм, маданият тараққиётининг бошланғич босқичида қўлланила бошланган тушунчанинг ўзида инсонни ўқитиш ва унда муайян кўникмаларни яратиш қурилмаси ётади. Бунда саноат ривожланган жамиятда тренинг, асосан, «мен каби бажар» тамойили бўйича амалга оширилган, тарбиялаш ва ўқитиш учун аждодларимиз ишлатиб келган «мослама»ни назарда тутишимиз мумкин. Биринчи навбатда, бу инсоният пайдо бўлгандан бери, у билан ёнма-ён бўлиб келган кўғирчокдир.

Тренажёрлар мутахассисларни бутунги кунда саноат ривожланган жамиятда бир турдаги ускунада ишлаш ёки бир-бирига ўхшаш бўлган ишчи ҳаракатлар билан ишлашга ўргатиш, биринчи навбатда, ҳарбий эҳтиёжлар учун оммавий тайёрлаш зарурияти туғилганда пайдо бўлди. Ўтган асрнинг охириги чорагида жараёнларни жадаллик билан компьютерлаштириш ва эксплуатация қилиш натижасида нафақат бир инсоннинг, балки бутун инсониятнинг ҳаёти учун хавфни юзага келтирувчи мураккаб техника яратилди, оқибатда бутун бошли индустрия – тренажёр технологиялари юзага келди.

Тренажёр технологиялари – бу мураккаб мажмуалар, моделлаштириш ва симуляция тизимлари, компьютер дастурлари ва физик моделлар, сифатли ва тезкор қарорларни қабул қилиш учун инсонни тайёрлашга мўлжалланган махсус усуллар ҳисобланади.

Замонавий тренажёрларда ҳамда тайёрлаш ва ўқитиш дастурларида, уларнинг асосларида бир вақтда амалий кўникмаларни ривожлантириш тамойилларига асос солинган, яъни тренажёр таълим олувчи билан бирга ривожланиш имконига эга. Бундай ёндашувни амалга ошириш электрон-ҳисоблаш техникасининг жуда тез ривожланишига ва машина кўриши, виртуал реаллик ҳамда шу кабиларни яратиш соҳасидаги тараққиётга боғлиқдир. Ушбу технологиялар негизида ҳарбий соҳада қўллаш учун ҳарбий ҳаракатларни реал

вақтда батафсил тавсифлаш ва имитациялаш имконини берадиган кўплаб тренажёрлар ишлаб чиқилган. Тиббиёт соҳасида беморларда операцияларни юқори ишонч билан ўтказиш имконини берадиган виртуал реаллик технологияларининг кўплаб иловалари яратилган ва ҳоказолар. Бунда тренажёр технологияларининг қўлланиш соҳаси доимо кенгайиб бормоқда.

Индустриал жамиятнинг ривожланиши малакали мутахассисларни тайёрлаш ва малакасини доимо ошириб бориш жараёнининг қимматлашиб боришига сабаб бўлади. Ўқиш жараёнигача тестдан ўтказиш ва номзодларни танлаб олиш (касбга йўналтириш) муаммолари каби, мақбул самарадорликни сақлашда тайёрлаш жараёнининг барча чоралари арзонлашиши биринчи ўринга қўйилади.

Haskett Consulting Inc. (НСІ ташкилоти) фикрича: «инсон 20 % кўрганини, 40 % кўрганини ва эшитганини, 70 % кўрганини, эшитганини ва бажарганини эслаб қолади». Тренажёр технологиялари реал объектларда ўқитилишидаги хатолар фавқулудда ҳодисаларга олиб келиши, уларни ҳарбий ҳаракатларда, тиббиётда, табиий офатларни бартараф этишда, атом энергетикасида, авиация ва космосда бартараф этиш катта молиявий харажатлар сарфланишига олиб келиши мумкин бўлганда юзага келган ва унинг қўлланилиши энг кўп ривожланган.

Юқори ишонч билан ишлайдиган замонавий тренажёрларда муайян технологик жараённи акс эттириш учун реал вақт микёсида компьютерда амалга ошириладиган дастурий моделдан фойдаланилади. Тренажёрлар, қондага кўра, ўз ичига моделлаштирувчи компьютер, имитацион модель, оператор интерфейси, инструктор станцияси, қўшимча периферия ускунасини олади.

Тренажёр технологиялари бугунги кунга келиб дунё саноатининг муваффақиятли ривожланаётган соҳасида шаклланган. Дунёда маълум бўлган пешқадамлар орасида Raytheon Training, Lockheed Martin (АҚШ), Thomson Training & Simulation (Буюк Британия, АҚШ, Франция), Wicat Europe (Франция), Drake Electronics Limited (Буюк Британия) Med Sim Advanced Medical Simulations, Ltd ва шу кабиларни келтириш мумкин. Тренажёр технологиялари Россияда ҳам яратилмоқда. Ядро станциялари, ҳарбий ҳаракатлар учун мўлжалланган авиацион тренажёрлар (Пенза давлат университети, ГосНИИ АС, ЭРА ва ПКБМ авиатренажёр қурилиш фирмалари томонидан) ва темир йўл тренажёрлари (масалан, Россиянинг «СПЕКТР» МПС тадқиқот маркази томонидан), ишлаб чиқариш-

нинг турли соҳаларидаги ТЖ операторларини тайёрлаш учун тренажёрлар ишлаб чиқилмоқда.

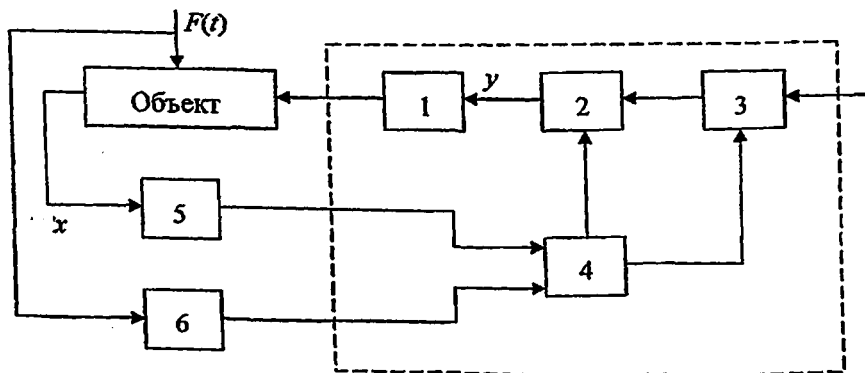
Автоматлаштирилган бошқарув тизими (АБТ) бошқариш вазифасининг мураккаблашиши билан аниқланади, бу, ўз навбатида, ҳал этиш услублари, шунингдек, техник воситалар учун қўлланилиш мураккаблашишига олиб келади. АБТнинг асосий ўзига хос хусусиятлари бўлиб [1] қуйидагилар ҳисобланади:

- ўзаро боғлиқ бўлган ва мураккаб объектлар тизимининг мавжудлиги;

- ахборотни йиғиш, қайта ишлаш, таҳлил қилиш, сақлаш ва ундан фойдаланиш ёрдамида ЭХМ ва автоматиканинг тегишли техник воситаларининг мажбурий қўлланилиши;

- берилган чекловлар шароитларида оптимал бошқаришни амалга ошириш ва тизимнинг ҳолатини олдиндан айтиб бериш имконига эга бўлган математик услубларнинг қўлланилиши.

Автоматлаштирилган тизимда бошқариш берилган чекловлар шароитларида АБТ ишлашининг оптимал режимини амалга оширувчи муайян стратегияни ҳисобга олиши керак.



1.1-расм. ТЖ локал АБТ функционал схемаси:

Ахборот-хотираловчи бошқарувчи блоklar (оператор)

$F(t)$ – назоратчи датчик кўзгалиши; 1 – объект билан 2 – процессорнинг боғланиш блоки; 3 – ташқи ахборот (хотира) блоки; 4 – жорий ахборот блоки; x – бошқарилувчи параметр; y – бошқарув сигнали; 5, 6 – чиқиш сигнал катталиги ва кўзгалишини аниқловчи датчиклар.

Хотира блокида 3 оператор технологик жараён хусусияти, нормал ва авария ҳолатидаги зарур ҳаракатлар тўғрисидаги маълумот-

ларни сақлайди. Жорий ахборот блокидан маълумотлар процессорда 2 хотира блокадаги маълумотлар билан таққосланади. Ушбу ахборотни таҳлил қилиш асосида тегишли қарор (команда) қабул қилинади ва бошқарув сигнали у шаклланади.

ТЖ АБТ алгоритмик тамойиллари бўйича тузилишида иерархия даражасини (рангини) камайтириш, натижада, тизимни умуман соддалаштириш мумкин. Бунда тизимнинг барча объектларидан ахборот келиб тушадиган ниҳоятда кучли бошқарувчи машинага эга бўлиш зарур.

ТЖ АБТ ўз ичига тизим ишлашини таъминлайдиган ва техник объектнинг ишлаш тартибини оптималлаштириш имконига эга бўлган техник воситалар, алгоритмлар, ташкилий тадбирлар мажмуини олади. Замоनावий ишлаб чиқаришни ривожлантириш тенденцияси шундан иборатки, автоматлаштирилган ишлаб чиқариш афзалликларга эга бўлган ривожланишни ўз ичига олади. Бунда ишлаб чиқариш жараёнида инсоннинг ўрни, унинг жавобгарлик даражаси ва йўл қўйиладиган хатолари сезиларли даражада ошади. Техниканинг мураккаблашиши ишлаб чиқариш жараёнига қўйиладиган талаблар ва инсон имкониятлари ўртасидаги зиддиятларни оширади.

Ушбу зиддиятлар тадқиқотчилар олдида иккита вазифа қўяди: бир томондан машинани шундай лойиҳалаштириш керакки, хатоларнинг юзага келиши камайишигача етказилиши керак, бошқа томондан инсоннинг машина билан ишлай олишини аниқлаш мақсадида индивидуал имкониятларини ҳисобга олиш керак. Кўплаб тажрибалар ва қатор тадқиқотлар шуни кўрсатдики, муайян фаолият турининг етарлича имкониятларига эга бўлмаган шахслар нафақат ушбу фаолиятни сезиларли даражада кўпроқ ва қийинчиликлар билан эгаллайди ҳамда бошқаларга нисбатан ёмон ишлашади: кўп ҳолларда хатоларга ва хато ҳисоблашга йўл қўйишади, аварияларнинг сабабчилари бўлиб ҳисобланишади, умуман уларнинг ишдаги ишончилиги камаяди.

Замоनावий шароитларда операторлар меҳнати қуйидаги ўзига хос хусусиятларга бўлинади [2]: бошқариш керак бўлган объектлар сони ошади; масофадан бошқариш тизими ривожланади; инсон бошқариладиган объектлардан аста-секин ажралиб қолади; ишлаб чиқариш жараёнларининг тезлиги ва мураккаблиги ортади; операторлар ҳаракатининг аниқлигига ва унинг таъсир этиш тезлигига қўйиладиган талаблар ошади; меҳнат шароитлари ўзгаради (кўп ҳолларда бу ҳаракатланиш фаоллиги камайишига олиб келади);

ишлаб чиқариш жараёнларини автоматлаштириш даражаси кўтарилади – экстремал вазиятлар вақтида амалга оширилиши керак бўлган ҳаракатларга тайёрлик талаб этилади.

Операторлик типдаги касбнинг ўзига хос хусусиятларидан бири авариялар юзага келиш эҳтимоли юқори бўлган экстремал вазиятлардир. Эмоционал омилларнинг катта миқдордаги ҳаракатлари натижасида оператор фаолияти психологик, физиологик ва психофизиологик функцияларнинг юқори кучланиши билан характерланади, бу ўз навбатида, ҳал этиладиган вазифалар сифатига салбий таъсир этади ва функционал ҳолат ёмонлашишига олиб келади.

Бу «кинсон-машина» тизимида операторнинг индивидуал психофизиологик сифатга қўйиладиган талабларининг ошишини таъминлайди. Шу сабабли касбга оид танлаб олиш соҳасидаги асосий ишлар турли профили оператор касбига бағишланган [3, 4, 5, 6, 7].

Оператор фаолиятининг умумий схемаси қуйидагича бўлади [2]:

1. Сигнални аниқлаш, энг муҳим сигналларни ажратиб олиш, ахборотни дешифрлаш ва декодлаш, дастлабки вазият кўринишининг (образи) тузилиши каби асосий амаллар, келиб тушган ахборотни қабул қилиш, идрок этиш.

2. Ахборотни сақлаш, норматив-ахборот намуналарини хотирадан чиқариш, ахборотни декодлаш каби амаллар бажарилишини назарда тутадиган ахборотни баҳолаш ва қайта ишлаш.

3. Оператор ишининг мақсади ва натижалари тўғрисида ўзи чиқарган тўғри қарорнинг мезонлари оператор томонидан ажратилиши тўғрисидаги қарорни қабул қилиш.

4. Кўп ҳолларда операторнинг тайёрлигига боғлиқ тарзда қабул қилинган қарорни тез амалга ошириш, экстремал шароитларда мураккаб ҳаракатларни автоматизм даражасида бажариш.

5. Қарорни текшириш ва уни тўғрилаш.

Оператор фаолияти тезкор ва кечиктирилган тарздаги хизмат кўрсатиш турларига бўлинади. Биринчи ҳолатда оддий сигналларнинг кичик миқдори тақдим этилади, бу ахборотни бир онда идрок этишни таъминлайди. Одатда, бундай ҳолатда сигналлар ва эҳтимолли жавоб ҳаракатлари ўртасидаги қатъий боғланиш мавжуд бўлади. Бунда оператор ахборотни қабул қилишдан дарҳол бажаришга ўтади. Мантиқий қайта ишлаш ва қарор қабул қилиш босқичи имкон борича соддалаштирилган. Иккинчи ҳолатда (кечиктирилган хизмат кўрсатиш) тақдим этилган ахборот мураккаб хусусиятга эга.

Уни идрок этиш ва баҳолаш жараёни (вақт бўйича тақсимланган) хусусиятга эга. Бу ҳолатда ахборотни қайта ишлаш бир оз кечикиш билан бошланади.

Оператор фаолиятинининг кўриб чиқилган умумий хусусиятлари билан бир қаторда оператор меҳнатининг ҳар хил турлари фарқланади, ҳар бири ўзининг ўзига хос жиҳатлари билан характерланади. Операторлар қуйидаги асосий гуруҳга ажратилади [8]:

- оператор-технологлар (бевосита технологик жараёнга киритилган, аниқ йўриқнома бўйича ишлашади);
- оператор-манипуляторлар (турли механизм-манипуляторлар билан бошқаришади);
- оператор-кузатувчилар, (реал вақтда ишлашади, чунки зудлик билан таъсир этишга ва кечикишга тайёр бўлишади);
- оператор-тадқиқотчилар (турли концептуал моделдан фойдаланишади).

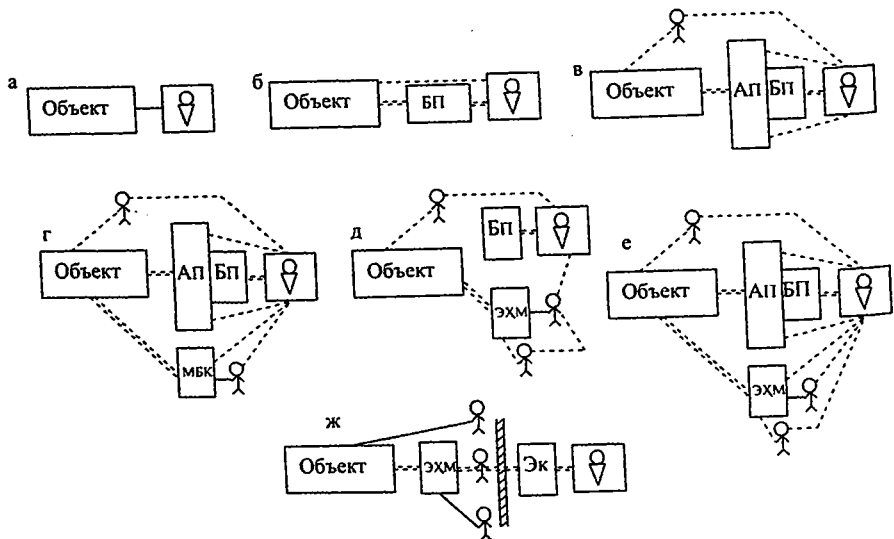
Технологик қурилмаларга хизмат кўрсатувчи, автоматик тартибда ишлайдиган операторлар фаолияти ахборот тегишли асбоблар ва қурилмаларда акс этадиган технологик жараённи доимо кузатиб боришдан ва жорий ахборотни технологик жараён нормал ўтаётганлигини характерлайдиган норматив қийматлар билан таққосланишдан иборат. Жорий ва норматив ахборот ўзаро келишилмаган ҳолатда операторлар технологик жараённи нормага келтириш учун зарур бошқарув амалларини бажарадилар.

1.2. Саноат корхоналари операторининг технологик жараёнлар бошқарувидаги ўрни

Технологик жараённи бошқаришда оператор ишининг самарадорлиги бошқарув тизимининг тузилмавий жиҳатларини ҳамда операторнинг психологик хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда лойиҳалаштириш босқичида белгилаб ўтилган ҳисоблаш машинаси ўртасидаги функцияларни оқилона тақсимлашга боғлиқ бўлади [9].

Технологик жараёнларни назорат қилиш ва бошқариш тизими ривожланишининг дастлабки босқичларида оператор объект ёнида турган ҳолда жараённи кузатиб турди (1.2- а расм).

Технологик жараёнлар ва назорат қилиш ҳамда бошқариш воситалари такомиллаша борган сари, оператор бошқарув тизими жуда юқори босқичига ўтди. Оператор жойлашган ўрнининг ўзгариши схема тарзида 1.2-расмда кўрсатилган.



1.2-расм. Оператор меҳнат фаолиятининг ривожланиши:

а, б – объектни бевоҳита назорат қилиш ва бошқариш; в – объектни ахборот модели ёрдамида бошқариш; г – МЦК ёрдамида бошқариш; д-ж – объектни ЭХМ ёрдамида бошқариш; БП – бошқариш пульта; АП – ахборотли панель; МБК – марказий бошқариш қурилмаси; Эк – экран.

Меҳнат шароитларининг янги ўзига хос хусусиятлари юзага келди [10]: оператор кўп ўринларда қатор бир-бирига ўхшамайдиган вазифаларни бажарган ҳолда бир нечта объектларни бир вақтда бошқаради; операторнинг сезги органлари кўшимча юклама олади; айрим замонавий тизимларда операторга вақт етишмайди.

Оператор меҳнат шароитининг белгиланган тизимли ўзгаришидан ташқари ахборотни узатиш ва қайта ишлаш қурилмалар тизими, жумладан, ЭХМ мавжудлиги сабабли билимлар ва кўникмалар соҳасида сезиларли ўзгаришлар кузатилади. Жараёнларнинг юқори инерционлиги, шунингдек, автоматлаштирилган ишлаб чиқариш учун хусусиятли бўлган «монотонлилик» омили гуруҳ фаолиятга киритилган, шунингдек, кўшимча тадқиқотларга заруриятини асослайдиган жамоа иштирокчилари бўлиб ҳисобланган операторнинг психофизиологик характеристикаларига қўйиладиган юқори талабларни кўрсатади.

Оператор меҳнат шароитларининг келтириб ўтилган хусусиятлари «инсон омили»нинг махсус тадқиқотларини ташкил эти

нинг мақсадга мувофиқлиги ва самарадорлигига ишонч ҳосил қилиш имконини беради.

Технологик жараёни муваффақиятли тартибга солиш оператордан жараённинг тегишли босқичлари билан ахборот сигналларининг узлуксиз ўзаро боғланишини аниқлашни талаб этади. Ва аксинча, худди шу мақсад оператордан вақт бўйича кетма-кет амалга ошириладиган ўзининг бошқарилувчи ҳаракатлари маконда бир вақтда ўтадиган жараённинг тегишли босқичлари билан узлуксиз ва бир хил бўлишини талаб этади.

Оператор тартибга солинадиган жараённинг барча босқичларини узлуксиз ва бир вақтда амалга оширади. Шунинг учун унинг фаолиятини амалларни бажариш ёки жараённинг алоҳида босқичларини назорат қилиш ва бошқариш маъносида қисмларга ажратиш амалда мумкин эмас. Уни ишлаб чиқаришнинг алоҳида босқичларини амалга ошириш бўйича амалларнинг кетма-кетлиги каби аналитик тарзда эмас балки барча жараёнларни бир вақтда бошқариш учун зарур бўлган ишчи функцияларни оператор томонидан бажариладиган тизим каби бутунлигича ўрганиш тўғрироқдир.

1.3. Технологик қурилмалар операторларини малакали танлаб олиш

Кишиларни касбий ўқитишнинг муайян туридан фойдалана олиш ва мутахассислик бўйича кейинги ишларга йўллашга илмий асосланган ҳолда тўғри ёндашиш оператор меҳнатининг ишончлилиги ва хавфсизлигини оширишнинг муҳим воситаси бўлиб хизмат қилади [14, 15]. Касбга оид танлаб олиш тизими ўз ичига тиббий, ижтимоий-психологик, таълимга оид ва психофизиологик каби асосий турларни олади.

Тиббий жиҳатдан танлаб олиш – соғлиғининг ҳолати ва жисмоний ривожланиш даражасини оптимал муддатларда аниқлаш шахснинг аниқ мутахассисликка эга бўлиши ва соғлиғига зиён қилмасдан узоқ муддат самарали ишлашини таъминлайди.

Ижтимоий-психологик танлаб олиш – инсоннинг жамоада муваффақиятли ишлаши учун зарур бўлган шахснинг ижтимоий асосланган психологик хусусиятларини аниқлаш унинг ҳар қандай шароитларда ўз мажбуриятларини бажаришга тайёрлигини акс эттиради, меҳнатидан қаноатланиш хусусияти юзага келишига имкон яралади.

Таълимга оид танлаб олиш – номзоднинг кейинчалик ўқиш ва танлаган мутахассислиги бўйича ишлаши учун зарур билим ва кўникмалари лавозимга лойиклигини аниқлаш.

Касбга оид танлаб олиш турларидан *психологик танлаб олиш* алоҳида аҳамиятга эга. Бу психофизиологик тадқиқотлар психофизиологик хусусиятларнинг катта миқдорини тез ва объектив тарзда ўлчаш, шахснинг индивидуал хусусиятларининг чуқур ва нозик тузилмасини аниқлаш имкониятига боғлиқдир. Инсоннинг психофизиологик хусусиятлари касбга оид муҳим сифатларни миқдорий акс эттириши ва кўплаб касблар учун юқори даражада олдиндан кўрсата олиши мумкинлиги билан қимматлидир.

Психофизиологик текширувлар натижалари ва уларнинг амалиётда муваффақиятли ишлашини таққослаш ҳар бир номзод нисбатан яроқлилигининг мезонларини ва тавсияларини ишлаб чиқиш учун асос бўлиб ҳисобланади.

Биринчи гуруҳ – биринчи навбатда, касбий жиҳатдан яроқли (шубҳасиз яроқли) бўлади. Уларга ушбу мутахассисликни белгиланган муддатда муваффақиятли эгаллаш ва белгиланган мажбуриятларни муваффақиятли бажариш имкониятига эга бўлган ходимлар киради.

Иккинчи гуруҳ – касбий жиҳатдан иккинчи навбатда яроқли бўлади. Ушбу гуруҳга кирувчи шахслар мутахассислик бўйича ишлаш жараёнида техник тизимлардан фойдаланиш самарадорлигига сезиларли даражада таъсир этмайдиган аҳамиятсиз хатоларга йўл қўйиши мумкин.

Учинчи гуруҳ – касбга яроқлилиги ноаниқ шахс (шартли равишда яроқли). Ушбу гуруҳдаги шахслар учун янги мутахассисликка тайёрлаш ва ўқитиш муддатларини ошириш зарур.

Тўртинчи гуруҳ – касбий яроқсиз шахслар. Ушбу гуруҳга психофизиологик характеристикалари қўйиладиган талабларга тўлиқ мувофиқ бўлмаган номзодлар киради.

Касбий фаолият ишончлилигини таъминлаш ва ходимлар соғлигини сақлаш учун қуйидаги турдаги психофизиологик тадқиқотлар амалга оширилиши керак [16]: бирламчи касбга оид танлаб олиш манфаатидаги психофизиологик тадқиқотлар; операторлар функционал ҳолатининг психофизиологик мониторинги; чуқурлаштирилган даврий психофизиологик тадқиқотлар.

Психофизиологик танлаб олиш номзоднинг психофизиологик мақомининг касбга қўйиладиган талабларга мувофиқлигини таснифлаш асосида асосий операторлик касбини сифатли тўлдириш учун йўналтирилган тадбирлар мажмуасини ўз ичига олади.

Психофизиологик мониторинг деганда операторнинг жорий психофизиологик ҳолатини мунтазам узлуксиз кузатиш тушунилади. Оператор функционал ҳолатининг психофизиологик мониторинг услублари олдиндан алмаштириладиган психофизиологик тадқиқотлар ва ўқитишнинг психофизиологик кузатиш ҳамда касбий тайёрлаш мақсадларида фойдаланилади.

Ўқитишнинг психофизиологик кузатиш ва касбий тайёрлаш ишлари ўқув муассасаларида ва операторларни тайёрлаш марказларида жорий функционал ҳолат, ишлаш имконияти даражаси, ўқитиш ҳамда касбий тайёрлаш учун шу вақтда соғлиғининг ёмон ҳолати бўйича шахсларни аниқлаш; улар фаолиятининг «психофизиологик нархи»ни баҳолаш ва «хавф гуруҳлари»ни ажратиб олиш; ўқитиш режимларини ва касбий тайёрлаш ҳамда умуман фаолиятни оптималлаштириш мақсадида амалга оширилади.

Ходимларни чуқурлаштирилган даврий психологик текшириш деганда ходимнинг тўлиқ касбий мослашишини таъминлашга йўналтирилган алоҳида операторларни режали ёки зарурият юзага келганда батафсил текшириш тушунилади.

Жорий касбий психофизиологик танлаб олиш – бу ходимларни режали ёки режадан ташқари психофизиологик текшириш тизимидир.

Касбий психофизиологик танлаб олиш тизимини ишлаб чиқишда қуйидаги тамойилларга амал қилади [17]:

– *илмий асосланганлик тамойили* – муайян мутахассислик учун ишлаб чиқилган касбга оид танлаб олиш бўйича тавсияларни махсус илмий текширишсиз бошқа касб учун қўллаш мумкин эмас;

– *долзарблилик тамойили* – касбга оид танлаб олиш тизими ишлаб чиқилган ва касбий тайёргарлик даражасига мос, фаолият самарадорлиги ва хавфсизлиги индивидуал сифатининг ҳолатига ва номзодлар имкониятларига боғлиқ бўлганда мақсадга мувофиқлигини кўрсатади;

– *тизимли ёндашув тамойили* – психофизиологик танлаб олиш бўйича тавсияларни ишлаб чиқиш шахсининг турли касбга оид му-

хим сифатларини ривожлантириш, хусусиятларининг ўзаро боғлиқлик ва ўзаро асосланганлигини ўрганиш ва ҳисобга олишга асосланган бўлиши керак.

Касбга оид муҳим сифатлардан бири ўқитиш ва махсус тренинг (машқ) жараёнида ривожланиш, такомиллаштишни барқарор бўлиши учун талаб этилади; яна бир сифати инсоннинг бутун ҳаёти давомида амалда ўзгармаган ҳолда индивидуал ва ўзига хос хусусиятларини сақлашидир.

Муайян фаолиятнинг психофизиологик ва шахсий сифатлар тузилмаси нафақат у ёки бошқа хусусиятнинг мавжудлигини, балки ушбу сифатлар ифодаланганлигининг муайян босқичини талаб этади. Оператор ишончлигининг даражасига қўйиладиган талаблар, биринчи навбатда, фаолиятнинг ўзига қўйиладиган талабларга, жиддий оқибатларга, тизим ишончлигига нисбатан жуда юқори «кинсон-машина» тизимининг ишончлигига қўйиладиган талабларга, ушбу натижаларга олиб келмайдиган авариялар ва ишламай қолишларга боғлиқ бўлади, натижада, тизимга қўйиладиган жуда юқори ва юқори бўлмаган талаблар юзага келади.

Касбга танлаб олишда психологик ва психофизиологик усуллардан фойдаланиш тажрибаси тўпланган [17, 18, 19, 20]. Услубиёт нуқтаи назаридан, бугунги кунда ишлаб чиқилган усуллар касбга танлаб олиш вазифаларини ҳал этиш учун тестли услубнинг тузилиши ва ундан фойдаланиш тамойиллари бўлиб ҳисобланади.

Адабиётда [6] келтирилган маълумотлар асосида операторларнинг касбга оид муҳим сифати ва уларни тадқиқ қилиш усули белгиланган (1.2-жадвал).

1.2-жадвал

Операторларнинг касбга оид муҳим сифатлари

№	Сифат	Услуб
1	Ниманидир қисқа вақт ёдда сақлаш	Қисқа муддатли хотиранинг ҳажмини аниқлаш
2	Ниманидир, диққатни сусайтирмаган ҳолда узоқ муддат кузатиш	Диққат барқарорлигини тадқиқ қилиш
3	Асбоблар кўрсаткичини тез идрок этиш ва тушуниш	Ҳажмин тадқиқ қилиш ва диққатни тақсимлаш
4	Ўз вақтида ҳаракат қилиш учун вазмин бўлиш	Ҳаракатланувчи объектга таъсир этиш аниқлигини тадқиқ қилиш
5	Вазифаларни тўғри ҳал этиш учун қонуниятларни аниқлашни билиш	Оператив фикрлашни тадқиқ қилиш

1.2-жадвалнинг давоми

№	Сифат	Услуб
6	Бир нечта операцияларни бир вақтда бажариш ёки диққат марказида бир нечта объектларни саклаб туриш	Ақлий ишлаш қобилиятини тадқиқ қилиш
7	Мантикий алоқаларни ўрнатиш учун зарур бўлган ахборотнинг катта ҳажминини танлаб олиш	Абстракт-мантикий фикрлаш имкониятини тадқиқ қилиш
8	Ниманидир узок вақт хотирада саклаш	Узок муддатли хотира ҳажминини аниқлаш
9	Тинчликни саклаш ва ўз хулқини постандарт вазиятлар юзага келганда назорат қилиш	Шахс ҳуесиятларининг Кэттелла сўровномасини тадқиқ қилиш
10	Ўз ҳаракатларини, хулқини меъёрлар, талаблар ва қондаларига мувофиқ доимо назорат қилиш	Шахс ҳуесиятларининг Кэттелла сўровномасини тадқиқ қилиш
11	Дилда оддий ҳисоблашларни тезда бажариш	Фикрлаш жараёнлари ўтишининг тезлигини тадқиқ қилиш
12	Ҳодисалар ривожланишини ноаниқ ёки етарли бўлмаган ахборотни олдиндан айтиб бериш	Олдиндан айтиб бериш имкониятини баҳолаш

Технологик қурилмалар операторларининг энг муҳим сифатларини ажратиб оламиз. Ушбу мақсадлар учун эксперт баҳоларнинг жуфт таққослаш услуби қўлланилади.

Экспертлар томонидан операторнинг муваффақиятли ишлаши учун муҳимлик босқичи бўйича сифатни саралаш керак. Ҳар бир бошқа сифатга нисбатан ҳар бир сифат бўйича экспертларнинг афзаллик матрицаси тузилган.

Афзалликларнинг такрорланиши сараланган ва операторнинг муваффақиятли ишлаши учун ушбу сифатларнинг муҳимлик босқичи аниқланган (1.3-жадвал).

1.3-жадвал

Касбга оид муҳим сифат афзалликларининг экспертлар томонидан нисбий такрорланиши

Ранг	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Афзалликларнинг нисбий такрорланиши	0,146	0,127	0,116	0,112	0,104	0,093	0,092	0,089	0,038	0,029	0,028	0,026
1.1-жадвалга асосан сифат рақами	9	7	5	4	10	6	12	3	8	11	2	1

Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti
 17
 17 2839
 Axborot Resurs Markazi

1.3-жадвалда афзалликларнинг қатор нисбий такрорланишларини кўриб чиққан ҳолда саккизинчи даражадан (рангдан) тўққизинчи даражага (рангга) ўтишда такрорланишларнинг кескин ўзгаришини таъкидлаши мумкин. Натижада, 1-даражадан (рангдан) 8-даражага (ранггача) сифат қолган даражадан (ранглардан), 9-даражадан (рангдан) 12-даражага (ранггача) фарқланувчи энг муҳим сифат гуруҳини ташкил этади.

1.4. Автоматлаштирилган тренажёр-ўқитиш тизимларининг ҳолатини ва ривожланиш тенденцияларини таҳлил қилиш

Ахборот-моделлашувчи ўқитиш мажмуаси (тренажёр) бу инсон-операторнинг меҳнат курали ва ўрганувчи фаолиятининг сифатини доимий назорат қилишни таъминлайдиган ва уларда «инсон-машина» тизимини бошқариш учун зарур бўлган касбий кўникмалар ҳамда билимларни шакллантириш ва такомиллаштириш учун мўлжалланган ташқи муҳит билан ўзаро ишлашга касбий тайёрланишнинг дастурий-техник воситаси ҳисобланади [21].

Операторнинг ишлаш шароитини имитациялаш, қоидага кўра, операторнинг иш жойидан фойдаланиш асосида амалга оширилади, иш жойининг интерьерери реал объект интерьерига тўлиқ мувофиқ келади. Объектнинг динамикаси унинг тизимларининг ишлаш мантиғи ҳисоблаш қурилмаси билан моделлашади, ташқи шароитни тўлиқ қайта ишлаш эса, визуал шароит имитаторлари, алоқа воситалари имитаторлари ва бошқалар билан таъминланади.

Ўқитишнинг бошқа воситаларига нисбатан тренажёрларнинг афзалликларига юқори тежамкорлик, ўқитиш учун кам вақт сарфланиши, ўқитиш жараёнини ҳар томонлама назорат қилиш имконияти, тренажёр машқларидаги вазиятларни кенг вариациялаш, тренажёр машқларининг вақт бўйича имконияти ва ўзгариши киради.

Турли типдаги тренажёрлардан фойдаланиш тажрибаси ўқув-тренажёр жараён вақтининг (3–4 марта) ва анъанавий услубларни ўқитишга сарфланадиган харажатларга нисбатан операторларни тайёрлашга сарфланадиган (4–12 марта) вақтнинг сезиларли қисқариши имкониятидан далолат беради [22, 23].

Амалиётда турли соҳаларда қўлланилишини ҳисобга олган ҳолда тренажёрлар вазифаси, ўқитилаётганлар сони, ўқитиш тамойили, ўқитилаётганларни назорат қилиш ва баҳолаш услублари бўйича таснифланади [21–26].

Мажмуали тренажёрлар муайян типдаги «инсон-машина» тизимининг операторларини функционал мажбуриятларини тўлиқ ҳажмда биргаликда ёки индивидуал тайёрлашни таъминлайди. Универсал типдаги тренажёрлар энг кенг имкониятларни ўз ичига олади [27].

Тескари боғланишли ўқитиладиган мажмуаларда операторга тескари алоқа занжири ёрдамида унинг ишлаш сифати тўғрисидаги ахборот, сигналлар – зарур кўникмаларни тезроқ ўзлаштириш имконини берадиган ёрдамчи сигналлар (айтиб туриладиган сигналлар) келиб тушади. Ўрганувчининг ўзига хос хусусиятларига мослашадиган ўқитишнинг адаптив тизими тескари боғланишли ўқитиладиган мажмуанинг турлари бўлиб ҳисобланади.

Ушбу ўзига хос хусусиятларга мувофиқ тренингларни ўтказиш тезлиги ўзгаради ва операторга кўйиладиган вазифалар мураккаб-лашади. Бундай тизим ўқувчининг ҳаракатларини назорат қилиш ва баҳолаш тизимидан олинадиган маълумотлардан фойдаланган ҳолда амалга оширилади.

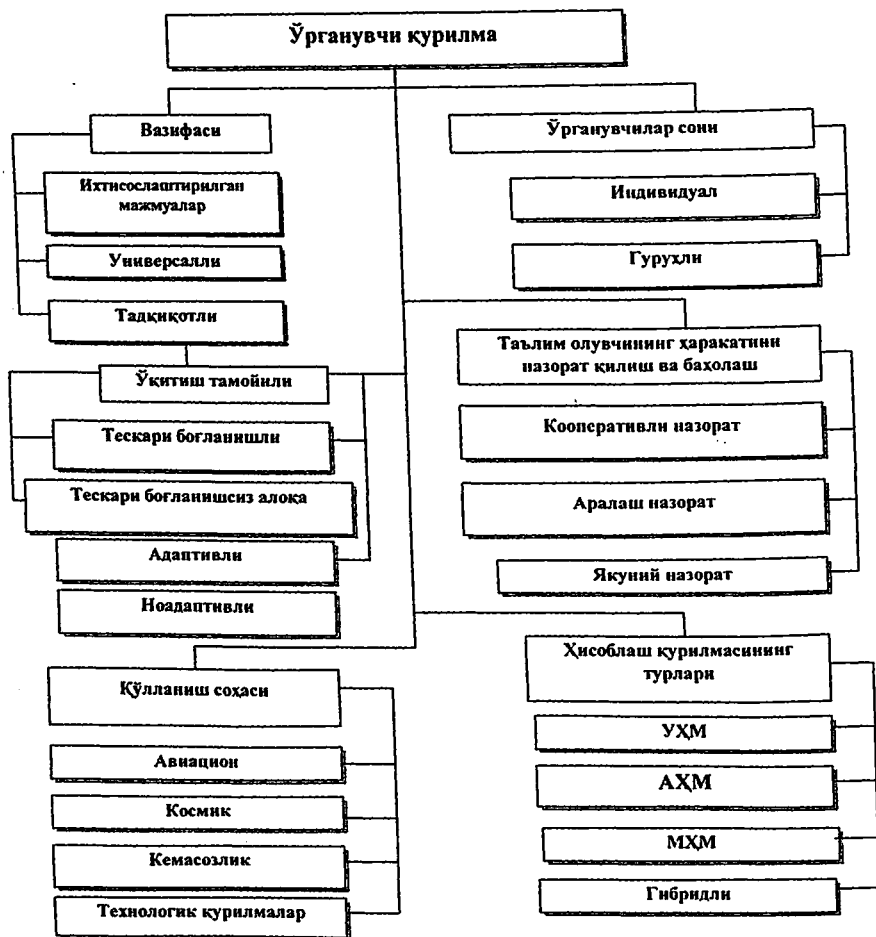
Тренажёрлардан фойдаланиш соҳасига мувофиқ содда кўникмаларни қайта ишлаш учун мўлжалланган стендли, намунавий вазифаларни ҳал этиш учун маълум алгоритмлардан фойдаланишда кўникмаларни қайта ишлаш учун хизмат қилувчи тренажёрли тизимлар, технологик турдаги бошқарув тамойилларни қайта ишлаш учун мўлжалланган мураккаб ўқитиш мажмуаларига бўлиниши мумкин [23].

1.3-расмда ўрганувчи қурилмалар таснифи келтирилган.

Ўқитилиш соҳаси бўйича ўқитишнинг аввалги босқичида оператор-технологларни тайёрлашда алоҳида аппаратлар билан ишлаш кўникмаларини эгаллаш учун тренажёрлардан кенг фойдаланилади. Мураккаб мажмуалар алоҳида агрегатни ёки бутун ишлаб чиқаришни бошқариш учун зарур бўлган интеллектуал функцияларни операторларда ривожлантириш имконини беради.

Бундай мажмуаларни ишлаб чиқиш ёндашув тренажёрининг ишлаш шароитига тўлиқ ташқи ўхшаш хусусиятга эга бўлган ҳулққа оид мажмуадан, реал ишлаб чиқариш шароитидан ва қабул қилинган ечимларнинг ички тузилмаси асосида ўрганувчи дастурнинг махсус ишлаб чиқилган тизимини талаб этадиган тушунчага оид ёндашувдан фойдаланган ҳолда амалга оширилиши мумкин [26]. Мураккаб объектларнинг ўрганувчи мажмуаларини ишлаб чиқишда

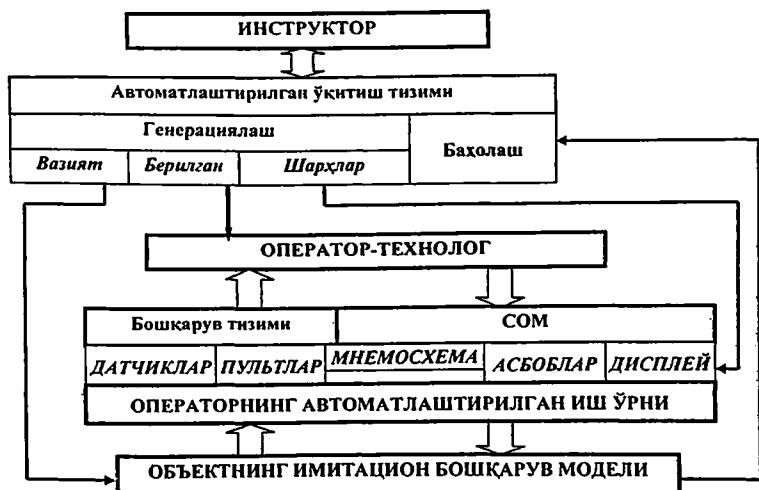
энг мақбул бўлган ушбу иккита ёндашувлар қисман ёки тўлиқ бир-лашиши мумкин.



1.3-расм. Ўрганувчи қурилмалар таснифи

Ҳозирги вақтда иссиқлик энергетикаси ва ядро энергетикаси [28–29], кемасозликда [30], авиацияда [31], металлургияда, нефть кимёгарликда ва бошқа ишлаб чиқаришда [32–34] тренажёр техникадан фойдаланишнинг сезиларли тажрибаси тўпланган. Тренажёрда амалга оширилиши керак бўлган энг жиддий вазифаларни уму

лашган ҳолда функционал блок-схема кўринишида тақдим этиш мумкин (1.4-расм).



1.4-расм. Тренажёр тизимининг блок-схемаси

Ўтган асрнинг 80-йиллари бошида автоматик бошқарувнинг анъанавий тизимидан тақсимланган рақамли тизимларга ўтиш бошланган. Бундай ўзгариш саноатнинг қатор соҳаларида объектларни эксплуатация қилиш учун кадрларни дастурий тайёрлашда акс этмай қолмади. Кўпгина фирмалар янги рақамли техникага асосланган тренажёр тизимларини ишлаб чиқиш ва жорий этишни бошлашди.

Дастурий таъминот катта ҳажмли аналог тизимга эга бўлганлиги сабабли ишлатишда қийинчилик туғдирар эди. Шахсий компьютерларнинг пайдо бўлиши стол тренажери ихчам, ишлашда қулай бўлишига олиб келди [33]. Ҳозирги вақтда оператор-технологларни тайёрлаш учун фирмалар томонидан тўлиқ масштабли тренажёр тизимлар ва ихтисослаштирилган тренажёрлар (бошқарувнинг умумий тамойилли тренажёрлари ёки процедурали тренажёрлари) чиқарилмоқда [35–36].

Асосида бошқарилувчи ҳисоблаш машиналари бўлган мажмуали тренажёрлар оператор гуруҳларини йирик технологик қурилмаларини фойдаланишга тайёрлаш учун мўлжалланган [33]. Ихтисослаштирилган тренажёр тизимлар асосида универсал бошқарув пулти билан бирлашган микроЭХМ ётади, жараён умумлашган

моделлар ёрдамида моделлашади. Бундай тренажёрлар технологик жараён билан бошқарувнинг индивидуал ўқитиш учун кенг қўлланилади.

Тренажёрлар имкониятларининг кенг диапазони интерфаол тренинглари каби ўқитишнинг янги турини яратишга олиб келди [36]. Анъанавий имитатор реал ахборотга ўхшаш бўлган ахборот чиқариладиган бошқарув панелининг нусхаси бўлиб хизмат қилди.

Инструктор доим ўргатувчи билан бирга бўлиши ва унинг ҳаракатларини назорат қилиши керак. Тренажёрли мажмуалар (ТМ)ни жорий этиш тажрибаси шуни кўрсатадики, бундай имитация кадрларни муваффақиятли тайёрлаш учун етарли эмас. Асосий ўзига хос хусусиятлари тренажёрли мажмуа билан ўргатувчининг ўзаро мулоқоти бўлиб ҳисобланган интерфаол тренинг ўқитишнинг тугалланган хусусиятини билдиради, унинг натижаларини маҳкамлаб қўяди. Такмиллашган дастурий таъминот нафақат жараённи зарур аниқлик билан имитациялайди ва тўлиқ бошқарув тизимини синтез қилади, балки мулоқотда ўрганувчи билан хатоларни, мураккаб вазиятларни турли ташқи ташувчиларда ёзилган ўқув материалдан фойдаланган ҳолда тушунтиради. Жадал тарзда тайёргарликдан ўтгандан кейин ўрганувчилар кўникма ва тажрибага эга бўлишади, авваллари реал ишлаб чиқариш шароитларида ушбу кўникма ва тажрибани эгаллаш учун йиллар талаб этилган эди.

Юқори ишончлилик билан ва реал вақтда ишлайдиган замонавий тренажёрлар муайян технологик жараённи акс эттириши учун реал вақтда амалга ошириладиган юқори аниқликдаги дастурий моделлардан фойдаланади. Ўз ичига қуйидагиларни олади:

- Оператор интерфейси билан киритиш-чиқариш тизими орқали боғлиқ бўлган моделлаштирувчи компьютер. Оператор интерфейси ўз ичига бошқарув ва назорат қилиш панелларини видеотерминалга хизмат кўрсатувчи видеотерминаллар ва бошқарувнинг тақсимланган тизимини олади. Кўп ҳолларда оператор интерфейсининг максимал яқин бўлган босқичидаги физик хусусияти тадқиқ қилинаётган жараёнга мувофиқ келади.

- Компонентлар ва моделлашадиган жараён тизимларининг ўзаро ишлашини реал акс эттирадиган имитацион модель.

- Ўрганувчига эксплуатацион вазифаларни ҳал этиш ва реал жараёнда шунга ўхшаш тарзда фойдаланиладиган усул билан бошқарув органларини манипуляциялаш имконини берадиган оператор интерфейси.

- Тренажёрнинг тренинг сценариясини ва имитацияланадиган жараённинг бошланғич ҳолатини танлаб олиш йўли билан моделлашадиган жараённинг ишламай қолишларини, ёки унинг компонентларини киритган ҳолда, ёки атроф-муҳит шароитларини ўзгартирган ҳолда ишлашини таъминлайдиган инструктор станцияси.

- Атроф-муҳит вазиятини моделлашадиган ёки тренинг жараёнини хужжатлаштирадиган реалистикликни ошириш учун зарур бўлган ускунани ўз ичига оладиган периферия ускунаси.

Тренажёр ўрганувчига технологик ускунанинг нормал режимини тиклаш ёки нормал режимдан ҳаракатларнинг берилган алгоритмига мувофиқ оғиш оқибатларини камайтириш учун ҳаракатларни амалга ошириш имконини беради. Тренажёрнинг кўрилган чораларга ёки хато ҳаракатларга таъсир этиш кимнингдир йўл-йўриғи ёки тавсияси билан ифодаланади. Тренажёрда технологик режимлар ва авария вазиятларида ишлаб чиқаришни ишга тушириш ва тўхтатиш каби тегишли вазифалар моделлашган.

Ўқитиш дастури ва услуги технологик жараённи тўғри жорий этиш бўйича касбий кўникмаларни ўрганувчига сингдиришга, нормал режимдан оғиш оқибатларини бартараф этишга, нормадан четга чиқиш вазиятларида тез ва аниқ ориентация олишни билишга қаратилган.

Оператив ходимларни тайёрлаш учун тренажёрларнинг турли ишлаб чиқаришига жорий этилган мураккаб технологик объектларнинг ишларини таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, сезиларли самарага қарамасдан, улар у ёки бу босқичда қатор чекловларга эга бўлади. Ушбу чекловларга ўрганувчининг тилида мулоқотнинг мавжуд эмаслиги, ўқитиш фанини етарлича тушуниш мураккаблиги ва натижада, штатдан ташқари вазиятларда таъсир этиш, вазифаларни ҳал этишнинг берилган алгоритмларининг «қатъийлиги» ҳисобига ўқитиш стратегиясини такомиллаштириш қийинчилиги киради.

Келтирилган чекловлар тренажёрларнинг биринчи намунаси фойдаланишга топширилгандан кейин юзага келди. Қайсидир даражада ушбу муаммолар эркин имитациялаш деб аталадиган режимларнинг имитацион-моделлашган мажмуаларида жорий этилгандан кейин текислангач, бу ўрганувчига ўзининг ҳисобларини ва хатоларини англаш имконини берди. Динамикадаги эркин имитация ўрганувчига бошқарув объекти параметрларининг сабабли-тергов алоқаларида яхши тушуниши, объектнинг ҳар қандай ишлаш режимларида ўрганиши, амалиётда реал объект билан аввал учрама-

ган вазиятларда билимларини текшириши керак. Буларнинг барчаси операторга ташаббускорликни ва ўзининг ижодий имкониятларини намойиш қилиш имконини беради.

Бироқ, тренажёр уйғунлиги бугунги кунда ишлаб чиқилган ва жорий этилган ТМ етарлича интеллект бўлмаганлиги сабабли такомиллашишдан узоқда бўлган таълим каби инсон фаолиятининг соҳасига мўлжалланган бўлиши керак. Интеллектуал ТМ мураккаблилиги ўқув-тренингдан юқори. Бундай тизимларнинг ўзига хос хусусиятлари куйидагилардан иборат [37]:

– операторни ўқитиш ҳисобига технологик жараёни мақсадга мувофиқ жорий этишга ва ундан самарали фойдаланишга эришилади;

– паст ўтказиш имконияти, ўқитишнинг узок давомийлиги;

– бошқарув мақсади – ривожланган оператив фикрлашни шакллантириш;

– бошқарув объекти ҳолат параметрларининг ноаниқлиги мавжудлиги;

– бошқарувнинг кўп вариантлилиги, мақбул ечимларнинг катта миқдори мавжудлиги;

– бошқарув объектининг мулоқотини имитация қилишнинг мураккаблиги;

– оператор фаолиятини баҳолашнинг мураккаблилиги, унинг фаолият кўрсаткичларини аниқлаш.

Янги техникани жорий этишда муҳим ташкилий қисм ҳисобланган эксперт тизими (ЭТ), авваламбор бугунги кунда сунъий интеллект элементларини ўз ичига олган тўлиқ масштабда тренажёр тизимларига тааллуқлидир. Эксперт тизими ўзига инструктор ва идеал оператор функцияларини ҳамда нафақат ходимларни ўқитиш, балки мураккаб вазиятларда тавсияларни бериш функцияларини олади. Ўқитиш нуқтаи назаридан эксперт тизими кенг имкониятли бўлиб, ушбу соҳа мутахассисларидан олинадиган сифатли ахборотни идрок этиш ва улардан фойдаланишда муҳим манба ҳисобланади. Инсон-операторни бошқарув тизимидан чиқариб ташлаш имкони туғилмагунга қадар тўлиқ чиқариб ташламайди, шуни эътиборга олган ҳолда интеллектуал тренажёр тизим яқин келажакда ҳар қандай йирик ишлаб чиқаришнинг мақбул қисми бўлиши мумкин.

Технологик жараён операторларининг компьютерли тренажёрлар ривожланишидаги учта тенденциясини кўриб чиқамиз. Шу кун-

гача асосий ишлаб чиқарувчилар тренажёрлардаги барча компонентларнинг – аппарат-дастурий платформалар, тренажёрли моделлар, операторлик интерфейсларининг эмуляторлари ва бошқаларнинг – мустақил бажарилишини афзал кўришган.

Ушбу шароитларда тўлиқ масштабли тренажёрлар охирига етганлигига асосланган нуқтаи назарнинг пайдо бўлганлиги тасодиф эмас [38]. Анъанавий компьютер тренажёрлари сифатида юз миллион доллар қийматли йирик ишлаб чиқариш иншоотларининг қурилиши ёки қайта тикланиши билан боғлиқ бўлган кам учрайдиган ва кўп маблағ талаб этадиган лойиҳалар, шунингдек, фавқулодда хавфли ишлаб чиқариш корхоналари учун тренажёр дастурлари тилга олинади. Тренажёр маҳсулотларининг асосий массиви технологик инжиниринг мақсадлари учун ишлаб чиқиладиган жуда арзон «дизайн»ли моделлар негизда бажарилади. Янги маҳсулотлар тўлиқ масштабли тренажёрларнинг 80 % хусусиятларига эга бўлади, лекин кўплаб потенциал фойдаланувчилар учун қимматли ҳисобланади.

Компьютер тренажёрларни ишлаб чиқиш ривожланаётган бошқа муҳим тенденциялар – OLE (Object Linking and Embedding) технологиялари – билан боғлиқ бўлади [39]. Бундай ёндашувнинг афзаллиги сифатида тренажёр маҳсулотларининг умумий стандартини ишлаб чиқишда бўлгани каби турли ишлаб чиқарувчиларнинг мавжуд маҳсулотлари – моделлар кутубхоналари, машқларнинг ишлаб чиқилган операторлик интерфейслари ва шу кабилар тренажёр тизимларини бирлаштириш имкониятини бериши тилга олинади.

Учинчи принципиал янгилик операторларнинг автоматлаштирилган ўқитишга ёндашувини ўзгартиришдан иборат. Агар аввал операторларнинг компьютер тренинги ўзига хос техник ва дастурий амалга оширилишни талаб этадиган мустақил вазифа сифатида кўриб чиқилган бўлса, бугунги кунда реал вақтни оптимизациялаш (*on-line optimization*) деб аталадиган бўғинлардан бири сифатида қайд этилмоқда. Тренингнинг инжиниринг вазифалари билан алоқаси мос равишда бошқача тушунилади, умумий моделлар операторларни ўқитиш, реал объектнинг таъсир этишини олдиндан айтиб бериш, олдиндан айтиб берувчи моделлар параметрларини куриш ва бошқарув тизимини созлаш, технологик режимларни тадқиқ қилиш, ўлчанадиган маълумотларни верификация қилиш ва бошқа вазифалар учун ёндашувда фойдаланилади.

Шундай қилиб, АТЎТ асосий муаммолари ва тузилиш таъминоти, мураккаб технологик объектлар учун уларнинг ривожланиш тенденцияларининг таҳлили тренажёр тизимларининг тузилиш концепциясининг асосий қондаларини шакллантириш имконини беради.

1.5. Операторлар компьютер тренингининг асосий вазифалари

Компьютер технологияларининг жадал ривожланиши мураккаб технологик мажмуаларни инсоният фаолиятининг турли соҳаларида мутахассисларни тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш учун имитациялаш имконини беради. Саноат ишлаб чиқариш мураккаб технологик жараёнлар билан фарқланади, уларда авариялар, сезиларли даражада иқтисодий ва экологик йўқотишлар содир бўлади. Ушбу соҳаларда тренажёрли мажмуалардан фойдаланиш ишчиларнинг касбий даражасини ошириш ҳамда реал объектларда экспериментларни ўтказмаган ҳолда зарур амалий тажрибани эгаллаш имконини беради.

Хорижда SCADA (supervisory control and data acquisition) платформасидаги тренажёр тизимлари кенг тарқалган. Нефть-газ соҳасида: Air Products and Chemicals Inc. компаниясининг нефтни қайта ишлаш жараёнларининг бошқаруви, Commonwealth Energy Systems компаниясининг газ тармоқлагич тизимини бошқаруви, бешта Европа ва бошқа мамлакатларининг тармоғини ўз ичига олган бирлашган газ-транспорт тизимининг бошқаруви кенг қўлланилади [40].

Бугунги кунда хорижда компьютерли тренажёрли мажмуаларни асосий дунё ишлаб чиқарувчилари (ABB Simeon, Inc., Honeywell SCADA, Inc., CAE Link, Inc. ва қатор корхоналар) томонидан ишлаб чиқилган ва қўллаб-қувватланган бир нечта замонавий тренажёр платформалари мавжуд. Диспетчерлик бошқарувининг тренажёр тизимлари яратилиши билан Россия мутахассислари шуғулланади. Хусусан, Л.И. Григорьев ва С.К. Митичкин илмий ишлар ушбу мавзуга бағишланган. Улар томонидан газни ташиш бўйича диспетчерлик тренажёрларининг тузилиш назарияси, диспетчерлик автоматлаштирилган тренажёрларининг тузилиш услубиёти, шунингдек, диспетчер тренажёри учун газни ташиш тизимини опе

ратив бошқариш вазифасини ечиш бўйича математик, ахборот ва дастурий таъминот мажмуаси ишлаб чиқилган [41, 42].

Тренажёр дастурлари ҳам «Энергоавтоматика» МЧЖ мутахассислари томонидан яратилади. Улар барча маҳсулот фаолиятини, ахборотни ўлчаш, қайта ишлаш ва узатиш тизимини имитациялайдиган магистраль маҳсулотининг оператор тренажёрини ишлаб чиқдилар. Тренажёрнинг математик модули унинг ишлашини, ўлчаш тизими ва датчиклар фаолиятини, паст даражадаги контроллерларда ахборотни қайта ишлаш алгоритмини, алоқа каналлари бўйича маълумотлар узатиш жараёнини ва юқори даражадаги маълумотлар базасининг ишини моделлаштиради. Ушбу тренажёр АВВ Германия фирмасининг MicroSCADA негизида бошқарув тизими билан биргаликда ишлайди.

«ГИПРОтрубопровод» МЧЖда трубопровод ресурсларини олдиндан айтиб бериш бўйича дастурий маҳсулотдан фойдаланилади, унинг асосида «ГИПРОтрубопровод» МЧЖ, «Газпром» РАО, ВНИИСПТнефть мутахассислари томонидан яратилган нефть ва газ транспортининг ишончилигини баҳолаш бўйича аналитик ишланмалар ётади. Дастлабки маълумотлар сифатида трубопроводда ҳақиқатда ишлайдиган металл намунасининг экспериментал тадқиқотлар (дефектоскопияни бажаришда ва ташқи кўриб чиқишда) натижаларидан фойдаланилади. Нуқсонларни юкламалар таъсири остида ривожлантириш моделлари ва транспортнинг кўзда тутилган башорати асосида ишчи босимнинг ўзгариш амплитудасидан пўлат трубаларнинг барча навлари ва тип ўлчамларининг ишламай қолишгача ресурсларнинг боғлиқлиги ҳисоблаб чиқилади [43]. Магистрал нефть-газ қувурларининг ортиқча ресурсларини, эксплуатация қилишнинг турли режимларида қувурнинг чидамлилигини аниқлаш учун мўлжалланган тренажёрли мажмуа нефть ва газ ташилишини бошқариш бўйича мутахассисларга қувурларнинг ишлаш муддатини максимал тарзда узайтириш имконини берадиган оптимал режимни танлашни ўрганишга ёрдам беради.

Операторлар компьютер тренингининг асосий вазифаларини кўриб чиқамиз. Моҳиятига кўра дастурий техник маҳсулот ҳисобланадиган тренажёрли мажмуа инсонларни ўқитиш учун мўлжалланган.

Компьютер тренинги ҳар қандай бошқа тренинг каби кўникмаларни шакллантириш воситаси (автоматлаштирилган ҳаракатлар)

бўлиб ҳисобланади ва бир томондан операторни чарчатмаслик учун ундан фойдаланишни чеклаш, иккинчи томондан юқорида тилга олинган автоматизм бузилмаслиги учун уни вақти-вақти билан ишлатиб туриш лозим. Тренингнинг асосий вазифаси оператор ҳаракатларининг катта қисми мураккаб вазифасини ҳал этиш учун интеллектуал ресурсларни бўшатиш билан онг перифириясига ўтишни ўз ичига олади. Тўлиқ автоматлаштирилган ҳаракатларнинг кўникма тушунчаси ўз ичига сенсорли, перцептив ва аклий ёки интеллектуал кўникма каби характеристикаларни олади.

Операцион ўқитиш воситаси бўлиб ҳисобланган тренажёрлар тузилмаси бўйича реал ҳаракатларга мос келадиган ва ўзига хос мақсадларга, идрок этиш, диққат ва фикрлашнинг алоҳида таркибига эга бўладиган машқлар ёрдамида кўникма шаклланади [39]. Кўпгина тадқиқотчилар тренажёр қурилмалари реал ускунага қанчалик ўхшашига эмас, балки улардан қандай фойдаланиш мумкинлигига, тренажёрдаги машқларни амалда қўллаш имконияти операцион вазиятда ҳал қилувчи бўлиб ҳисобланишига [44]; тренажёр реал ускуна учун потенциал хавфли бўлган ўқитиш вазиятини қайта ишлаш имконини беришига, тренингнинг ўзи ўқитиш ва оптималлаштириш инструменти бўлиб хизмат қилишига кўпроқ эътибор қаратишади. Тренажёр ўқиш ва машқни бирлаштириши, ўрганувчининг ўзига хос интерфейсига эга бўлиши ва объектнинг мантикий лингвистик моделларига асосланиши керак [45]. Барча тадқиқотчилар реал амалиёт тренажёрларининг психологик ўхшашлигининг жисмоний ўхшашликдан афзаллигини тан олишади.

Кўпгина муаллифлар операторларни ўқитиш механизмларини билиш даражаси автоматлаштирилган ўқитиш тизими каби компьютер тренажёрларини қуриш имконини бермаслигини тан олишди [46]. Кўпгина ишлар муаллифларининг [47] фикрига кўра, «тренажёрлар – ўқитиш тизимига нисбатан ўқитиш муҳитига кўпроқ ўхшайди». Бундай ҳолатдан истисно, агар ўқитиш ва тренажёрлар тузилишини автоматлаштиришнинг декларация қилинган ишланмалари бутун йўналиши ҳисобланмаса, етарлича кам бўлади.

Ўқитишни расмийлаштириш мумкин эмаслиги инструктор иш-тироқи билан интерфаол тренингнинг самарали тадбирларини ишлаб чиқиш зарурлигини белгилайди. Айрим шахслар нокомпьютер услубининг самарадорлигига шубҳаланишади, эҳтимол, улар доирасида технологик вазиятларни таниб олиш, носозликлар сабабларини излаш, ахборотни тақдим этиш аниқлигини баҳолаш, тренинг-

нинг фойдалилик чораларини аниқлаш, ҳаяжоннинг оператор ўзини тутишига таъсир этишини таҳлил қилиш каби ўқитиш муаммолари бириничи марта қўйилган ва ҳал этилган.

Операторларнинг компьютер тренингини операторнинг касбий кўникмаларини операторлик бошқарувининг ахборот муҳитини тиклаган ҳолда технологик жараённинг имитацион модели негизда ўрганувчининг махсус ташкил қилинган ва назорат қилинган тренинглари ёрдамида шакллантириш ва такомиллаштириш воситаси сифатида кўриб чиқиш мумкин. Бунда компьютер тренажёрини синтез қилиш вазифаси оптимал (ўқитиш мақсадларига эришишнинг тўлиқлиги жиҳатида) функционал-ахборот тузилмаси ва тренажёр тизимининг алоҳида компонентларининг таркибини қуриш деб тушуниш керак.

Шундай қилиб, мураккаб технологик қурилмалар операторларининг касбий психофизиологик танлаб олишни автоматлаштиришнинг асосий муаммоларига бағишланган ҳақиқий материали таҳлил қилинган ва умумлаштирилган. Технологик жараёнларга хос автоматлаштирилган бошқарув тизимининг ишлаш ва тузилишига доир асосий хусусиятлар кўриб чиқилган. Операторлик типдаги мутахассисликларнинг касбга оид муҳим сифатлари белгиланган. Ушбу сифатларни тадқиқ қилишнинг самарали услубиёти аниқланган. Билимларни тест ёрдамида назорат қилишнинг автоматлаштирилган тизимини ишлаб чиқишдаги назарий ва амалий муаммоларнинг ечими келтирилган.

Операторларни касбга оид танлаб олиш тизимларидаги маълум усулини ва мавжуд дастурий воситаларни таҳлил қилиш инсон-оператор фаолиятининг психофизиологик ташкил этувчисини микродорий баҳолаш ва вазифаларидаги чекланганликни аниқлаш имконини беради. Мураккаб технологик қурилмаларнинг операторлари ва кенгайтирилган дастурий таъминотли АКТ воситалари негизда аппаратура ишланмалари касбий яроқлилигининг психофизиологик ташкил этувчисини таҳлил қилиш, психофизиология назарияси ва иловаларини янада ривожлантириш долзарб вазифа бўлиб қолмоқда.

2. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ БОШҚАРИШ ТИЗИМИДА ИНСОН-ОПЕРАТОР ФАОЛИЯТИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШНИНГ ИЛМИЙ-УСЛУБИЙ АСОСЛАРИ

2.1. Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни бошқаришда оператор фаолиятининг ўзига хос хусусиятлари

Замонавий технологик жараёнлар ва қурилмалар тизимнинг мураккаб инсон-машина мажмуаларини ўз ичига олади, тизимда оператив ходим бошқарувининг ёпиқ контуридан (чизилган чегара) бошқариш сифатида кўриб чиқилади.

Технологик жараёнлар, назорат қилиш ва бошқариш воситалари такомиллашган сари оператор бошқарувнинг жуда юқори даражасига ўтиб боради. Унинг фаолиятида янги хусусиятлар юзага келилади, улардан асосийлари: қатор ўхшаш бўлмаган вазифаларни бошқариш билан бир нечта объектларни бошқариш; операторнинг бошқариладиган объектдан узоқда жойлашиши; операторнинг сезги органларига юктамаларнинг ўзгариши [48]. Операторнинг объектнинг ҳолатини бевосита муҳокама қила олмайди, бу эшиткичи органлари, кинестетик аппарат ва сезги органлари орқали идора этиш, операторнинг объектни бошқариш таъсирининг тезлигига таъсир қиладиган юқори талабларга асосланади.

Бундан ташқари, бошқарув тизимларида ахборотни узатиш қайта ишлаш замонавий қурилмалари мавжуд бўлганлиги сабабли операторнинг билим ва кўникмалари сезиларли даражада ўзгариш кузатилади.

Кўп босқичли иерархик тузилмаларда технологик объектларни бошқаришнинг мураккаб тизимида операторлар фақатгина бузиладиган усқунани тиклаш вақтида бошқаришнинг туташ контурида кўшилади. Бундай режимда оператордан фойдаланиш имконияти унинг ўзига хос хусусиятлари билан аниқланади. Улардан мураккаблири бўлиб қуйидагилар ҳисобланади: ўз ҳаракатлари алгоритмининг иш шароитига мослашиш хусусиятлари; объект динамика модели ва бошланғич тарихи таҳлили асосида объект координатларининг истикболда ўзгаришини олдиндан айтиб бериш имконияти, бошқарув мажмуасидаги ҳамма тизимлар ишини таъсир қилиш ва умумлаштириш вазифаларини ечиш, қираётган ахборотни мослаштириб ишлаб чиқиш, касбий фаолият жараёнида шартли таъсирни яхшилаш имконияти.

Операторлар иерархик тузилманинг технологик мажмуаларини бошқариш тизимларида, қоидага кўра, ишламай қолган аппаратуранинг тикланган даврида тартибга солишнинг туташ контурларига киритилади. Бунда бир оператор турлича бўлган, динамик тавсифлар билан фарқланадиган контурда тасодифий вақтга киритилади. Бундай режимларда оператордан фойдаланишнинг тамойил имконияти унинг ўзига хос хусусиятлари билан аниқланади, улардан энг муҳимлари: алгоритмнинг ишлаш шароитларига мослашиш хусусияти, олдинги давр ва оператор онгида ишлаб чиқиладиган объектнинг динамик моделини таҳлил қилиш асосида объект координаталари ўзгаришини олдиндан айтиб бериш имконияти, бошқарилувчи мажмуанинг барча тизимлари ишлашини умумлаштириш ва ташкил этиш вазифаларини энг мақбул усулда ҳал этиш, қабул қилинадиган ахборотни қатъий қайта ишлаш имконияти, ишлаш жараёнида хусусий тавсифларни ўрганиш ва яхшилаш имконияти [49].

Оператор фаолиятининг объектни автоматлаштиришнинг юқори даражаси шароитларида ўзига хос хусусиятларидан бири бўлиб объектнинг ҳолатини бевосита кузатиш имконияти мавжуд бўлмаган ҳолатда алоқа каналлари бўйича унга келиб тушадиган ахборотдан фойдаланилади [50], яъни реал объектнинг ахборот моделидан фойдаланилади. Охиригиси куйидаги талабларни қаноатлантириши: имкони борича объект ва атроф-муҳитни айнан ўхшаш тарзда акс эттириши, операторга бериладиган ахборотнинг оптимал миқдорини таъминлаши (операторни ахборот билан ортикча ёки кам юклашнинг олдини олиш), ахборотни тақдим этиш шакли оператор имкониятларига мос келиши керак.

Операторни турлича таснифлаш, натижада технологик жараён ҳолатини турлича аниқлик билан таҳлил қилиш ва бунинг учун ҳар хил асбоблар кўрсаткичларидан фойдаланиш мумкин. Тўғриловчи таъсирларни киритиш технологик вазиятларни таҳлил қилиш билан доим боғлиқ бўлади, операторлар тизим ишига аралашмасликка ҳаракат қилишади ва уларнинг зарурлигига ишонч ҳосил қилинган ҳолатда фаол ҳаракатлар амалга оширилади.

Объектни бошқариш учун операторга фақат ахборот модели етарли эмас. Унинг фаолиятида эвристика ва интуиция катта аҳамиятга эга [51]. У технологик вазиятни таҳлил қилиши, оператив фикрлаши ва технологик жараённи бошқариш бўйича оқилона ечимни ишлаб чиқиш малакасига эга бўлиши керак. Ушбу фаолият

тури тизим тўғрисидаги билимлар, олдинги тажриба, иш мақсади ва ишнинг охири натижаси тўғрисидаги тасаввурлар, тўғри ва хато ҳаракатлар натижалари ҳақидаги билимларнинг бирлашадиган ва идрок этиладиган ахборотга мувофиқ аниқлаштириладиган бошқарув объектнинг концептуал моделига таянади.

Оператор фаолиятини тадқиқ қилиш натижасида бошқарувнинг бир нечта турларидан фойдаланиш мумкин [52]:

- умумий технологик тамойиллар асосида (оператор бошқариладиган технологик жараёни яхши билади ва моҳиятини тушунади);
- операторда тажриба ортиши билан шаклландиган функционал стандартлар бўйича;
- огоҳлантириш бўйича (оператор жараёнда юзага келган бузилишларни идрок этади);
- ўзаро ахборот алмашиш асосида (оператор жараёнинг муайян параметрларини тенг ўзгартиради ва улардаги бузилишлар тўғрисида фикрлайди).

Оператор бошқарувнинг ҳар хил турларини бирлаштирган ҳолда ишлаб чиқариш фаолиятининг мураккаб психологик шароитларига мослашади.

Операторлар мураккаб объектларни бошқариш жараёнида мураккаблиги турлича бўлган вазифаларни ечишади. Бугунги кунда оператор томонидан қарорларни қабул қилиш жараёнларини тавсифлашда турли ёндашувлар мавжуд [53–56]. Ахборотни қайта ишлаш 2.1-расмда келтирилган [54].



2.1-расм. Объектни бошқаришда ахборотни қайта ишлаш схемаси

Уларга ахборотни излаш ва қабул қилиш, қайта ишлаш, вазиятни таҳлил қилиш ва баҳолаш, қарор қабул қилиш, уларни амалга ошириш, оператив ходим билан боғланиш бўйича коммуникатив амаллар қиради.

Мураккаб технологик вазиятларда оператор муаммони ўз вақтида ҳал этиш учун нафақат агрегатнинг жорий ҳолатини, балки яқин келажакда юзага келиши кутилаётган ўзгаришларини ҳам айтиб бериши керак.

Тахмин қилинган ҳолат ва эришилган натижа ўртасидаги бошқариш жараёнида ҳосил бўлган фарқлар операторга тушунарли бўлиши ҳамда оператор башоратни рад этмасдан, олдиндан айтиб беришни тўғрилаши керак бўлади. Оператор нуқтаи назаридан энг мураккаби аварияни, ҳаттоки, ҳалокатни юзага келтирадиган кескин ўзгарувчан ҳодисалар ҳамда тасодифан содир бўладиган вазиятлар ҳисобланади. Тасодифларга психологик ва технологик тайёр бўлмастик операторда психологик стресс ҳолатини юзага келтириши [57] ва тўғри қарорга келишига тўсқинлик қилиши мумкин. Шунинг учун оператор агрегат ҳолатининг олдиндан айтиб берилишига ўзгартишларни тез кирита билиши керак, олдиндан айтиб беришлар асосида қарор қабул қилиши ва ҳар қандай қутилмаган вазиятларга психологик тайёр бўлиши керак.

2.2. Технологик қурилмаларни бошқариш жараёнида оператор фаолиятини моделлаштириш

Тажриба шуни кўрсатадики, мураккаб технологик объектларни бошқариш тизимининг ривожланиши инсонни тартибга солишнинг умумий контуридан чиқариш билан эмас, балки оператор томонидан ечиладиган вазифаларни мураккаблаштириш билан амалга оширилади. Шу сабабли «инсон-машина» тизимини лойиҳалаштириш ва ундан фойдаланишда юзага келадиган вазифаларни ҳал этиш айнан бир хил ва олдиндан айтиб бериш қобилиятлари каби талаблар қўйиладиган операторнинг математик моделларини қўллаш билан боғлиқ бўлади. Бунда амалий вазифаларни ҳал этиш учун зарур бўладиган аниқлик билан операторнинг тавсифи баён этилади. Моделнинг олдиндан айтиб бериш имконияти оператор ишлашининг тавсифларини олдиндан тадқиқ қилмасдан тахмин қилиш имкониятидан иборат бўлади.

Ушбу талабларни бажариш оператор фаолиятининг моделидан нафақат инсон ва ҳисоблаш машинаси ўртасидаги вазифаларни тақсимлашнинг оптимал вариантини ишлаш учун балки операторни ўқитиш муддатини бирмунча қисқартириш, шунингдек, ўқув-машқ қилиш жараёнини оптималлаштириш имконини берадиган услубини ишлаб чиқиш учун фойдаланилади.

Оператор моделининг олдиндан айтиб бериш қобилиятини тадқиқ қилиш масаласи аввал кўриб чиқилган [58, 62]. Модель тузилмаси иккита асосий функционал блоклар: белгилар детектори ва реакциялар селекторидан ташкил топади. Биринчиси бошқариш объекти ҳолатининг ахборот белгиларини билдиради ва дастлабки ахборотнинг ўлчамини ва муқобил реакцияларнинг келишилганлиги учун иккиламчи белгиларни ишлаб чиқади. Реакция селектори сигнал/шовкин нисбатини яхшилаш мақсадида вақт бўйича ишлаб чиқилади ва мумкин бўлган таъсирлардан бир бошқариш объектининг айнан ўхшаш ҳолатини танлаш амалга оширилади.

Оператор томонидан ҳал этиладиган вазифалар характериға мувофиқ стимул векторининг координаталари \vec{S} ва таъсир этиш вектори \vec{R} дискрет, яъни якуний кўплаб ўзгарувчиларни қабул қиладиган ва узлуксиз бўлиши мумкин. Жуфтларни белгилайдиган (\vec{S}_N, \vec{R}_N) , (\vec{S}_g, \vec{R}_g) бошқариш вазифаларнинг учта турли типлари бўлиши мумкин. Агар векторлардан исталгани бир вақтнинг ўзида ҳам дискрет ва узлуксиз ўзгарувчидан иборат бўлса, унда улар бир-биридан ажратилган бўлиши мумкин. (\vec{S}_g, \vec{R}_N) жуфтларға мос келадиган вазифалар таъсир этишни кузатиш талабларига жавоб бермайди ва шунинг учун кам ҳолатларда фойдаланилади. (\vec{S}_N, \vec{R}_N) , типдаги вазифалар кузатилади ва унинг турлари, қарор қабул қилиш (\vec{S}_N, \vec{R}_g) , вазифаси кузатишға мос келади, (\vec{S}_g, \vec{R}_g) вазифаси таснифлашға мос келади.

Оператор фаолияти моделини олдиндай айтиб бериш имкониятини миқдорий баҳолаш учун кўп ҳолларда статистик моделлаштириш услубидан фойдаланилади [58]. Оператор томонидан сигнални аниқлашнинг дискрет вазифаларини ҳал этиш модел параметрларининг қайд этиш қийматлари учун амалларни бажариш якунини ва танлаш натижасида материалда оператор фаолиятининг тавсифларини кейинчалик баҳолаш билан $n(t)$ эквивалент шовкинни турлича амалга оширишни кўп марта аниқлашдан иборат бўлади.

Оператор фаолиятининг тавсифлари бўлиб таъсир этиш (қарорни қабул қилиш) вақтини t_p тақсимлаш қонуни, тўғри аниқлаш эҳтимоли P_{no} ва хавфни билдирувчи ёлғон сигнал эҳтимоли P_{am} ҳисобланади.

Ишчи тавсифлар усули билан моделлаштириш натижаларига ишлов бериш икки умумлашган параметрлар d_1 ва d_2 ёрдамида шакллантирилишиға эришилган бўлиб, бу икки параметрнинг физик моҳияти реакциялар селектори чиқишидаги «сигнал/шовкин» нисбати ва шовкин дисперсияси нолға тенг бўлганда қарор қабул қилиш вақтини билдиради:

Моделнинг дастлабки параметрлари билан умумлашган параметрларнинг боғлиқлиги куйидаги кўринишға эға бўлади [72]:

$$d_1 = \frac{b}{\sigma_m}; \quad d_2 = -\frac{1}{\alpha\beta} \ln\left(\frac{\beta\xi}{\theta}\right) \quad (2.1)$$

Берилган параметрлар операторнинг функционал ҳолати ва индивидуал хусусиятларига боғлиқ [63]. Операторнинг фақат функционал ҳолатиға α ва β коэффициентларнинг қийматлари ва индивидуал хусусиятларига ечилаётган масалаға инвариантға; ξ – реакциялар детекторининг чегара сатҳиға; σ_m – операторнинг хусусиятлари ва функционал ҳолатиға боғлиқ бўлган ўртача квадратик оғишға боғлиқ бўлади.

Умумлашган инсон-оператор моделининг параметрларини идентификациялаш услубларини таҳлил қилиш [58] ишда кўриб чиқилган. Ҳосил бўлган идентификациялашдан нисбати автоматлаштирилган экспериментал мажмуа негизида олинган мақсадларни аниқлаш тести бўйича эксперимент натижаларини қайта ишлаш учун фойдаланилган [64]. Эксперимент натижалари ва автоматлаштирилган оператор фаолиятининг умумлашган моделини таққослаш инсон-операторнинг реал фаолияти моделини тадқиқ қилиш объекти сифатида танланган айнан ўхшашлик тўғрисида гапириш имконини беради [58], ишда оператор фаолиятининг умумлашган модели етарлича олдиндан айтиб бериш қувватға эға бўлиши тўғрисида хулоса берилган.

Мураккаб технологик объектлар операторларининг тренажёрларини яратишда асосий эътиборни таълимнинг турли босқичларида ўрганувчи ҳаракатларининг рационал вариантларини ва уларни маълум объектға қўллашни шакллантиришни аниқлашнинг самарали усулларини кидиришға ажратиш зарур.

Мумкин бўлган технологик вазиятлар, жараёни бошқариш-

нинг турли вариантлари, реал объект операторларининг ҳаракатларини таҳлил қилиш натижалари асосида оқилона қарорларни шакллантириш моделини қуришга ёндашув мавжуд. Бундай таҳлил қилишда графааналитик услублардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади.

Технологик жараёнларнинг вазиятли таҳлил қилиш бошқариш объектида содир бўладиган ҳолатлар ҳажминини аниқлаш имконини беради. Турли кўринишларда бундай вазиятларнинг кўп марта такрорланиши операторда технологик диагнозни белгилашни билишни ва объектда юзага келадиган носозликларни бартараф этиш бўйича чораларни етарлича тез қабул қилишни шакллантиради. Технологик жараёндаги бузилишларнинг ва технологик ускуна ишидаги носозликларнинг барча мумкин бўлган сабабларини аниқлаш, қарор қабул қилиш ва бошқариш таъсирларни бериш оператор томонидан объектнинг муайян участкасидаги мумкин бўлган бузилишлар ўртасидаги мантиқий сабаб-оқибат боғлиқлигини таҳлил қилиш асосида амалга оширилади. Келтирилган амалларни ўрганиш боғланишлар тузилмасини тавсифлашни талаб этади. Ушбу тузилмани ўрганиш айрим графлар кўринишда сабаб-оқибат алоқаларининг схемасини қуриш имконини беради. Ҳар бир ўрганилаётган система граф билан шакллантириладиган аниқланган мантиқий тузилмага мувофиқ қўйилади [48]. Бундай графнинг ҳар бир чўққиси $[Y_i^*, Y_i^*]$ интервалнинг чегараларидаги параметрнинг чиқишларини тавсифлайди, бу ерда Y_i^*, Y_i^* – технологик регламент билан бериладиган параметрларнинг рухсат этилган ўзгаришларининг мос юқори ва қуйи чегаралари. Алоҳида чўққиларини бирлаштирадиган динамик каналлардан иборат бўлади.

Операторларни ўқитиш вазифаларини ҳал этишда катта эътибор авария вазиятларини математик тавсифлашга қаратилган. Бу операторнинг авария вазиятларининг шароитларида тўғри қабул қилиши оператив фикрлаш унинг асосий компонентини ташкил этади, бундай вазиятлар юзага келганда оператор ҳаракати реал шароитларда амалга оширилмайди. $i = \overline{1, n}$ даги режимли $Y_i(t)$ параметрларнинг ҳар бири объектнинг чиқиш координатаси ҳисобланадиган динамик каналлардан қуйидаги тенгсизликнинг бажарилиши билан аниқланади:

$$Y_i^* \leq Y_i(t) \leq Y_i^* \quad (2.2)$$

$i = \overline{1, n}$ да Y_i^*, Y_i^* катталиклар қуйидаги қўшимча шартларни қаноатлантириши лозим:

$$0 < L_i^* < Y_i^*; \quad 0 \leq Y_i^* \leq L_i^* \quad (2.3)$$

L_i^*, L_i^* қийматлар ҳалоқат юз берадиган ҳолатдаги координат қийматларига мос келади. L_i^*, L_i^* катталиклар жараённинг кўп сондаги ўзаро боғлиқ шартлари билан белгиланади. Динамик системаларнинг ҳалоқатли вазиятлари деганда бир ёки бир нечта шартлар юзага келадиган иш режими тушунилади:

$$L_i^* < Y_i(t) < Y_i^*; \quad Y_i^* < Y_i(t) < L_i^* \quad (2.4)$$

Бир ҳалоқатли вазият бошқасидан (2.2) шартни қаноатлантирувчи $Y_i(t)$ параметрларнинг турли комбинациялари билан фарқланади, уларнинг барчаси $Y_i(t)$ ўртасидаги мантиқий сабаб-оқибат боғлиқлиги билан аниқланади.

Умуман объект ҳолатини таҳлил қилиш учун алоҳида рад этишларнинг ўзаро таъсир этиш ва ташқи таъсирлар остида ўзгариш ҳамда бошқариш таъсирлари бўлган носозликлар натижасини аниқлаш зарур. Катта ўлчамли тизимлар учун бундай таъриф мураккаб вазифа бўлиб ҳисобланади, унинг ечими объект ишлашининг эксплуатацион ишончилигини ошириш билан боғлиқ бўлади. Бу ўз навбатида инсон-оператор бўлиб ҳисобланган иерархик тузилмада асосий ўринга эга бўлган бошқаришнинг юқори самарали тизимни ишлаб чиқиш билан боғлиқ бўлади.

Ишдан чиқишлар ҳақидаги билимларни шакллантириш ва улардан операторларни тайёрлашда фойдаланиш учун [65] ишда ускуналарнинг ишдан чиқишида ҳалоқат олди ва ҳалоқатли вазиятлар юзага келиши ва оператор фаолиятини ҳисобга олган ҳолда таъминлаш эҳтимоллигини микдорий баҳолаш имконини берувчи усул таклиф этилган. Бундай усул объект ишлашининг ишончлилик модели асосида ишлаб чиқилади.

Ишончлиликнинг математик модели иккита символик ва топологик турларга ажратилади. Символик моделлар алгебраик ва дифференциал тенгламалардан, ёки мантиқий ифодалардан иборат. Мантиқий ифодалар айрим ҳолатларда тизимни топиш эҳтимолини, шунингдек, турли ташқи омиллар, фойдаланиш шароитлари ва техник хизмат кўрсатиш шароитларига мувофиқ тизим элементларининг ишончлилик кўрсаткичлари, уларнинг ўзаро боғлиқлари ва ўзаро муносабатларини аниқлаш имконини беради. Ишончлиликнинг топологик моделлари бўлиб объектнинг ишлаш ҳолатидаги

айрим элементларининг ишламай қолишларга таъсир этишнинг кўргазмали график ифодаси ҳисобланади. Бу объектнинг ишончлилик кўрсаткичлари ва самарадорлик мезонларини унинг эксплуатация қилиш ва техник хизмат кўрсатиш хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда аниқлаш имконини беради.

Техник тизимлар (ТТ) ишончилигининг маълум топологик моделлар орасидан энг катта кўргазмалилик ва кўп ахборотга эга бўлишлик рад этишлар дарахтига эга бўлади, ушбу дарахт учун маълумотларни микдорий қайта ишлаш ва уларни текшириш қулайлиги ва соддалигининг юқори даражаси характерлидир. Техник тизимларнинг ёки айрим элементларнинг рад этишлар дарахти бу бирламчи ва иккиламчи натижаловчи рад этишлар кўринишдаги айрим элементлар, тасодифий ҳодисалар ўртасидаги мантикий-эхтимоллий ўзаро боғлиқликларни акс этадиган ТТ ва унинг элементи ишончилигининг топологик модели ҳисобланади. Натижада ушбу тизим ёки кўриб чиқиладиган элементнинг қисман ёки тўлиқ ишламай қолиш кўринишда асосий мураккаб ходисага олиб келадиган мўлжалланган графлар ҳисобланади. 1) бирламчи рад этишларни акс эттирувчи чўкки (элементар ходиса)лар; 2) натижа олувчи ёки иккламчи рад этишларни акс эттирувчи чўккилар; 3) бошқа рад этишларнинг юзага келишига таъсир этмайдиган локал рад этишларни акс эттирувчи чўккилар; 4) альтернатив ҳодисаларни мантикий бирлаштириш амалларига мос келадиган чўккилар («ЁКИ» қайта улагич); 5) тасодифий ҳодисаларни мантикий ифодалаш амалларига мос келадиган чўккилар («ВА» қайта улагич). Бирламчи ёки иккиламчи рад этишларни акс эттирувчи ҳар бир чўккига рад этишнинг юзага келишининг аниқ эхтимолига мос келади.

Рад этишлар дарахти турли рад этишнинг ўзаро таъсирларнинг тарқалиш усулини кузатиш имконини беради. «ВА» ва «ЁКИ» мантикий бирлашиш амалларига мос келадиган чўккилар мавжудлиги асосий рад этишлар ёки оралик рад этишлар юзага келиш эхтимолини аниқлаш учун бирламчи рад этишлар юзага келиш эхтимоли бўйича микдорий ахборотдан фойдаланиш имконини беради.

Қоидага кўра, математик моделлар инсон омилини ҳисобга олмасдан усқунанинг ишламай қолишини тавсифлайди. Бундай ёндашув тўлиқ бўлиб ҳисобланмайди, чунки оператор технологик тизимни бошқариш тизимида асосий ўринга эга бўлади.

Инсон-машина ишончилигини баҳолаш тузилмавий услуб

билан амалга ошириш мумкин. Тузилма – «инсон-машина» тизими фаолият бирлигининг микдорий характеристикалари билан ишлаш жараёнини акс эттирувчи махсус мантикий занжир ҳисобланади. Инсон-оператор фаолияти ишончилигининг микдорий кўрсаткичларини олиш учун фаолият тузилмасини қуйидаги усул бўйича қуриш мақсадга мувофиқ бўлади [68]:

- оператор фаолиятининг алгоритминини тавсифлаш шаклида тузилади;
- алгоритмнинг шаклга келтирилган ёзувга ишчи блоклар, диагностика назорат қилиш блоклари ва хатоларни назорат қилиш блоклари ёрдамида ўтиш;
- айрим амаллар ишончилигининг микдорий характеристикалар бўйича дастлабки маълумотлар танланади. Микдорий маълумотлар махсус синовлар асосида ёки маълумотнома маълумотлар бўйича аниқланади;
- аналитик ифодалар бўйича функционал-дастурий ишончликнинг умумий кўрсаткичлари аниқланади;
- натижаларни таҳлил қилади ва «инсон-машина» тизимининг технологик талаблар ва ишончлиликка мувофиқлиги тўғрисида хулоса чиқаради.

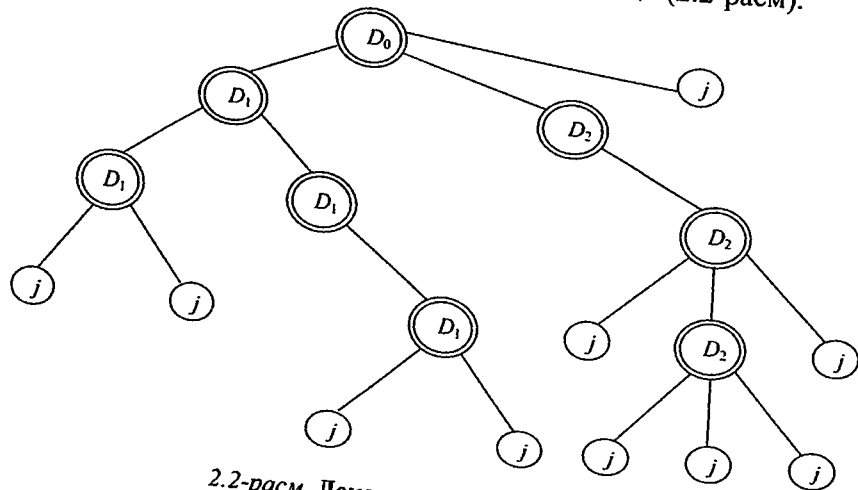
Инсон-машина тизими ишлашининг оператор фаолиятини ҳисобга олган ҳолда баҳолаш вазифаларини ҳал этиш учун объектни бошқариш бўйича оператив ходим фаолиятини ҳисобга олган ҳолда синтез қилинадиган рад этишлар дарахтидан фойдаланиш услуби таклиф этилган.

Рад этишлар дарахтини автоматик синтез қилиш учун дастлабки ахборот бўлиб технологик тизимда содир бўладиган ҳодисалар ва оператор амаллари ўртасидаги алоқаларнинг график тасвиридан иборат бўлган ТТнинг мўлжалланган графни ҳисобланади. Бундай графларни сабаб-оқибат боғлиқлиги схемасининг мантикий тузилмасини таҳлил қилиш асосида муваффақиятли қуриш мумкин.

Тахминий қирралар тамойилини ҳисобга олган ҳолда кўриниши ўзгарган параметрларнинг ўзаро таъсирларининг тузилмавий схемаси ушбу параметрларнинг сабаб-оқибат боғлиқлигининг тўлиқ графни ёки авария вазиятларини ривожлантириш графини ўз ичига олади. Бузилишларнинг сабабларини аниқлаш вазифасининг мураккаблилиги оператив фикрлашга, шунингдек, хато қарорларни қабул қилишни ҳисобга олиш зарурлигига ва вазиятларни идентификациялаш учун вақт сарфланишига асосланиши билан белгиланади.

Оператор зарур авария вазиятлари ривожланишининг мантикий билимларини эгаллаши учун ўқитиш кўп ҳолатларда авария вазиятлари ривожланишининг тўлиқ график тизимини декомпозициялаш услубидан фойдаланиш билан вазиятли таҳлил қилиш усулида олиб борилади. Декомпозициялаш усулларининг моддий асосини таклиф этиш шарт эмас, у концептуал бўлиши мумкин. Декомпозициялашнинг бир нечта усуллари мавжуд. Бунда олинадиган тизим ости тузилмаси декомпозициялаш усулига боғлиқ бўлади.

Тавсифлашни шакллантиришга қулай бўлиши учун ихтиёрий система ўзида акс эттирувчи «айнан ўхшаш декомпозициялаш» (j билан белгиланади) тушунчасидан фойдаланилади. D_0 системага декомпозициялаш усулини кўллаб, $D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$ кўплаб тизим ости (тармоқлар)ни ҳосил қиламиз, уни ҳам ўз навбатида $D_{j1}, D_{j2}, D_{j3}, \dots, D_{jn}$ га бўлиш мумкин. Жараён бир хилдаги декомпозициялашга эришилгандагина тугалланган ҳисобланади (2.2-расм).



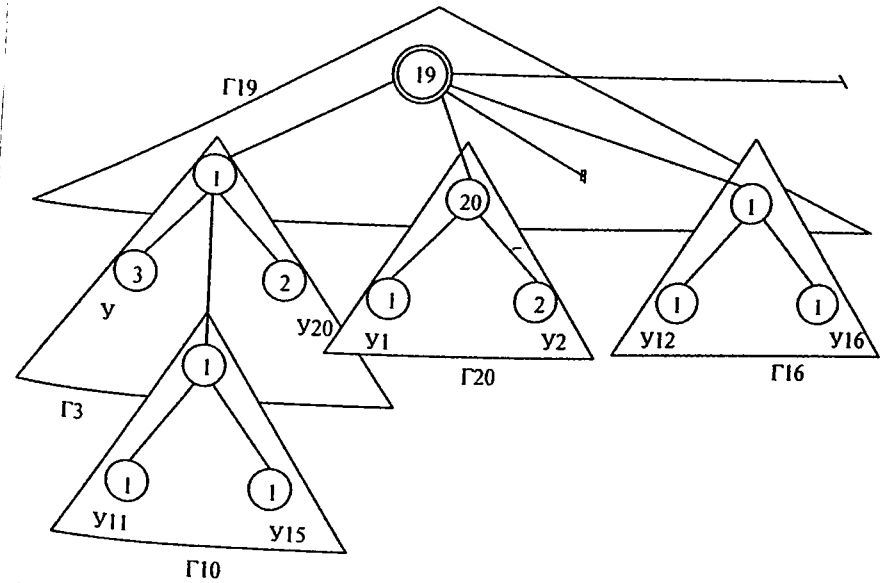
2.2-расм. Декомпозициялаш дарахти

Тўлиқ графни декомпозициялаш ҳодисанинг оддий кетма-кетлигини, яъни биринчи сабабнинг бирламчи тузилмасини ҳосил қиладиган граф чўққисининг кетма-кетлигини аниқлаш имконини беради.

Декомпозициялаш тамойилларидан винилацетат ишлаб чиқишнинг вазиятли моделини яртишда фойдаланилади [69].

Оператор ҳаракатлари алгоритмини тузиш жараёнида объектнинг муҳандислик-мантикий таҳлил қилишда ҳар бир асосий ҳоди-

са (ҳалокатли вазият) учун биринчи сабабли тўлиқ граф (БГ) қурилади. Винилацетатни синтез қилишнинг реакторли бўлинмасининг БГ фрагменти 2.3-расмда келтирилган.



2.3-расм. Техноложик жараённинг биринчи сабаб графининг фрагменти

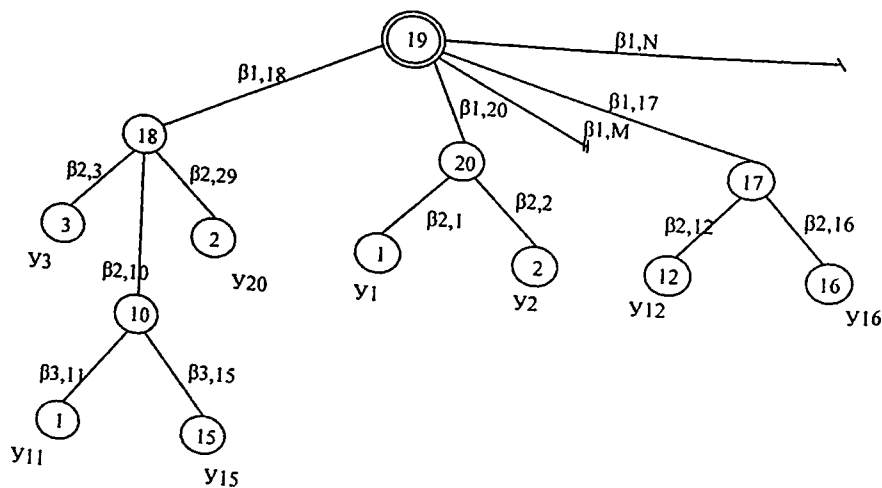
БГ 19 боғланиш нуқтаси асосий ҳодисага, 10, 17, 18 боғланиш нуқталари ёрдамчи ҳодисаларга мувофиқ келади, уларнинг ривожланиши асосий ҳодисанинг (19) юзага келишига олиб келади; 1–3, 11, 12, 15, 16, 29 ёрдамчи ва асосий ҳодисанинг биринчи сабаб юзага келишига мувофиқ келади.

Ёрдамчи ҳодисалардан ҳар бири асосий ҳодисанинг биринчи сабаби бўлиб ҳисобланади. Биринчи сабабнинг тўлиқ графини қурилган деб ҳисоблаш мумкин, қачонки унинг барча тармоқлари ҳар бири бошқариш таъсирларига (ҲК) қарши турганда биринчи сабаблар тугалланиши керак бўлади.

Тўлиқ графнинг тузилиши юзага келиши мумкин бўлган айрим ёрдамчи ҳодисалар учун техноложик схемани таҳлил қилишга, яъни элементар графлар (Γ_n) тузилишига боғлиқ бўлади.

Сабабларни батафсил келтириш, кўриб чиқиладиган ҳодисани бошқариш таъсирлар ҲК ёрдамида бартараф этиш имконияти юзага келмаганга қадар амалга оширилади.

Элементар графлар (I_j) сатҳидаги ёрдамчи ходисалар ва уларнинг асосий ходисага таъсир кўрсатиш аҳамиятининг таҳлили БГни ҳалокатли вазиятлар ривожланиши устуворлигининг графига ўзгартириш имконини беради (2.4-расм), бунда графнинг ҳар бир ёйида β_{ij} вазн коэффициентларининг β қийматлари ёзилади.



2.4-расм. Авария вазиятлари ривожланиш устуворлиги графининг фрагменти:

- 1 – бугнинг буг барабанига берилишининг ошиши; 2 – бугнинг буг барабанига берилишининг камайиши; 3 – уксус кислотаси берилишининг камайиши;
- 10 – этилен айланишининг камайиши; 11 – этилен берилишининг камайиши;
- 12 – кислород берилишининг ошиши; 15 – компрессор киришидаги этилен босимининг камайиши; 16 – етарлича нуфланмаслик; 17 – тизимда кислород миқдорининг ошиши; 18 – уксус кислотаси бугланишининг камайиши;
- 19 – реакторда ҳароратнинг кескин ошиши; 20 – реактор киришида исиган сув босимининг ошиши; 29 – бугнинг буглаткичга берилишининг камайиши.

Таққослашнинг қиёсий чораси сифатида β_{ij} катталигининг алоҳида тармоқлардаги аҳамиятлилиги кўриб чиқилади. Аҳамиятли коэффициентлар қийматини аниқлашда тоифалар бўйича тармоқларни саралашни амалга ошириш имконини берадиган қуйидаги эвристикалардан фойдаланиш қулайдир: I – бевосита аварияларга олиб келадиган; II – тайёр маҳсулот ёки ярим тайёр маҳсулотнинг куввати, унумдорлиги, сифати кескин камайишига олиб келадиган; III – маҳсулот сифати жуда ёмонлашувига, унумдорликнинг па-

сайишига олиб келадиган, лекин қисқа вақт давомида бартараф этилиши мумкин; IV – қолган барчасига.

Оператор фаолиятининг сабаб-оқибат моделларини куриш таъминлари объект фаолиятининг турли режимларида юзага келувчи вазиятлар бўйича оператор ҳаракатлари алгоритмининг самарали шакллантириш имконини беради.

Ўқитиш босқичида оператор фаолиятининг сабаб-оқибат моделларидан фойдаланиш ёрдамчи ва асосий ходисаларнинг биринчи сабаблари юзага келишини билиб олишда ва бир нечта ўзаро боғлиқ бўлган вазиятлар юзага келган ҳолатда уларни бартараф этишнинг энг қисқа усулларини аниқлашда касбий кўникмаларни эгаллаш имконини беради.

Кўриб чиқилган декомпозиция таъминлари технологик объектда ходисалар ривожланишининг тузилмавий схемасини куришда вазиятлар ривожланишининг тўлиқ графи кўринишига асос бўлиб хизмат қилади.

Ходисалар ривожланишининг тузилмавий схемасини куриш жараёнида объектнинг турли режимларда ишлашида вазиятларнинг ривожланишини белгилайдиган асосий, оралик ва биринчи навбатдаги ходисалар аниқланади, шунингдек, операторнинг объектда бўладиган технологик жараёнларни назорат қилиши ва бошқариши бўйича вазифаларни ҳал этиши учун зарур бўлган назорат қилинадиган параметрлар ва реакциялар аниқланади. Юзага келадиган вазиятларни оператив таниб олиш усуллари ва уларни бартараф этиш бўйича қабул қилинган ечимлар оператор томонидан босқичма-босқич ўрганиш ҳамда ўзлаштиришни таъминлаш мақсадида тўлиқ графлари алоҳида вазифаларни белгилайдиган алоҳида ходисаларга мос келадиган чўккиларга эга қатор кичик графларга бўлинади.

Эталон алгоритмлар қуйидагилар: бузилиш ва носозликларни аниқлаш, уларнинг сабабларини топиш, қарорлар қабул қилиш ва бошқариш таъсирларини амалга ошириш каби асосий функцияларни бажаришнинг зарур шартини ишлаб чиқилган.

Технологик жараённи бошқаришда оператор фаолиятида зарур бўлган юқорида келтирилган функцияларни амалга оширишда операторни ўқитиш ва кўникмаларини ривожлантириш курсини ташкил этиш мақсадида назорат қилиш ҳамда бошқариш алгоритмлари курилади. Ушбу босқичнинг мақсади бўлиб фаолиятнинг оператив бирлиги (ФОБ)нинг зарур ва етарлича ҳажми ҳамда қайд этилган

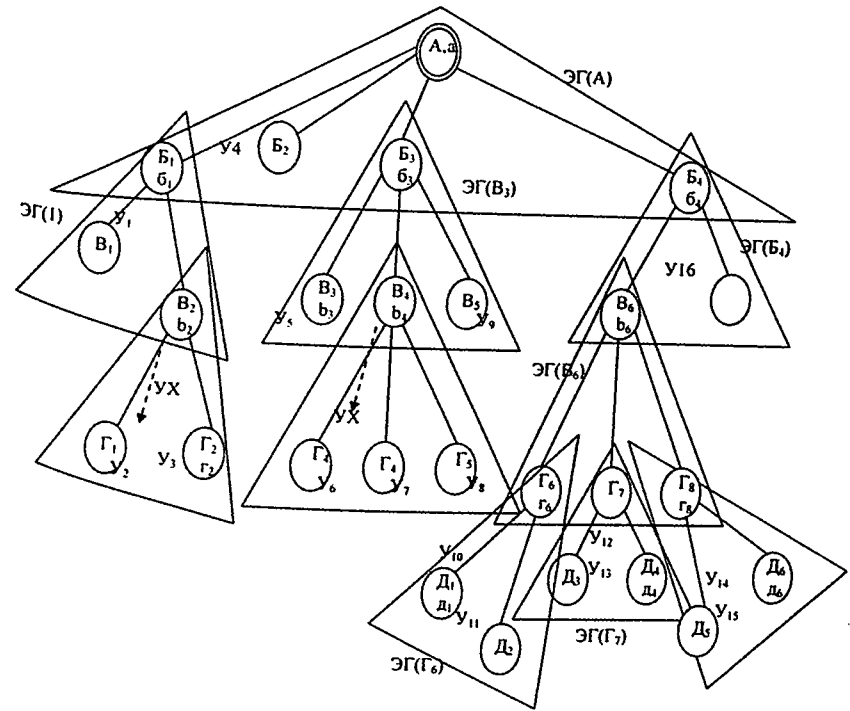
номи рўйхатни аниқлаш ҳисобланади; айрим функционал-технологик мажмуалар (ФТМ)нинг ҳар бир асосий ходисаларини назорат қилиш учун ва бошқариш графларининг тузилиши ҳамда операторнинг алгоритмик фаолият модели (ФМ)ни куриш учун дастлабки маълумотларни йиғишдан иборат.

Биринчи сабабли графларни назорат графига ўзгартириш учун назорат нукталарини танлаш ва уларни граф алоқаларига қўйиш ҳамда уни аниқланмайдиган ҳолатларни бартараф этиш ҳисобига тартибга келтириш лозим. Бошқача айтганда, назоратнинг ҳар бир реал графи миқдорий қийматлар мавжуд бўлган маълумотлар асосида ҳисоблаб чиқилиши, бу эҳтимолли талабларни қаноатлантирувчи ҳар қандай меъёрга мос келтирилган назорат графига яқин бўлиши керак (масалан, биринчи граф бўйича). Назорат графининг тузилиш усули биринчи сабаб графининг ҳажмини оптимал танлаш ва назорат нуктасининг характери ҳисобига меъёрга келтирилган графга ўзгартириш вазифасининг ечимига келтирилади. Шу мақсадда назоратнинг меъёрга келтирилган графининг тушунчасини шакллантирамиз ҳамда назорат графининг турли вариантларини ўзаро ва назоратнинг нормага келтирилган графлари ўртасида таққослаш учун унинг миқдорий қийматлари параметрларини ҳисоблаб чиқиш усулларини келтириб ўтамиз. Авваламбор биринчи иккита талабларга нисбатан идеал бўлган назорат графини аниқлаб оламиз (исталган ҳодисани ва назорат нуктасининг минимумидаги унинг сабабини аниқлаш имконияти). Бунинг учун мисол сифатида граф чўққисига (А ходиса) ва B_1 – B_4 боғланиш нукталари билан тугайдиган тўртта тармоғига эга бўлган элементар графни $ЭГ(A)$ кўриб чиқамиз (2.5-расм).

$ЭГ(A)$ учун назоратнинг зарур ва етарли нуктаси тўртта тенг бўлади. Масалан, фараз қилайлик, А, B_1 , B_3 ва B_4 ходисаларни аниқлаш учун а, b_1 , b_3 ва b_4 мос равишда биттадан назорат қилинадиган параметр танланган бўлсин. Бунда ҳар бир ходиса куйидаги параметрларнинг конъюнкцияси каби аниқланади:

$$B_1: a \wedge b_1; \quad B_3: a \wedge b_3; \quad B_4: a \wedge b_4;$$

Қолган назорат қилинмайдиган B_2 ходиса А ходиса, яъни $B_2: a \wedge \bar{b}_1 \wedge \bar{b}_3 \wedge \bar{b}_4$ (бунда параметр симболи устидаги чизикча B_1 , B_3 ва B_4 ходисаларнинг инверсиясини билдиради) мавжуд бўлган шароитда B_1 , B_3 ва B_4 ходисаларни истисно қилиш услуги билан аниқланади.



2.5-расм. Асосий А ходиса учун назорат графи $ЭГ(A)$:
 $ЭГ(A)$, $ЭГ(G_8)$ – элементар графлар; А–Д – назорат қилинадиган боғланиш нукталар – ҳодисалар; а–д – назорат қилинадиган параметрлар (ОЕД);
 U_x – ажратилмаган ҳодисалар; U_1 – U_{16} – бошқарувчи таъсирлар.

Энди иккита иерархик босқичлардан, яъни А; B_1 – B_4 ; B_1 – B_7 боғланиш нукталаридан иборат бўлган биринчи сабаб графларини кўриб чиқамиз, бундай граф тўртта элементар графларни ўз ичига олади: $ЭГ(A)$, $ЭГ(B_1)$, $ЭГ(B_3)$, $ЭГ(B_4)$.

$ЭГ(A)$ элементар графни тўлиқ диагностика қилиш учун тўртта: а; b_1 – b_4 параметр талаб этилади. $ЭГ(B_1)$ учун (танлангандан ташқари b_2 параметр танланади). Айнан ўхшаш $ЭГ(B_3)$ учун b_3 параметрдан ташқари яна иккита, b_3 ва b_4 параметрлар танланади.

$ЭГ(B_4)$ учун b_4 параметрдан ташқари, битта параметр танланади, масалан, b_6 . Асосий ҳолатлар учун дастлабки ҳодисалар алгоритмларининг формулаларини тузамиз:

$$1) B_1: a \wedge b_1 \wedge \bar{b}_2; \quad 2) B_2: a \wedge \bar{b}_2; \quad 3) B_3: a \wedge b_3; \quad 4) B_4: a \wedge \bar{b}_4;$$

$$5) B_5: a \wedge \bar{b}_1 \wedge \bar{b}_2 \wedge \bar{b}_3 \wedge \bar{b}_4;$$

Ёрдамчи ходисалар учун:

$$B_1: 1) B_1: b_1 \wedge \bar{b}_2; \quad 2) B_2: b_1 \wedge \bar{b}_2;$$

$$B_2: 1) B_2: b_2 \wedge \bar{b}_2; \quad 2) B_4: b_3 \wedge \bar{b}_4; \quad 3) B_5: b_3 \wedge \bar{b}_3 \wedge \bar{b}_4.$$

$$B_4: 1) B_6: b_4 \wedge \bar{b}_6; \quad 2) B_7: b_4 \wedge \bar{b}_6;$$

Асосий ҳолатни диагностика қилиш, барча ёрдамчи ходисаларни аниқлаш ва уни диагностикалаш учун назорат қилинадиган параметрларнинг зарур ва етарли сони ушбу графнинг тармоқлаф сонига тенг бўлади, агар ЭГ биринчи сабаб графидаги ҳар қандай ходисага мос келадиган тармоқлардан бири уларнинг ҳар бирига кирса, назорат қилинмайдиган ҳисобланади, ЭГнинг чўққиси назорат қилинади ёки истисно услуби билан аниқланади, ҳар бир графнинг назорат қилинадиган боғланиш нукталарида ёзилган ҳодиса эса бир параметр ёрдамида аниқланди.

Агар назорат графида ходисаларнинг бир қисми бир хил параметрлар ёрдамида аниқланса, графнинг барча ходисаларини диагностика қилиш учун умумий зарур ва етарли параметрлар сони қуйидагига камайд:

$$\sum_{i=1}^k (d_i - 1), \quad (2.5)$$

бу ерда: k – такрорланадиган параметрлар сони, i – такрорланадиган параметр рақами, d_i – i - параметр ёрдамида аниқланадиган ходисалар сони.

Кейин учинчи талабга нисбатан идеал бўлган назорат графини аниқлаш зарур. Бунинг учун барча дастлабки ходисалар алгоритмларининг формулаларидаги барча аъзолари (параметрлари) суммасига тенг бўлган V граф тармоқлари сонига тенг бўлган дастлабки ходисаларнинг умумий сонига тааллуқли бўлган \bar{m} дастлабки ходисаларни назорат қилиш алгоритмларининг ўртача мураккаблилик тушунчасини киритамиз.

Ҳисоб-китоблар шуни кўрсатадики, иккита талаблардан бирига нисбатан идеал бўлган назорат графи учун $\bar{m} = 3 - \frac{2}{V}$.

Алоҳида ходисаларни назорат қилиш алгоритмларининг мураккаблилиги уларнинг аҳамиятлилигига тескари пропорционал бўлса, ходисалар мураккаблилигини тақсимлаш қонуни ушбу ходисалар аҳамиятлилигини тақсимлаш қонунига тескари пропорционал бўлиши зарурдир. Шу мақсадда ушбу иккита тасодифий катталиқ учун тақсимлаш қаторлари ёки гистаграммаларни қуриш ҳамда уларни таққослаш етарли. Бунинг учун тасодифий катталиқни тақсимлаш қонунларининг бошқа шакллари билан ёки уларнинг микродий ҳарак-

теристикалари – иккинчи, учинчи ва тўртинчи тартиблар моментларидан фойдаланиш мумкин.

Нормага келтирилган (идеал) назорат графининг асосий хусусиятларини ҳосил қиламиз:

1. Назорат графининг $U_{к.у.}$ назорат қилинадиган боғланиш нукталари сони ушбу графнинг V тармоқлар сонига тенг бўлади: $U_{к.у.} \approx V$ (2.6)

2. Биринчи сабаб графига кирувчи ҳар бир ЭГда ҳар қандай ходисага мос келадиган битта тармоқ чўққи назорат қилинган ёки истисно услуби билан аниқланган ҳолда назорат қилинмайдиган бўлиб ҳисобланади.

3. Граф боғланиш нуктасига ёзилган ҳар бир назорат қилинадиган ходиса битта параметр ёрдамида аниқланади.

4. Графнинг барча ходисаларини диагностика қилиш учун назорат қилинадиган параметрларнинг зарур ва етарли сони қуйидагига тенг: $N_{н.д.} = V - \sum_{i=1}^k (d_i - 1)$ (2.7)

5. Асосий ходиса учун дастлабки ходисаларни назорат қилиш алгоритмлар мураккаблигининг ўртача қиймати қуйидагига тенг: $\bar{m} = 3 - \frac{2}{V}$ (2.8)

6. Асосий ходиса учун дастлабки ходисаларни назорат қилиш алгоритмларининг мураккаблилигини тақсимлаш уларнинг аҳамиятлилигини тақсимлашга тескари пропорционалдир.

Қуйидаги асосий босқичларга ажратиш мумкин: асосий ходисаларнинг сабабларига мос келадиган дастлабки ходисаларнинг аҳамиятлилиги аниқланади, граф ходисаларини диагностика қилиш учун назорат қилинадиган боғланиш нукталарининг зарур ва етарли сони (2.6) формула билан аниқланади.

Биринчи сабаб графи элементар графа бўлинади. Асосий назорат қилинадиган параметр ёзиладиган энг юқори чўққидан бошлаган ҳолда ҳар бир ЭГ учун назорат қилинадиган боғланиш нукталарининг зарур ва етарли сони танланади ҳамда назорат қилинадиган параметрларни танлаш амалга оширилади. Бунда қуйидаги тавсиялардан фойдаланиш таклиф этилади.

Юқори аҳамиятли ходисаларга мос келадиган тармоқлардаги графнинг боғланиш нукталарини имкон қадар назорат қилинадиган қилиш керак.

Назорат қилинадиган параметрларни танлашда лойиха ичида

мавжуд бўлган муайян типдаги датчиклар ёрдамида уларни ўлчашнинг реал имкониятларини ва уларнинг камлигини (дефицитини) ҳисобга олиш зарур.

Назорат қилинмайдиган боғланиш нуқтаси сифатида ҳар бир ЭГда шундай графни танлаш керакки, хусусий графни ҳосил қилмасин ёки унинг остида жойлашган сабабларнинг энг содда ва энг кам аҳамиятли дастлабки ҳодисалар графини ҳосил қилсин.

Агар ЭГ чўққиси назорат қилинмайдиган ҳодиса бўлса, унинг барча боғланиш нуқталари назорат қилиниши керак. Агар ЭГ чўққисидан ташқари унинг боғланиш нуқталаридан яна биттаси назорат қилинмаган бўлса, ушбу ҳодисанинг бевосита ўлчаш имкониятини аниқлаш ёки назорат қилинмайдиган боғланиш нуқталаридан бирини бевосита параметрлар билан ўлчаш мақсадида кўриб чиқиладиган ЭГнинг назорат қилинмайдиган чўққисидан чиқадиган юқорида ётувчи ЭГни кўриб чиқиш зарур бўлади [70, 71].

Элементар графда иккита ва ундан ортиқ назорат қилинмайдиган боғланиш нуқталари мавжуд бўлганда уларни билвосита ва бевосита ўлчаш имконияти бўлмаганлиги сабабли объектга таъсир этиш усули билан ушбу ҳодисаларни фаол назорат қилиш ва унинг таъсирини кузатиш имконияти аниқланади.

Назорат қилинадиган параметрларни танлашда назорат графининг турли боғланиш нуқталарида ёзилган ҳодисаларни аниқлаш учун бир хил параметрларни такрорлаш имкониятини ҳисобга олиш зарур.

Асосий ҳодиса учун дастлабки ҳодисалар алгоритмларининг формулалари тузилади. Бунда дастлабки ҳодисалар учун назорат қилинадиган биринчи сабаб билан назорат қилиш формуласига иккита аъзо – асосий параметр ва биринчи сабабни аниқлайдиган параметр киритилади. Назорат қилинмайдиган биринчи сабабли ҳодисалар учун назорат қилиш алгоритмининг формуласига, асосий параметрдан ташқари тегишли куйи ЭГ чўққисида турувчи параметр, ушбу ЭГга кирадиган барча қолган параметрлар киритилади (улар юқорига чизик чизиш билан ёзилади, ушбу ҳодисаларнинг инверсиясини билдиради). Агар асосий ҳодисанинг кўриб чиқиладиган сабабига мос келадиган тармоқда назорат қилинмайдиган боғлам мавжуд бўлса, бундай процедура улардан ҳар бири учун такрорланади. Бошқача айтганда, барча назорат қилинмайдиган боғланиш нуқталари ЭГ чўққисига ёзилган ҳодиса содир бўлган шароитда ЭГда бошқа ҳодисаларни истисно қилиш услуги билан аниқланади.

Дастлабки ходиса формуласига кирадиган барча белгилар ўзаро А конъюнкция символлари билан боғланади.

Ёрдамчи ходисалар учун назорат алгоритмларининг формуласини тузишга зарурият йўқ, чунки ушбу формулалар асосий ходиса учун дастлабки ходисаларнинг тегишли формулаларга мос келади ёки унинг бир қисми ҳисобланади.

6. Агар граф боғланиш нукталарида ёзилган ходисаларни ўлчашнинг амалий имкониятлари ва аҳамиятлилиги тўғрисидаги барча шароитлар аҳамиятсиз бўлса, олинган назорат графини биринчи сабабнинг кўриб чиқиладиган графи асосида куриш мумкин бўлган назоратнинг нормага келтирилган графи билан таққослаш учун баҳолаш амалга оширилади. Бунинг учун нормага келтирилган назорат графига хусусий графига эга бўлмаган ёки энг содда хусусий графга эга бўлган битта назорат қилинадиган боғланиш нуктасини ҳар бир ЭГ да белгилаш ҳисобига ўзгарадиган биринчи сабаб акс эттирилади. Назорат қилинмайдиган боғланиш нукталари назорат графининг тармоқлари бўйича тенг тақсимланган бўлиши керак. Назорат графини солиштирма баҳолаш мезонлари сифатида куйидаги кўрсаткичлар таклиф этилади:

1. Графнинг назорат қилинадиган боғланиш нукталарининг ортиқчилиги $\Delta U_{н.т.}^{(+)}$ (нолга тенг бўлган меъёр билан солиштириш бўйича):

$$\Delta U_{к.у.}^{(+)} = N_{э.г.}^{(+)}, \quad (2.9)$$

бу ерда: $N_{э.г.}^{(+)}$ – учлари назорат қилинадиган ходисалар, тармоқлари эса назорат қилинадиган ходисалар бўлган эталон графлар сони.

2. Назорат графидаги назорат қилинадиган боғланиш нукталарининг етарли эмаслиги $\Delta U_{н.т.}^{(-)}$ (нолга тенг бўлган меъёр билан солиштириш бўйича):

$$\Delta U_{к.у.}^{(-)} = \sum_{i=1}^{i=N_{э.г.}^{(-)}} [(V_{э.г.} - 1) - V_{э.г.}^{(p)}], \quad (2.10)$$

бу ерда: $N_{э.г.}^{(-)}$ – учлари назорат қилинадиган ёки истисно услуби билан аниқланадиган эталон графлар сони, назорат қилинадиган тармоқлар сони эса $V_{э.г.}^{(p)} < (V_{э.г.} - 1)$. $V_{э.г.}^{(p)}$ – худди шу шартларга риоя қилинадиган i – ЭГдаги назорат қилинадиган тармоқларнинг реал сони бўлиб, у ҳам i - эталон графдаги $V_{э.г.}$ – тармоқлар сони шартларини қаноатлантиради.

3. Назоратнинг реал графи параметрларининг ортиқчалиги:
мутлақ –

$$\Delta I = N_{II}^{(p)} - N_{H.д.}, \quad (2.11)$$

бу ерда: $N_{II}^{(p)}$ – назорат қилинадиган параметрларнинг назорат гра-
фи бўйича ҳисобланадиган ҳақиқий сони;

$N_{H.д.}$ – назоратнинг меъёрлаштирилган графини назорат қили-
надиган параметрлари сонини диагностика қилиш учун зарур ва
етарли сон, ушбу сон (2.7) формула бўйича ҳисоблаб чиқилади:

нисбий –

$$I\% = \frac{(N_{II}^{(p)} - N_{H.д.}) \cdot 100}{N_{H.д.}} = \frac{100(\Delta I)}{N_{H.д.}}. \quad (2.12)$$

4. Реал граф учун назорат алгоритмларининг мураккаблиги:

• назорат алгоритмларининг ўртача мураккаблиқдан мут-
лақ ошиши:

$$\Delta \bar{C} = \bar{C}_p - \bar{m}_H, \quad (2.13)$$

бу ерда: C_p – барча бошланғич ҳодисалар формулаларининг барча
аъзоларини ҳодисалар сонига нисбати кўринишида ҳисобланадиган
графнинг бошланғич ҳодисаларини назорат қилиш алгоритмлари-
нинг ўртача мураккаблиги;

m_H – (2.12) формула бўйича ҳисобланадиган меъёрлаштирилган
граф бошланғич ҳодисаларини назорат қилиш алгоритмлари мурак-
каблигининг ўртача қиймати;

• бошланғич ҳодисаларни назорат қилиш алгоритмлари-
нинг ўртача мураккаблигини фоизларда ифодаланган нисбий
ошиши:

$$\bar{C}\% = \frac{(\bar{C}_p - \bar{m}_H) \cdot 100}{\bar{m}_H} = \frac{100(\Delta \bar{C})}{\bar{m}_H}. \quad (2.14)$$

5. Назорат алгоритмлари мураккаблиги дисперсияси D_c , на-
зорат алгоритмлари мураккаблигини ўрта қийматга нисбатан тар-
қалиши (оғиши)ни тавсифлайди:

$$D_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (C_{pi} - \bar{m}_H)^2 l_i \quad (2.15)$$

бу ерда: n – графдаги бошланғич ҳодисалар сони;

k – бир хил қийматли гуруҳлар сони;

C_{pi} – назорат алгоритми мураккаблигининг i - гуруҳига бирлаш-
ган бошланғич ҳодисалар сони.

Назорат алгоритмлари мураккаблигининг дисперсияси – ўзга-
рувчан катталиқ (ўртача қийматдан фарқли ўларок, назоратнинг

барча нормага келтирилган графлари учун бир хил ва (2.12) формула билан ҳисоблаб чиқилади), назоратнинг реал граф дисперсиясини худди шу усулда ҳисоблаб чиқиш зарур бўлган нормага келтирилган граф дисперсияси билан таққослаш зарур.

6. Ҳодисалар мураккаблилигини тақсимлаш қонунининг уларнинг аҳамиятлилигини тақсимлаш қонунига мувофиқлик даражаси.

Ушбу мезон бўйича назорат графининг сифатини текшириш учун иккита тасодифий катталикни тақсимлаш гистограммасини куриш ва уларни таққослаш етарли бўлади. Келтириб ўтилган ушбу баҳолаш мезонлари реал назорат графларини баҳолаш учун хизмат қилади. Турли графлар вариантини ўзаро ва назоратнинг нормага келтирилган графлари билан таққослаш амалга оширилади;

7. Назорат графининг «тор» бўғинини аниқлаш ва уни тўғрилаш;

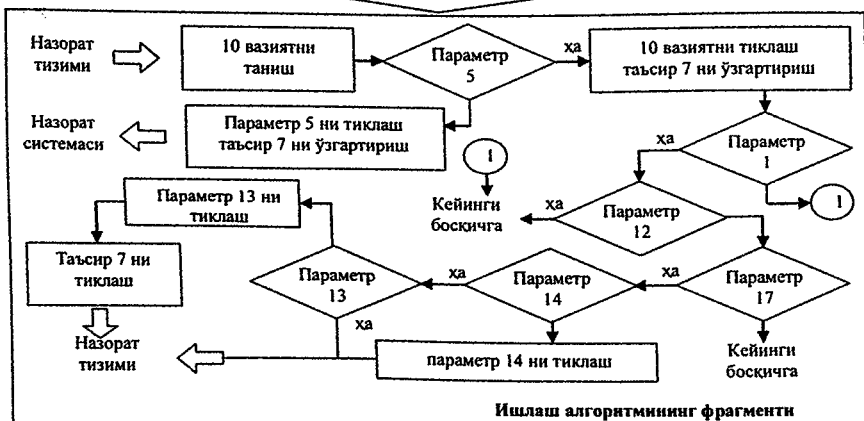
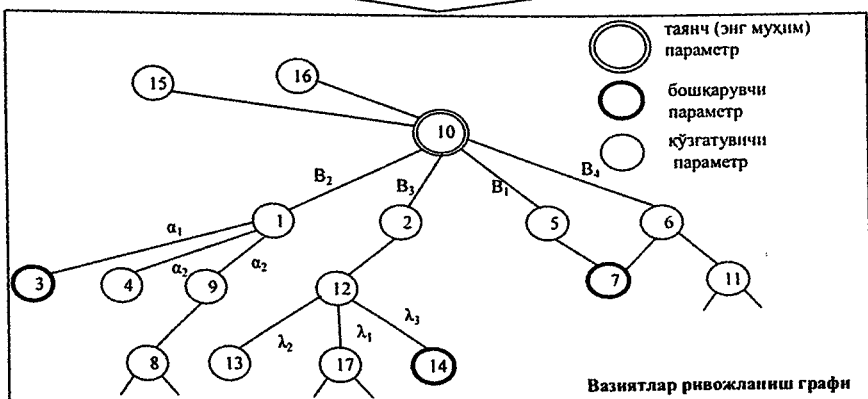
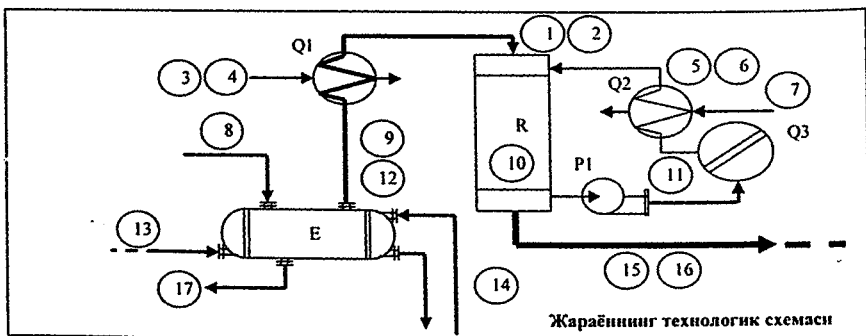
8. Назорат графида назорат нукталарининг ошиши ва бир хил параметрларни ўлчаш учун датчикларнинг ошиши ҳисобига юқори аҳамиятли ҳодисаларни аниқлаш ишончлилигини ошириш мақсадида назорат графини тўғрилаш;

9. Назорат алгоритмлар формулаларини қайтадан тузиш ва уни баҳолаш.

Биринчи сабабни аниқлаш ва юзага келган бузилишларни бартараф этишнинг эталон алгоритми ҳар бир муайян вазифа учун изланаётган таъсир этиш каналига тезликда чиқишни таъминлайдиган жараён параметрларининг ҳолатини баҳолаш процедураларининг катъий кетма-кетлигини ўз ичига олади; бузилишларни бартараф этишга қаратилган қарши таъсирни киритиш ёки вазиятни авария ҳолатигача ҳимоя тизимини ишга тушириш йўли билан олдини олиш бўйича ҳаракатларни амалга ошириш.

Бошқариш тизимида биринчи сабаб киритилиш жойига боғлиқ бўлмаган режимлар оғишларини юзага келишини бартараф этиш каналлари кўплигини эътиборга олган ҳолда оператор ҳаракатининг эталон алгоритми меъёрий режимни уч босқичда тиклашни назарда тутди.

Биринчи босқич – тезкор ҳаракатланувчи канал ёрдамида аварияли вазиятлар ривожланишини бирламчи сустрлаштириш. *Иккинчи босқич* – асосий сабабларни аниқлаш ва уларни бартараф этиш. *Учинчи босқич* – биринчи босқичда берилган таъсирни тиклаш. Оператор таъсирларининг эталон алгоритмларига ва уларнинг тизимларига таъсири 2.6-расмда келтирилган.



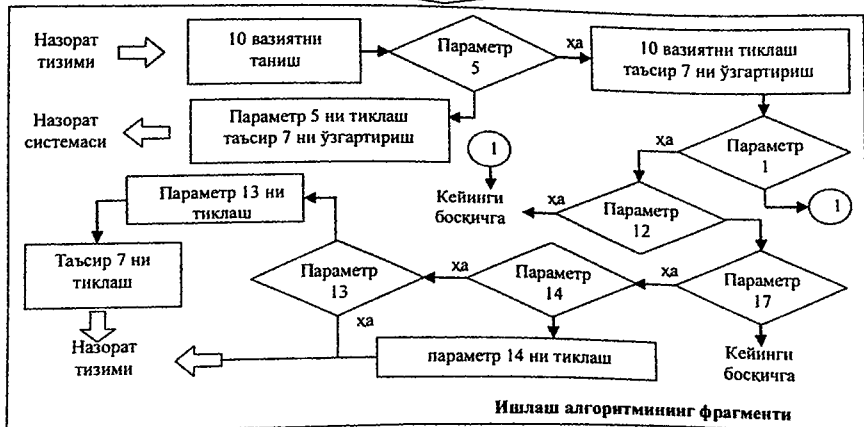
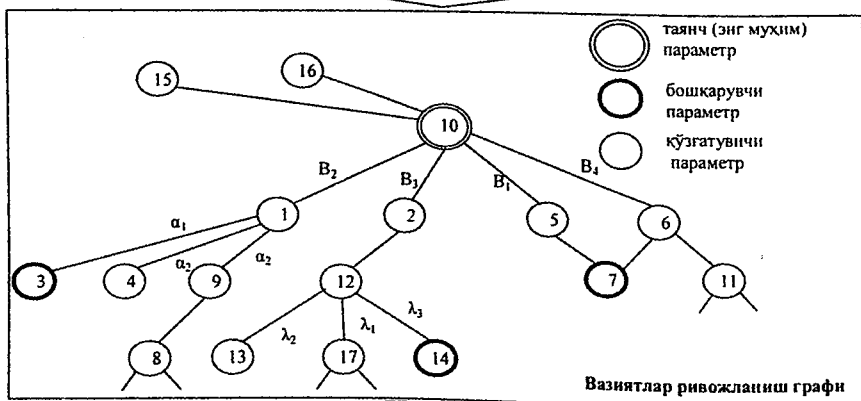
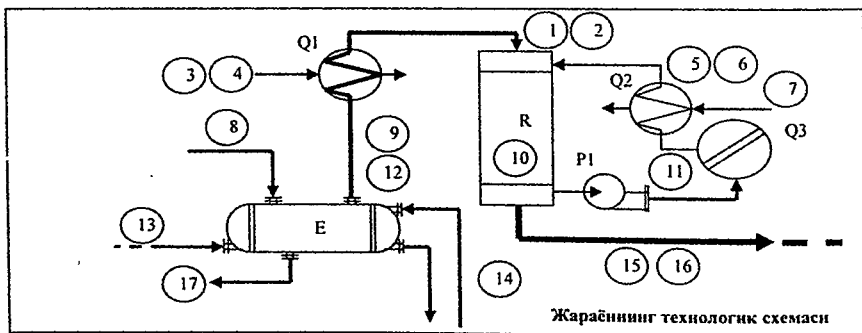
2.6-расм. Ҳалокатли вазиятларни аниқлаш ва бартароф этиш бўйича оператор ҳаракати алгоритми

Мақсадни қўйиш объектни бошқаришда фаолият босқичларининг энг қийини ҳисобланади.

Инсон-оператор фаолиятини моделлаштириш вазифалари интеллектуал кибернетик тизимларни яратиш нуқтаи назаридан жуда муҳим. Инсон-оператор фаолиятининг ноаниқ назариясини яратишга уринишлар маълум. Объект фаолиятининг турли режимларидаги технологик жараёнларни бошқариш бўйича инсон-операторнинг ҳар қандай фаолияти абстракт субъектга ва ўртачалаштирилган шароитларга мўлжалланган технологик регламент ҳамда турли йўриқномалар билан умумлашган, мустақкамлаб қўйилган айрим норматив-маъқулланган фаолиятга мувофиқ амалга оширилган бўлиши керак. Бундай фаолиятни маълум услублардан фойдаланган ҳолда тавсифлаш, ҳатто бу мумкин бўлмаганда ҳам, тўлиқ бўлмаслиги мумкин, чунки юзага келган муаммолар инсон томонидан киритилган ва технологик жараённинг ишлаши билан реал фаолиятдаги ноаниқлик ҳисобга олинмайди. Ноаниқлик мақсадни қўйиш, альтернативаларни шакллантириш, қарорларни қабул қилиш ҳамда бажариш ҳаракатлари муҳим ҳисобланган операторлик фаолиятининг барча босқичларида юзага келади.

Мақсадни қўйишни моделлаштиришда олдиндан айтиб берилаётган технологик вазиятларнинг муҳимлиги бўйича қуйидаги кетма-кетликни ҳисобга олиш зарур: бевосита аварияларга олиб келадиган; қувватнинг кескин пасайишига олиб келадиган; маҳсулот сифатининг катта бўлмаган ёмонлашувига олиб келадиган, қолган барчаси. Муайян мақсадни қўйишга мувофиқ кўплаб альтернатив эҳтимолли ҳаракатлар шаклланади. Ушбу ҳаракатлар норматив маъқулланган фаолиятга мувофиқ бўлган ҳаракатлардан, шунингдек, инсон-оператор томонидан киритиладиган ноаниқликлардан ҳамда объект фаолиятидан ташкил топади. Ноаниқликка, шунингдек, тасодифий штатдан ташқари бўлган носозликларга ҳамда четга чиқишларга асосланган муқобил кўплик тўплами юзага келган вазиятларнинг мантиқий-лингвистик образларини таниб олишни шакллантириши мумкин.

Ушбу ҳолатда вазиятнинг мантиқий-лингвистик тавсифи инсон бошқарув қарорларини қабул қилиши керак бўлган доирада кўплаб муаммоли вазиятларни яратишнинг ягона мумкин формализмлари ҳисобланади. Ушбу кўплаб элементларнинг тавсифини муайян сонли қийматлар даражасида амалга ошириш мумкин эмас. Ушбу ҳолатларда лингвистик тушунчалардан фойдаланилган ёндашув-



2.6-расм. Ҳалокатли вазиятларни аниқлаш ва бартараф этиш бўйича оператор ҳаракати алгоритми

Мақсадни қўйиш объектни бошқаришда фаолият босқичларининг энг қийини ҳисобланади.

Инсон-оператор фаолиятини моделлаштириш вазибалари интеллектуал кибернетик тизимларни яратиш нуқтаи назаридан жуда муҳим. Инсон-оператор фаолиятининг ноаниқ назариясини яратишга уринишлар маълум. Объект фаолиятининг турли режимларидаги технологик жараёнларни бошқариш бўйича инсон-операторнинг ҳар қандай фаолияти абстракт субъектга ва ўртачалаштирилган шароитларга мўлжалланган технологик регламент ҳамда турли йўриқномалар билан умумлашган, мустақкамлаб қўйилган айрим норматив-маъқулланган фаолиятга мувофиқ амалга оширилган бўлиши керак. Бундай фаолиятни маълум услублардан фойдаланган ҳолда тавсифлаш, ҳатто бу мумкин бўлмаганда ҳам, тўлиқ бўлмаслиги мумкин, чунки юзага келган муаммолар инсон томонидан киритилган ва технологик жараённинг ишлаши билан реал фаолиятдаги ноаниқлик ҳисобга олинмайди. Ноаниқлик мақсадни қўйиш, альтернативаларни шакллантириш, қарорларни қабул қилиш ҳамда бажариш ҳаракатлари муҳим ҳисобланган операторлик фаолиятининг барча босқичларида юзага келади.

Мақсадни қўйишни моделлаштиришда олдиндан айтиб берилаётган технологик вазиятларнинг муҳимлиги бўйича қўйидаги кетма-кетликни ҳисобга олиш зарур: бевосита аварияларга олиб келадиган; қувватнинг кескин пасайишига олиб келадиган; маҳсулот сифатининг катта бўлмаган ёмонлашувига олиб келадиган, қолган барчаси. Муайян мақсадни қўйишга мувофиқ кўплаб альтернатив эҳтимолли ҳаракатлар шаклланади. Ушбу ҳаракатлар норматив маъқулланган фаолиятга мувофиқ бўлган ҳаракатлардан, шунингдек, инсон-оператор томонидан киритиладиган ноаниқликлардан ҳамда объект фаолиятдан ташкил топади. Ноаниқликка, шунингдек, тасодифий штатдан ташқари бўлган носозликларга ҳамда четга чиқишларга асосланган муқобил кўплик тўплами юзага келган вазиятларнинг мантиқий-лингвистик образларини таниб олишни шакллантириши мумкин.

Ушбу ҳолатда вазиятнинг мантиқий-лингвистик тавсифи инсон бошқарув қарорларини қабул қилиши керак бўлган доирада кўплаб муаммоли вазиятларни яратишнинг ягона мумкин формализмлари ҳисобланади. Ушбу кўплаб элементларнинг тавсифини муайян сонли қийматлар даражасида амалга ошириш мумкин эмас. Ушбу ҳолатларда лингвистик тушунчалардан фойдаланилган ёндашув-

ларни алмаштириб бўлмади. Муқобил кўпликнинг бошқа тўплами йўриқномаларга, норматив мақулланган материалларга асосланади. Ушбу иккита кўпликни бирлаштириш натижасида муаммоли вазиятларнинг X муқобил кўплиги шаклланади. Ушбу кўликда ноаниқ кўпликни $A_i = \{x, \mu_{A_i}(x)\}$ автоматлашган ҳолда шакллантириш зарур, ҳар бир кўлик A_i муайян мезонларга ва бошқарув мақсадларига мувофиқ келади, унинг ёрдамида X дан муайян муқобилни танлаб олиш зарур бўлади. Ушбу ҳолатда, одатда, муаммоли соҳанинг семантикасини ва прагматикасини белгилайдиган келтирилган A кўпликни йиғишда ҳар доим X да белгиланганлардан бирини ва муайян вазиятда ишончлилик даражасини $x \in X$ белгилайдиган тааллуқлилик функциясининг қийматини ажратиш мумкин.

Худди шунинг учун ушбу мезон (кўплаб A) асосида инсон-оператор томонидан мумкин бўлган вазиятларни биринчи саралаб олиш амалга оширилади. Муқобил кўпликлар ва ноаниқ кўлик A шакллантирилгандан кейин қарор қабул қилиш жараёнини амалга ошириш мумкин, унинг моҳияти шундан иборатки, чекловлар ва афзалликларга мувофиқ бир ёки бир нечта бошқарувлар танланади, уларни бажариш тартиби белгиланади ва мос бошқарув амалга оширилади. Ушбу ҳолатда қарор қабул қилиш бўйича вазифаларни шакллантиришнинг ўнлаб вариантларини келтириш мумкин. Айти шароитларда ўқитиш нуқтаи назаридан энг оқилона вариант бўлиб инсон-оператор томонидан қарор қабул қилишнинг психологик хусусиятларини ҳисобга олиш ҳисобланади [72]. Вазифаларни ечиш жараёнини ноаниқ мезонларнинг қўшилиши каби аниқлаш ва қуйидаги натижа сифатида шаклланадиган X кўпликнинг D ноаниқ тўплам шаклида келтириш мумкин:

$D = A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_n$, муқобил кўликдаги мезонларнинг тугашиш амаллари, бу қуйидагини билдиради:

$$x \in X \quad \mu_D(x) = \mu_{A_1}(x) \wedge \dots \wedge \mu_{A_n}(x);$$

$D = A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_n$ D мезонларни кўпайтириш амаллари, яъни

$$x \in X; \quad \mu_D(x) = \mu_{A_1}(x) \dots \mu_{A_n}(x);$$

$D = \sum_{i=1}^n d_i A_i$ или $x \in X; \quad \mu_D(x) = \sum_{i=1}^n d_i \mu_{A_i}(x)$, мезонларнинг линияли комбинацияларини шакллантириш, бу ерда $d_i, i = 1, \dots, n$ — эксперт йўли билан аниқланадиган мезонларнинг солиштирма коэффицентлари.

Зиддиятли низоли муқобилларни кўлик остида бошқариш бўйича қарорларни қабул қилиш жараёнини амалга оширишда аф-

залликларнинг бир ёки бир нечта аниқ ёки ноаниқ муносабатлари (тегишли оғирликлар билан) аниқланади.

Шу билан бирга бошқарувчи таъсирларнинг сифатли қиймати «сал-пал», «озгина», «кучли» ва шу каби ноаниқ тушунча мос келадиган муайян миқдорий қийматлар кўринишдаги эксперт ахбороти асосида осон аниқланади, ноаниқ танлаш амалга оширилгандан кейин, у ахборотни акс эттириш воситаларига чиқарилиши мумкин.

2.3. Мураккаб технологик жараёнларга операторнинг тайёргарлигини миқдорий баҳолаш алгоритми

Оператор фаолияти алгоритмини тавсифлашнинг кенг тарқалган кўриниши мантиқий схемадан фойдаланган ҳолдаги символик шакл ҳисобланади. Охирида алгоритм элементлари операторларнинг кетма-кетлиги A_i ($i = 1, 2, \dots, n_0$) кўринишида ва мантиқий шартларда P_i ($i = 1, 2, \dots, n_n$) ёзилади, бу ерда: n_0 – операторларнинг алгоритмдаги тўлиқ сони; n_n – алгоритмдаги мантиқий шартларнинг тўлиқ сони.

Операторнинг касбий фаолиятини ҳамда инсон-операторни баҳолаш учун алгоритмнинг куйидаги миқдорий тавсифларидан фойдаланилади [78]:

Алгоритмдаги амалларнинг (N), операторларнинг (n_0) ва мантиқий шартларнинг (n_n) тўлиқ сони:

$$N = n_0 + n_n. \quad (2.16)$$

Стереотиплик (бир хиллик) коэффициенти (Z):

$$Z = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{m_0} \frac{n_{0j}^2}{M_{0j}}, \quad (2.17)$$

бу ерда: m_0 – алгоритмдаги бошқарув таъсирлари гуруҳларининг сони;

n_{0j} – операторларнинг j - гуруҳи узунлиги, гуруҳдаги операторлар сонига тенг;

N – алгоритмдаги амаллар сони,

M_{0j} – операторларнинг битта узлуксиз гуруҳи ва ундан кейинги мантиқий шартларнинг битта узлуксиз гуруҳини ўзида мужассамлаштирувчи j - мажмуа гуруҳдаги амаллар сони.

Алгоритмни мажмуа гуруҳларга ажратиш операторларнинг биринчи гуруҳидан бошланади.

Мантиқий мураккаблик коэффициентини (L):

$$L = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{m_n} \frac{n_{nj}^2}{M_{nj}}, \quad (2.18)$$

бу ерда: m_{nj} – алгоритмдаги мантиқий шартларнинг узлуксиз гуруҳлари сони,

n_{nj} – мантиқий шартнинг j - узлуксиз гуруҳи узунлиги, гуруҳдаги мантиқий шартлар сонига тенг,

N^* – алгоритмдаги амаллар сони, биринчи мантиқий шартдан бошлаб ҳисобланади,

M_{nj} – алгоритмнинг j -мажмуа гуруҳидаги амаллар сони. Мажмуа гуруҳ мантиқий шартларнинг битта узлуксиз гуруҳини ва ундан кейинги операторларнинг битта узлуксиз гуруҳини ўз ичига олади. Алгоритмни мажмуа гуруҳларга ажратиш мантиқий шартларнинг биринчи гуруҳидан бошланади.

Оператор фаолиятининг алгоритминини ёзиш қуйидаги қоида бўйича амалга оширилади:

Операторларни A_i – ва мантиқий шартни P_i йўриқнома бўйича бажарилиш тартибида чапдан ўнгга қаторда ёзиш. Алгоритмнинг охириги аъзоси S ҳарф билан белгиланади.

«1» ёки «0» қийматга эга бўлган мантиқий шартдан ўнгга операторларнинг рақамлари ёзиладиган юқорига йўналтирилган стрелка қўйилади, масалан, $P_2 \frac{2}{1}$.

Мантиқий шартдан стрелка келиши керак бўлган операторлар олдида худди шундай рақамлар билан белгиланган учи пастга қаратилган стрелка қўйилади, масалан, $\frac{1}{2} A_4$.

Зарур бўлганда амалларни ёзиш кейинги қаторда давом эттиришда «х» ўтказиш белгисидан фойдаланилади.

Мантиқий схема шаклидаги алгоритминини ёзишга мисол:

$$A_1 P_1 \frac{2}{1} A_2 P_2 \frac{2}{1} A_3 \frac{1}{1} A_4 \frac{1}{2} S. \quad (2.19)$$

Алгоритм мантиқий схемасининг ишлаши: энг дангаса алгоритм аъзоси ишлаб кетади, кейин схема ишлайди. Агар мантиқий шартлар билан текшириладиган шартлар P_i ва P_2 бажарилса, алгоритм амалларини бажариш тартиби қуйидагича бўлади: $A_1 P_1 A_2 P_2 A_3 A_4 S$. Агар шартлар бажарилмаса, алгоритмнинг амалларини бажариш тартиби $A_1 P_1 A_4 S$ кўринишига эга бўлади. Оператор фаолияти алгоритмининг тузилмасини таҳлил қилиш тартиби ўз ичига қуйидаги процедураларни олади [29].

1. Берилган ҳаракат учун алгоритмнинг тавсифловчи шакли билан танишиш.

2. Берилган ҳаракатдаги алгоритмни амалларга бўлиб чиқиш, операторларни A_i , мантикий шартларни P_i ажратиш ва 2.1-жадвалга кiritиш.

2.1-жадвал

Оператор фаолиятининг алгоритми

Операторлар		Мантикий шартлар	
A_n	Операцион қиймат	P_i	Текширилаётган шароит мазмуни
	Сигнал келишни кутиш		
		P_1	Узлуксиз товушли сигналнинг мавжудлиги
		P_2	Негативда ёруғлик акси бўлган «А» ахборотнинг мавжудлиги
A_1	Секундомерни ёқиш ва товушни чиқариб ташлаш (КСС)		
A_2	«А» ахборот мазмунини чақириш (КВ)		
		P_3	Маниторда «В» ахборотнинг мавжудлиги
A_3	Олинган ахборотнинг мазмунини тушуниб олиш ва тасдиқ шаклланишининг бошланиши (ПД)		
		P_4	Маниторда «С» ахборотнинг мавжудлиги
A_4	«1» ёки «2» клавишани босиш		
		P_5	Маниторда «D» ахборотнинг мавжудлиги
A_5	«1», «2», «3» ёки «4» клавишани босиш		
		P_6	Маниторда «С» ва «Д» руйхатлардан тўпланган ахборотнинг мавжудлиги
A_6	Ахборот тўпламининг тўғрилигини текшириш ва тасдиқни жўнатиш (КП)		
		P_7	Узлуксиз товушли сигналнинг мавжудлиги ва монитор экранини тозалаш
A_7	Секундомерни ўчириш ва товушни чиқариб ташлаш (КСС)		
...		...	
A_{no}		P_{io}	

S алгоритмининг охириги азоси

Амалларнинг тўлиқ сони алгоритмда (2.16) формула бўйича аниқлансин.

Берилган амалнинг алгоритмидаги мантикий схемаси тузилсин.

Z алгоритми стереотиплигининг нормага келтирилган коэффициенти аниқлансин.

Алгоритмни мажмуа гуруҳларга, операторларни биринчи узлуксиз гуруҳга ажратиш амалга оширилсин ва уларнинг сони – m_0 аниқлансин.

j - мажмуа гуруҳга кирувчи операторларнинг ҳар бир узлуксиз гуруҳи узунлиги аниқлансин: n_{oj} , $j = 1, \dots, m_0$

j - мажмуа гуруҳига кирувчи алгоритм аъзоларининг йиғинди сони аниқлансин: M_{oj} , $j = 1, \dots, m_0$. Олинган натижалар 2.2-жадвалга киритилсин.

Z коэффициент қиймати (2.17) формула бўйича ҳисоблаб чиқилсин. Бунда қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$Z = \frac{4,33}{14} = 0,31. \quad (2.20)$$

2.2-жадвал

Алгоритм аъзоларининг йиғинди сонини аниқлаш

j	n_{oj}	n_{oj}^2	M_{oj}	$\frac{n_{oj}^2}{M_{oj}}$
1	2	4	3	1,33
2	1	1	2	0,50
3	1	1	2	0,50
4	1	1	2	0,50
5	1	1	2	0,50
6	1	1	1	1,00
$m_0=6$	$\sum_{j=1}^{m_0} \frac{n_{oj}^2}{M_{oj}} = 4,33$			

L алгоритмнинг мантикий мураккаблилик коэффициенти аниқлансин:

Алгоритм аъзоларининг сонини мантикий шарт – N^* ҳисоби бўйича биринчидан бошлаб аниқлансин.

Алгоритмни мажмуа гуруҳига мантикий шартни биринчи гуруҳдан бошлаб ажратиш (операторларнинг аввалги гуруҳи ҳисобга олинмайди) амалга оширилсин ва уларнинг сони m_1 аниқлансин.

j - мажмуа гуруҳига кирувчи мантиқий шартнинг ҳар бир узлуксиз гуруҳ узунлиги аниқлансин: $n_{,j}$, $j = 1, \dots, m_n$

j - мажмуа гуруҳига кирувчи алгоритм аъзоларининг йиғинди сони аниқлансин: $M_{,j}$, $j = 1, \dots, m_0$. Олинган натижалар 2.3-жадвалга киритилсин.

2.3-жадвал

Алгоритм аъзоларининг йиғинди сони

j	$n_{,j}$	$n_{,j}^2$	$M_{,j}$	$\frac{n_{,j}^2}{M_{,j}}$
1	2	4	4	1,00
2	1	1	2	0,50
3	1	1	2	0,50
4	1	1	2	0,50
5	1	1	2	0,50
6	1	1	2	0,50
$m_n=6$	$\sum_{j=1}^{m_n} \frac{n_{,j}^2}{M_{,j}} = 3,50$			

L коэффициент киймати (2.18) формула бўйича аниқлансин. Унда 2.2 ва 2.3-жадваллардаги маълумотларга асосланиб коэффициент ҳисоблаб чиқилади:

$$L = \frac{3,50}{14} = 0,17. \quad (2.21)$$

7. Алгоритмнинг (Z ва L) миқдорий кўрсаткичларига қўйиладиган эргономик талаблар бажарилиши текширилади.

Эргономик талаблар нуқтаи назаридан [83] алгоритмнинг миқдорий кўрсаткичлари қуйидаги қийматларга мос келиши керак:

$$0,25 \leq Z \leq 0,85; L \leq 0,2. \quad (2.22)$$

Z ва L коэффициентларини алгоритмик ёндашув нуқтаи назаридан ҳисоблаш услуби операторлик фаолияти алгоритмларининг тузилмасини характерлайди [78] ва ўқув тренажерида ишлашда операторнинг функционал ишончлилигини баҳолашда асосий мезон ҳисобланади.

2.4. Инсон-операторнинг функционал ишончлилигини баҳолаш усули

Операторлик фаолияти самардорлиги ривожланиш даражасига ва оператор функцияларининг ўзига хос хусусиятларига ҳамда сифатига боғлиқ бўлади. Улар ўртасидаги сабаб-оқибат боғлиқлигини

таҳлил қилиш муҳандислик психология ва эргономика муаммоларининг туташшидаги мураккаб вазифалардан ҳисобланади [122].

Операторнинг функционал ҳолати ўртасидаги сабаб-оқибат боғлиқлигининг мавжудлиги ва фаолиятининг ишончлилиги операторлик фаолиятининг касбий даражасини баҳолашнинг интеграл кўрсаткичлари каби операторнинг «функционал ишочлилиги» тушунчасини киритишга сабаб бўлди [41]. Функционал ишончлилик хусусияти операторнинг экстремал омилларга, ишлаш қобилияти даражасига, ишчи кўрсаткичларига психофизиологик ҳолат ўзгаришининг таъсирига, шахснинг ўзига хос хусусиятларига, ўз-ўзини назорат қилишни ривожлантириш даражасига ва шу кабиларга таъсир этишининг барқарорлигига боғлиқ бўлади.

Миқдорий ёндашув нуқтаи назаридан [135] функционал ишончлилик операторнинг берилган вақтга оид ва аниқ норматив талабларга мувофиқ олдиндан берилган функцияларини бажариш хусусияти каби аниқланади. Функционал ишончлилик тушунчасини функционал ва функционал-параметрик каби тушуниш муҳандислик амалиётда муҳим аҳамиятга эга, чунки у «оператор-тренажёр» типдаги муайян тизимларда оператор фаолиятининг сифатини баҳолаш имконини беради [135].

Бундай баҳолашнинг тузилмавий схемаси операторнинг ўқув тренажёрда ишлашига нисбатан кўлланилиши 2.7-расмда келтирилган.



2.7-расм. Операторнинг тренажёрда ишлашда функционал ишончлилигини баҳолаш таянч усулининг тузилмавий схемаси

Алгоритмни бажариш вақти t_A (операторнинг тезкорлиги) ва оператор томонидан йўл қўйилган хатоликлар миқдори N_A (берилган функцияларнинг оператор томонидан бажарилиш аниқлиги)

бўйича баҳоланади. Биринчи кўрсаткич (t_A) инструктор томонидан таймер маълумоти бўйича белгиланади – оператор ишининг бошланиши ва тугалланиши ўқув тренажёрида қайд қилинади. Иккинчи кўрсаткич (N_A) операторни берилган алгоритмни тренажёрда ишлашини визуал назорат қилиш (кузатиш) маълумотлари бўйича белгиланади.

Операторнинг ўқув тренажёрда ишлашининг функционал ишончилигини интеграл баҳолаш инструктор томонидан худди 2.4-жадвалда келтирилган коидалар бўйича олинган (t_A , N_A) натижаларни меъёрий кўрсаткичлар (t_H , N_H) билан солиштириш йўли орқали амалга оширилади.

2.4-жадвал

Оператор функционал ишончилилик даражасининг интеграл баҳоси

Алгоритмни бажариш вақти t_A	Йўл қўйилган хатоликлар миқдори N_A		
	0	1	2 ва ундан ортиқ
$t_A \leq t_{H1}$	аъло	яхши	қониқарсиз
$t_{H1} < t_A \leq t_{H2}$	яхши	қониқарли	қониқарсиз
$t_{H2} < t_A \leq t_{H3}$	қониқарли	қониқарсиз	қониқарсиз
$t_A > t_{H3}$	қониқарсиз	қониқарсиз	қониқарсиз

Улар ўртасидаги қуйидаги ($t_{H1} < t_{P2} < t_{H3}$) мувофиқликдаги норматив вақт t_H учта даража (t_{H1} , t_{P2} , t_{H3}) билан берилади. Йўл қўйилган хатоликларнинг норматив миқдори (N_H) учта 0, 1, 2 ва ундан ортиқ қийматалар билан берилади. Масалан, операторнинг тренажёрда ишлашдаги функционал ишончилиги, агар оператор фаолиятининг натижалари бўйича инструктор томонидан $N_A = 0$ бўлганда, $t_A \leq t_{H1}$ белгиланган бўлса, «аъло» баҳо билан баҳоланади.

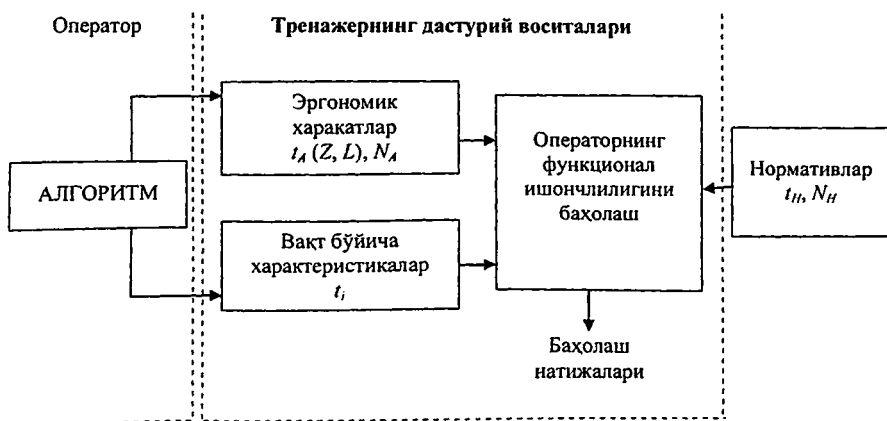
Шундай қилиб, операторнинг ўқув тренажёрда ишлашда функционал ишончилигини баҳолашнинг таянч усули асосида оператор фаолиятининг сифатини баҳолашга эмпирик ёндашув ётади.

Операторнинг функционал ишончилигини баҳолаш таянч усулининг бир қатор афзалликларида (услуганинг амалга оширишдаги соддалиги, оператор фаолияти охириги натижасининг кўргазмалилиги) қуйидаги аҳамиятли камчиликларга ҳам эга: оператор фаолиятининг амалга оширилган ва олдиндан белгиланган алгоритмларининг фарқ қилиш сабабларини белгилаш имкониятини таъминламайди, бу оператор тез ҳаракатининг t_A динамикасида

намоён бўлади; оператор фаолиятининг алгоритми тартибга солувчи амалларнинг кетма-кетлиги бузилишини жорий назорат қилмасдан интеграл кўрсаткич бўйича бажариш билан баҳоланади, бу оператор томонидан йўл қўйилган хатоликлар N_A миқдори билан намоён бўлади; операторнинг психофизиологик ҳолати ўзгаришининг динамикасини назорат қилишни ва операторнинг функционал ишончлилигини интеграл баҳолаш (t_A , N_A) кўрсаткичига унинг таъсирини баҳолашни таъминламайди; операторнинг ўқув тренажёрида ишлашда функционал ишончлилиги паст баҳоланишининг асосий сабабларини белгилаш имконияти мавжуд эмас.

Ушбу келтирилган камчиликларни бартараф этиш учун таянч усул услубий усуллар билан тўлдирилади, унинг асосида меҳнат жараёни психофизиологик таҳлилининг умумий режаси ётади [78], унинг тузилмавий схемаси 2.8-расмда келтирилган.

Ёндашувнинг моҳияти тизимли даражада услубий ташкиллаштириш ва иккита: (Z) стереотиплик кўрсаткичлари билан характерланадиган операторлик фаолияти жараёнининг тузилмавий хусусиятлари ҳамда алгоритмнинг (L) мантикий мураккаблиги, операторнинг тренажёрда ишлашда топологик ҳаракатларнинг вақт бўйича параметрлари t_i билан характерланадиган фаолият жараёнида функционал ҳолати ўзгаришининг динамикасини дастурий таъминлаш имкониятидан иборат.



2.8-расм. Операторнинг тренажёрда ишлашда функционал ишончlilikни баҳолашнинг модификацион усулининг тузилмавий схемаси

Кўриб чиқилаётган услубиёт 2.1-жадвалда операторнинг тренажёрда ишлаш алгоритмини таҳлил қилишга тизимли, яъни технологик ва психофизиологик ёндашув кўринишида акс эттирилган. 2.2-жадвалда келтирилган операторлик фаолият модели функционал кўринишида оператор томонидан мақсадга эришиш жараёнлари ва усуллари тўғрисидаги концепцияга асосланади [79]. У нафақат оператор фаолиятини мақсадли функционал тизим сифатида кўриб чиқиш имкониятини беради, балки операторлик фаолиятининг хусусиятларини технологик (ташки) ва психофизиологик (ички) тизимли кўринишида ҳисобга олади.

Оператор ҳаракатининг технологик белгиси бўйича таснифи технологик жараён элементларининг намоён бўлиш белгиси бўйича рўйхатни ўз ичига олади ва функционал вазифаси, таркиби ҳамда функционал ташкил этилиши бўйича уч гуруҳ хусусиятлар билан характерланади. Бундай рўйхат йўриқномалар шаклидаги норматив хужжатлар кўринишида берилган алгоритми бўйича оператор фаолиятининг мазмунини белгилайди. 2.1-жадвалда операторнинг биринчи технологик ҳаракати 2 дан 6 гача технологик ҳаракатлар мажмуи, иккинчи технологик ҳаракати 7 дан 9 гача амаллар мажмуи ва ҳоказолар каби келтирилган. Технологик даражада стереотиплик (Z) ва мантикий мураккаблиликнинг (L) эргономик кўрсаткичларидан фойдаланилади.

Психофизиологик даражада берилган алгоритм бўйича оператор ҳаракатининг таснифи мақсадга эришишнинг қуйидаги [79]: тўғри тутатиш ҳаракат классси, трансформацияловчи ҳаракат классси, сервис (хизмат кўрсатиш) ҳаракат классси усули билан амалга оширилади.

Оператор фаолиятининг технологик даражада олдиндан белгиланган алгоритмининг тузилмаси технологик амалларнинг норматив тўплами (мантикий шарт ва бошқарилувчи таъсирлар) билан детерминирланган бўлишига қарамадан, оператор технологик таркиб бўйича бўлгани каби психофизиологик таркиб бўйича ҳам турлича ҳаракатларни бошқаришнинг бир хил вазифасини бажариши мумкин, бу оператор фаолиятининг ташқи ва ички кўрсаткичларининг (Z , L , t_i) вариативлигини белгилайди. Ушбу амаллар характери кўпгина – операторнинг ўқиганлик (тайёрлик) даражаси, тезликка ёки аниқликка (ёки иккаласига ҳам) мослашиши, эмоционал ҳолати, оператор хотираси ва тафаккурининг индивидуал хусусиятлари каби – омилларга боғлиқ бўлади.

Операторнинг технологик ва психофизиологик даражаларида ҳаракатнинг тизимли ўзаро боғлиқлиги ва ўзаро таъсир этиши тизимнинг бош миёна қисмидаги жараёнларда уйғунлашганлик ва ўзаро мослашганлигини акс эттиради, бунда тизим операторга тақдим этиладиган ва оператор томонидан уларда кўп элементли (занжирли) кетма-кет ҳаракатлантирувчи ёки сўз-ҳаракатли таъсирлар тизими кўринишида амалга ошириладиган рағбатлантирувчи омиллар (мантикий шартлар)нинг ташқи тизими билан белгиланади.

Стереотиплиликнинг (Z) бошқа томони унинг динамиклиги ҳисобланади [78]. У бошқариладиган ҳаракатлар ўртасидаги ораликда алгоритмнинг технологик амалларида юзага келадиган ахборотни мантикий қайта ишлаш мураккаб ва ностандарт эканлигини билдиради. Оператор фаолиятининг ушбу жиҳати технологик даражададир, бошқа эргономик ўлчов мантикий мураккаблилик коэффициентини ҳисобга олади.

Шундай қилиб, иккита микдорий ўлчов – стереотиплилик кўрсаткичи ва мантикий мураккаблилик кўрсаткичи оператор фаолиятидаги кўптармоқли жараённинг таркиби ҳисобланади. Бир томондан улар операторнинг функционал ишончлигини баҳолашга технологик ва психофизиологик ёндашувнинг ўзаро боғлиқлиги, ўзаро таъсир этишининг назарий ва амалий тавсифини микдор жиҳатдан белгилаб беради, операторнинг муҳим ўрни эса фаолият давомидаги тузилманинг ўзгарувчанлигида тасдиқланади. Бошқа томондан улар оператор томонидан алгоритмнинг қадам-бақадам бажарилишини вақт бўйича ташкиллаштиришни назорат қилиш имкониятини беради.

Операторнинг функционал ишончлигини таянч усули ёрдамида баҳолашни кўриб чиқамиз. Таянч усули асос қилиб олдиндан белгиланган алгоритмнинг ўзгармас тузилмаси ($Z = \text{const}$, $L = \text{const}$) мос келадиган операторлик фаолиятининг норматив тамойили олинади. Функционал ҳолатнинг омили ҳисобга олинмайди. Операторнинг функционал ишончлилик (ФИ) хусусияти инструктор томонидан (t_A , N_A) параметрлар функцияси каби эмпирик аниқланади:

$$\text{ФИ} = f(t_A, N_A) \quad (2.23)$$

Операторнинг функционал ишончлигининг интеграл баҳоси инструктор томонидан 2.4-жадвалда келтирилган қоюдага кўра белгиланади. Операторнинг ҳаракатини қадам-бақадам назорат қилиш мавжуд эмас. Ушбу иккала омил операторнинг t_A тезкор ҳаракатланиш динамикасида намоён бўлади, операторнинг тезкор ҳаракат-

ланиш мезонларидан фойдаланиб куйидаги кўринишни ҳосил қиламиз [135]:

$$t_A = \Sigma t_i + bH + t_{оэс} \leq T - \Sigma \tau_k = t_H, \quad (2.24)$$

бу ерда: Σt_i – алгоритмнинг j – қадамида операторнинг ҳаракатланиш ва сўз-ҳаракатланиш таъсир қилиш вақтини акс эттирувчи тезкор бажаришнинг вақт бўйича ташкил этувчиси; H – оператор томонидан ўзгартириладиган ахборот миқдори; b – оператор томонидан ахборотни қайта ишлашнинг тескари тезлик катталиги; $t_{оэс}$ – хизмат кўрсатиш сигналларини кутишга сарфланадиган вақт; T – тренажёрни эксплуатация қилиш бўйича йўриқнома билан бериладиган тизимни бошқариш давомийлиги; $\Sigma \tau_k$ – тизимнинг k - бўғинидаги сигналнинг кечикиш вақти.

Тезкор бажарилиш мезонининг чап қисми (2.24) алгоритм операторининг ҳақиқий норматив тезкор бажарилишининг реал вақтини характерлайди.

(2.23) ва (2.24) нисбатларни ҳисобга олган ҳолда, (2.22) функция (2.20) кўринишга келтирилади, лекин оператор фаолиятини тренажёрда ҳам ташқи, ҳам ички жараёни назорат қилиш имконига эга бўлади.

Тизимли ёндашувни операторнинг функционал ишончилигини баҳолашга жорий этиш операторнинг функционал ишончилигини унинг қадамли режимдаги реал иш натижалари бўйича мажмуавий баҳолаш жараёнини автоматлаштириш, бу баҳоларнинг ишончилигини ошириш; инструкторни бўшатиш ва операторни касбий тайёрлашга кетадиган вақтни қисқартириш; операторни тайёрлашда мажмуавий баҳолаш учун объектив талабларнинг ягона тизимини ишлаб чиқиш; оператор ишида амалий кўникмаларни такомиллаштириш бўйича муайян тавсияларнинг ягона тизимини ишлаб чиқиш; тайёргарликнинг турли шароитларида ўқув тренажёрларда ишлашда операторнинг психофизиологик ҳолати ўзгариши бўйича объектив маълумотларни олиш каби қатор амалий масалаларни тренажёрда ечиш имконини беради.

3. АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН ТРЕНАЖЁР-ЎҚИТИШ ТИЗИМЛАРИ ТУЗИЛИШИНING ИЛМИЙ-УСЛУБИЙ АСОСЛАРИ

3.1. Тренажёрли мажмуанинг функционал схемаси

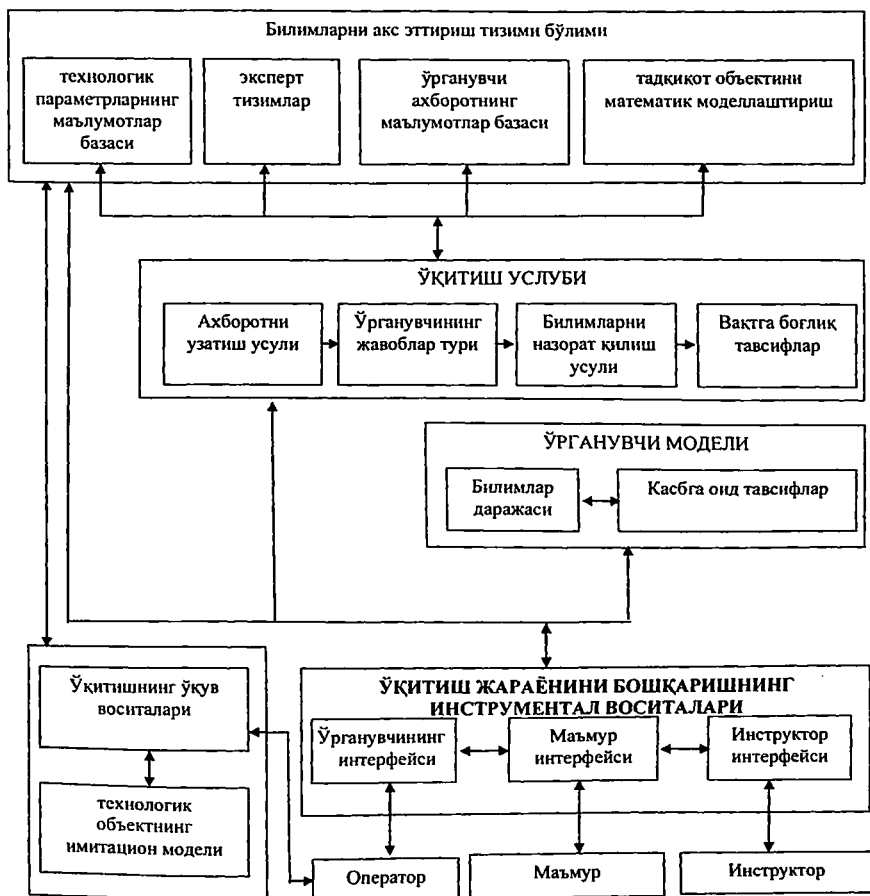
Билимларни акс эттириш тизими бўлими автоматлаштирилган тренажёр-ўқитиш тизимининг асосий модули бўлиб ҳисобланади ва ўз таркибига ўқитувчи ахборотини – технологик параметрларнинг маълумотлар базасини, ўқитувчи ахборотининг маълумотлар базасини, эксперт тизимини ва тадқиқот объектини математик моделлаштиришнинг куйи тизимини пассив ўрганишни ҳамда ўзлаштиришни, олинган оператив билимлар асосида бошқарувнинг оператив кўникмалари ва усуллари фаол қайта ишлашни таъминлайдиган элементларни олади.

Тизимнинг бошқа муҳим функционал модули сифатида ўқитиш модули ҳисобланади. У ўқувчининг тавсифлари ва унинг билим даражасининг миқдорий баҳосини олиш имконини берадиган усул ва алгоритмларни ўз ичига олади. АТЎТ тизимининг яна бир зарурий функционал моделини ташкил этувчи асосий элементлар ўргатувчининг ахборотни узатиш усули, ўрганувчининг жавоблари ва билимларини назорат қилиш усули каби асосий элементлар, шунингдек, ўрганувчининг касбга оид тавсифлари, саволга жавоб бериш вақти ҳамда жавоб беришга уринишлар сонини ҳисобга олган ҳолда ўрнатиладиган вақтга боғлиқ тавсифлари ҳисобланади.

3.1-расмда кимё-технологик жараёнлар ходими учун автоматлаштирилган тренажёр-ўқитиш тизими (АТЎТ)нинг умумлашган функционал тузилмаси келтирилган [80].

Ўқитиш жараёнини бошқаришнинг инструментал воситалари ўз ичига АТЎТ фойдаланувчилар интерфейсларининг тўпламини, кимё-технологик жараён операторини, инструкторни, маъмурни олади. Ўқувчининг интерфейсини ишлаб чиқиш мураккаб ва кўп меҳнат талаб этиладиган вазифа бўлиб ҳисобланади, бу бошқарувнинг оператив кўникмаларини қайта ишлашда, тренажёрдан фойдаланган ҳолда ўқитиш жараёнида оператор фаолияти бошқарув фаолиятига яқин бўлади. Шунинг учун тренажёр интерфейси муайян босқичда реал шчит ёки бошқарув пультини акс эттириши керак. Бундан ташқари, эргономик талабларни куйидаги интерфейс дизайнига: ахборотни дисплейга чиқариш шаклини, акс эттириш

учун фойдаланиладиган ранг (даража)лар миқдори ва нисбатини, тасвирнинг равшанлиги ва динамикасини, ахборот элементларининг дисплейда жойлашиши ва бошқаларни қўллаш зарур. Чунки ушбу омилларга инсоннинг ўқитувчи тизим билан ўзаро ишлаш сифати ва самарадорлиги боғлиқ бўлади [81].



3.1-расм. Автоматлаштирилган тренажёр-ўқитиш мажмуасининг умумлашган функционал тизими

Кўриб чиқилган функционал модулар жами ўқитишнинг турли масалаларини (пассив ва фаол вазифаларни) ҳал этишни таъминлайдиган, ўқитишнинг замонавий услубидан фойдаланиладиган,

технологик жараённинг ўзгарадиган характеристикаларига ва ўқитиладиган ходимларга нисбатан мослашадиган автоматлаштириладиган ўқитиш мажмуасини ишлаб чиқиш имконини беради. Бунда АТЎТ таркибида ўрганувчи модели мавжуд бўлганлиги ҳисобига эришилади. Ўрганувчи моделига кирувчи операторни тестдан ўтказиш ва баҳолаш алгоритмлари операторларни бир марта тестдан ўтказиш ҳамда тестдан ўтказиш протоколлари кўринишида натижаларни олиш учун мустақил дастурий маҳсулотлар каби операторларни ўрганувчи услублар ва алгоритмларни тайёрлаш, тўғрилаш жараённинг самарадорлигини назорат қилиш, ўқитишнинг индивидуализациялаш босқичини ошириш учун фойдаланилиши мумкин.

3.2. Оператив-диспетчерлик ходимларини тайёрлаш ва қайта тайёрлаш услуги

Саноатнинг кимё ва турдош соҳаларидаги ишлаб чиқариш ходимларини тайёрлаш ҳамда қайта тайёрлашнинг анъанавий услуги усқунанинг конструкциялари, схемалари ва ишлаш режимлари билан боғлиқ бўлган маърузаларни эшитиш, мавзуларни мустақил ўрганиш, техник жиҳатдан эксплуатация қилиш қоидаларини ўрганишдан ва иш жойларида тажриба орттиришдан иборат [82, 83]. Анъанавий услуб ўқув материални ўзлаштириш сифати ва ўзлаштириш жадаллигини таъминламайди. Ишлаб чиқариш ходимларини тайёрлаш ва қайта тайёрлашнинг энг истиқболли усулларидан бири автоматлаштирилган ўқитиш тизимлари ҳисобланади.

Ўқитишни автоматлаштиришнинг биринчи ғоялари назария ва ўқитиш амалиётида ўтган асрнинг бошларида қўлланилган. XX асрда С.Пресси биринчи ўқитиш машинасини яратди. Ўқитиш қурилмалари ва дастурларини кейинчалик XX асрнинг 50-йилларида Б. Скиннер ва Н. Краудер ишларида ишлаб чиқилди. Б. Скиннер ишларида 1954 йилда биринчи марта «дастурлаштирилган ўқитиш» тушунча ва атамаси киритилди. Дастурлаштирилган ўқитиш соҳасида ишлар 60-йилларда бошланди ва А. Берг, Л. Ительсон, Л. Ланд, В. Глушков, А. Довгялло, Е. Ющенко, П. Гальперин, В. Беспалько бошқалар томонидан бажарилди [84, 85].

Ҳисоблаш техникасининг ривожланиши дастурлаштирилган ўқитиш ғояси мамлакатимиз ҳамда хорижда кенг ишлаб чиқиладиган

ётган ва фойдаланилиб келинаётган автоматлаштирилган ўқитиш тизимларида қўлланилган. Универсал автоматлаштирилган ўқитиш тизимлари билан бир қаторда вазифаларни ҳал этишда ўрганувчига кўмаклашиш учун мўлжалланган махсус тизимлар яратилган. Автоматлаштирилган ўқитиш тизимларининг энг кўп тарқалган типи бўлиб тренажёрлар, шу жумладан, математик моделлаштириш негизда қурилган интеллектуал тизимлар ҳисобланади [82].

Тренажёр қурилишининг ривожланиши авиация, космос техникаси, темир йўл ва ер усти транспорти, денгиз флоти учун ходимларни ўқитишга боғлиқдир. Бироқ охириги 30–40 йиллар давомида нефтни қайта ишлаш, нефть-кимё, қазилмаларни ишлаб чиқиш каби саноат қурилмаларида ишлайдиган ходимларни тайёрлаш учун фойдаланиладиган тренажёрлар сони ошди. Тренажёр техникасидан энг кўп фойдаланилган соҳалардан бири бўлиб энергетика ҳисобланади, унда тренажёрлар атом ва иссиқлик электр станцияси операторларининг малакасини текшириш ва аттестациядан ўтказиш учун фойдаланилади.

Бугунги кунда ахборот ўқитиш тизимининг услуби энг кўп фойдаланилмоқда. Вербал шаклда келтирилган ўқитиш учун материал катта бўлмаган қисмларга бўлинган, улар ўрганувчига кетма-кет берилади. Ахборот тизими иккита – линияли ва тармоқланган типларга бўлинади. Бунда тармоқланган тизимнинг ўзи ички ва ташқи тартибга солинадиган турларга ажратилади. Ушбу услуб оператив билимларни ўқитиш учун мўлжалланган. Ўрганувчига ўрганиши керак бўлган ўргатувчи ахборот (ЎА) қисмлари узатилади. Кейин ушбу қисмларни ўзлаштириш сифатини аниқлаш учун бир ёки бир нечта саволлар берилади. Жавобларнинг тўғрилиги текширилади ва кейинги ЎА қисми аниқланади. Линияли ўрганувчи дастурларда ўргатувчи ахборотнинг барча қисмлари кетма-кет берилади. Бунда ўқитишни индивидуаллаштиришга уриниш бўлмайди, ўрганувчилар ўртасидаги фарқ фақат ўрганувчи дастурнинг ўтиш давомийлигида кўринади. Бундай тизимларда қатъий ёки дастурий бошқарув амалга оширилади. Ўқитиш жараёни тескари алоқа мавжудлиги билан характерланади. ЎА қисми ўқитувчининг тажрибаси асосида тузилади, бунда ўрганувчи ЎВ қисмини идрок этган ҳолда уни албатта ўзлаштиради ва кейинги қисмга ўтиши мумкин. Линияли ўрганувчи дастурда ўқитиш мақсади ЎА қисми ўрганувчига хабар беришдан иборат.

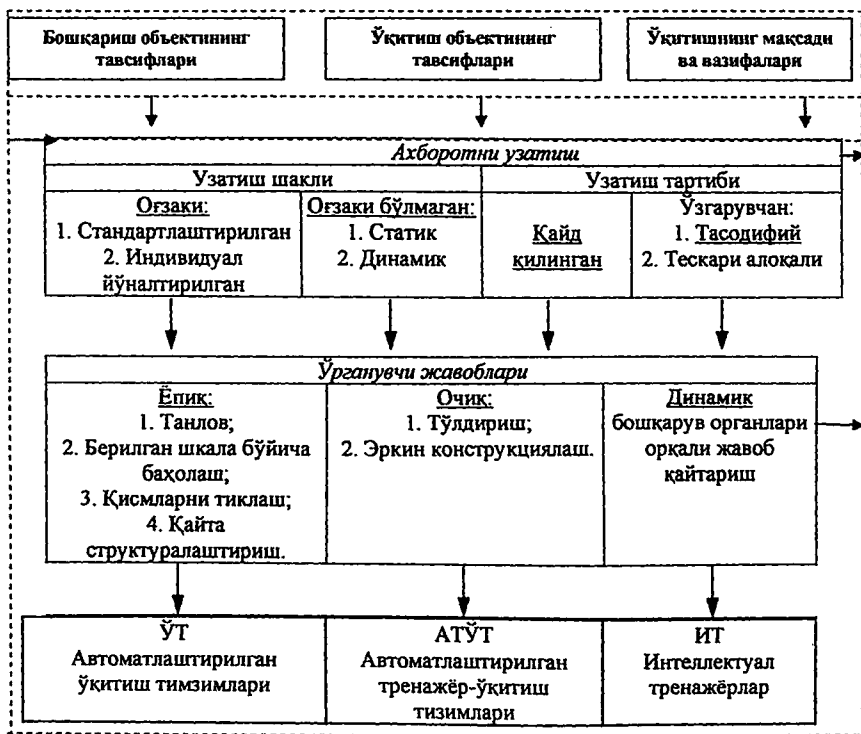
Ўрганувчининг тақсимланган ички тартибга солинадиган ўрганувчи дастурларида ўргатувчи ахборот қисми хабар берилади, кейин ўзлаштириш сифатини текшириш учун бир ёки бир нечта саволлар берилади. Нотўғри жавоб берилганда ўрганувчига ёки қўшимча ахборот ва қайтадан савол берилади, ёки саволга тўғри жавоб кўринишида ёрдам кўрсатилади, кейин ўргатувчи ахборотнинг кейинги қисми берилади.

Тақсимланган ички тартибга солинадиган ўргатувчи дастурларида барча ўрганувчилар ўзлаштиришига кўра бир нечта гуруҳларга бўлинади. Ҳар бир гуруҳ учун мураккаблиги бўйича бир хил материалли ўргатувчи дастури мавжуд. Ўрганувчи ўқитишнинг $(n+1)$ нчи қадами у ёки бу гуруҳга тааллуқлилигини аниқлаш учун ўргатувчи ахборотининг n - қисми бўйича тестларга берилган тўғри жавобларнинг нисбий сони ҳисоблаб чиқилади. Агар ушбу катталик айрим олдиндан берилган интервал чегарасидан чиқса, унда ўрганувчи бошқа кичик гуруҳга ўтказилади. Ўқитиш жараёнида ўргатувчи дастури ёки унинг компонентларини шакллантирадиган ўргатувчи тизим генерациялайдиган ўқитиш тизими деб аталади.

Ишлаб чиқариш ходимларини ўқитишнинг турли услублари мавжуд. Ўқитиш услубини танлаш бошқариш, ўрганиш ва ўқитиш объектининг тавсифини, ўқитиш мақсадлари ва вазифаларини таҳлил қилишга асосланган бўлиши керак [82].

Услубнинг мустақил элементлари сифатида ўргатувчига ахборотни узатиш жараёни, ўрганувчининг жавоби асосида олинган ахборотга эга бўлган амаллар ҳисобланади. 3.2-расмда ўқитиш услубини танлаш схемаси келтирилган.

Схемага асосан, ахборотни узатиш вербал ва новербал турларга бўлинади. Стандартлаштирилган вербал ахборот барча ўрганувчилар учун бир хил бўлиб, муайян ўрганувчи учун индивидуал танланади. Ахборотни новербал узатиш тури – бу бошқарув постларининг мнемосхемалари, бошқарув объекти ҳолатининг параметрлари тўғрисидаги график ва жадвал кўринишдаги ахборот, норматив қийматлар, техник-иқтисодий кўрсаткичлар, бузилишларнинг ҳақиқий сабабларини излаш, блок-схемалардан оғишлар ва бошқалар ҳисобланади. Статик новербал ахборот параметрлари вақт бўйича доимийдир; динамик объектларда ранги, шакли, жойлашган ўрни, товуш баландлиги ва частотаси ўзгариб туриши мумкин.



3.2-расм. Ўқитиш услубини танлаш схемаси

Ахборотни узатиш жараёни шаклининг тавсифи қайд этилган ва ўзгарувчан бўлиши мумкин бўлган ахборотни узатиш тартиби билан тўлдирилади. Ахборотни узатишнинг ўзгарувчан тартибининг турлари тасодифий ҳисобланади, жорий ахборот материалнинг таркиби ва шакли ўрганувчининг аввалги таъсирланишига боғлиқ бўлганда ўрганувчига тесқари алоқали ахборот тақдим этилади.

Ўрганувчининг жавоблар усули ёпик, очиқ ва динамик турларга бўлинади. Жавобларнинг ёпик турлари тўлиқ гуруҳни ташкил этади, яъни барча жавоблар тури олдиндан маълум. Ушбу жавобларни менюдан танлаш муқобил ва кўплаб танловларга эга услубга бўлинади; берилган шкала бўйича ҳар қандай белгининг қийматини баҳолаш; гаплар, жадваллар, мнемосхемалар қисмларини тиклаш; маълумотларни қайта структуралаш шаклида амалга оширилади. Очиқ жавобларда ўрганувчининг жавоблари эркин тарзда берилади.

Бунда вербал ёки новербал, мўлжалланган ҳажм ва вақт каби жавоб шаклига кўйиладиган умумий талаблар тартибга солинади. Вербал шаклдаги жавоблар ўқитиш тизимида амалга ошириладиган табиий тил луғатининг ҳажми билан чекланган бўлиши мумкин. Динамик таъсир этиш ўрганувчининг фаоллигини назарда тутуди, бунда у ўқитиш жараёнига аралashiши, бошқариладиган таъсирланишлар векторини мнемосхема орқали ўзгартириши ва технологик жараён фаолиятига таъсир этиши мумкин.

Ўрганувчининг жавобларини қайта ишлаш билимларни назорат қилиш усуллари билан чамбарчас боғлиқдир. Билимларни назорат қилишнинг стандартлаштирилган усуллари (балли баҳолар асосида) ва муаммоли-мўлжалланган (хатолар хусусиятини таҳлил қилиш, билимларни эталон моделга кўйиш, моделлаштиришни юзага келтириш, билимларни жараёнлар параметрларидан оғишлар жадваллари, графиклари кўринишда рўйхатга олиш ва ҳ.к.) усуллари каби иккита принципаал ёндашувга ажратиш мумкин.

Ахборотни етказишнинг турли усуллари ва ўрганувчи жавоблари шаклларининг комбинациялари асосида ҳамда билимларни баҳолашнинг турли усулларини қўллаш билан ўқитишнинг турли услубларини шакллантириш мумкин. Услуб қўллаш намунали тизимлардан бири доирасида амалга оширилади.

3.3. Ишлаб чиқариш ходимларини ўқитиш услубини танлаш схемаси

Автоматлаштирилган ўқитиш максимал даражада бошқарилувчи ўқитиш бўлиб ҳисобланади. Ҳар қандай объектни аниқ бошқариш эса, ушбу объектнинг бошланғич ҳолати ва унинг бошқарув жараёнидаги (тесқари алоқа ёрдамида) ҳаракати тўғрисида ахборот тўлиқ бўлмаганда амалга ошириш мумкин эмас [84–86].

Ўқитиш моделининг энг кўп тарқалган усулини кўриб чиқамиз.

Г. Эббингауа модели. Ёдда сақлангандан кейин вақтга мувофиқ хотира ҳажмининг ўзгартириш эгрилиги, яъни унутишнинг вақт эгрилиги:

$$b = \frac{100k}{(\log t)^c + k}, \quad (3.1)$$

бу ерда: b – тажриба вақтида ўқув материалининг хотирада сақланган фоизи;

t – материални тўлиқ ўзлаштириш вақти, соатларда;

c ва k – тажриба маълумотлари бўйича энг кичик квадрат усуллари олинган констант.

А. Шукарев модели. Материални ўзлаштириш:

$$y = a - be^{at}, \quad (3.2)$$

бу ерда: y – бирлик вақтда тўғри ифодалар миқдори сифатида белгиланган ўқув материални ўзлаштириш;

n – синовлар сони;

$a \rightarrow \infty$ бўлганда ўзлаштириш чегараси;

b ва c – константалар.

Т. Робертсон модели. Материални ўзлаштириш:

$$y = \frac{be^{An}}{c + e^{An}}, \quad (3.3)$$

бу ерда: y – ўзлаштириш;

n – синовлар сони;

$A = ab$; a ва c – константалар (ўргатувчи параметрлари);

$b \rightarrow \infty$ бўлганда ўзлаштириш чегараси.

Л. Терстоун модели. Материални ўзлаштириш (ўқитишнинг гиперболоик қонуни):

$$y = \frac{a(n+c)}{(n+c)+b}, \quad (3.4)$$

бу ерда: y – ўзлаштириш;

n – синовлар сони;

a ва c – константалар;

b – ўрганиш тезлиги.

Л. Халл модели. «Кўникма кучи»:

$$H_R^S = M(1 - e^{-bn}) \quad (3.5)$$

бу ерда: H_R^S – «кўникма кучи», ёки стимул ва таъсирланиш билан боғлиқ бўлган ассоциатив ўзгарувчан;

M – «кўникма кучи»нинг асимптотик қиймати;

b – ўрганиш тезлигини ифодаловчи параметр;

n – ўргатувчи тажрибалар сони.

Ўқитишнинг стохастик модели. «Ўқитишнинг линияли модели» деб номланган ўқитишнинг стохастик модели:

$$p_{n+1} = a_j p_n + b_j, \quad (3.6)$$

бу ерда: p_n – ўрганувчи n -синовда тўғри жавоб бериш эҳтимоли;

a_j, b_j – жавоб эҳтимолини кўпайтирадиган ёки камайтирадиган параметрлар.

Ўқитишнинг статистик модели. Акс эттиришнинг τ вақт-даги тўғри жавоб эҳтимоли қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$P_{\tau} = P_0 e^{-\alpha \tau}, \quad (3.7)$$

бу ерда: P_0 – тезкор акс эттиришдаги эҳтимоллик;

ν – ахборотни унутиш тезлиги.

Ўргатувчи ахборот элементларини билмаслик эҳтимоллар вектори;

$$p_i^n = p_i(t_i^n) = 1 - e^{-\alpha n_i t_i^n}, \quad i = 1, \dots, N; m = 1, 2, \dots; i \in U_n \quad (3.8)$$

бу ерда: α_i^n – ўқитишнинг n -сеансда ўргатувчи ахборотнинг j -элементини унутиш тезлиги;

t_i^n – ўқитувчи ахборотнинг i - элементини охирги ўрганиш вақти;

U_n – ўргатувчи ахборотнинг кўплаб элементлари.

Ўрганувчи ахборотнинг ҳар бир элементини унутиш тезлиги, агар ушбу элемент ўрганувчига ўрганиш учун берилса, камаяди ва агар ўрганилмаса, ўзгармайди:

$$\alpha_i^n = \begin{cases} \text{агар } i \notin U_n, \text{ унда } -\alpha_i^m; \\ \text{агар } i \in U_n, \text{ ва } r_i^n = 0, \text{ унда } -\gamma^1 \alpha_i^m; \\ \text{агар } i \in U_n, \text{ ва } r_i^n = 1, n = 1, 2, \dots, \text{ унда } -\gamma^n \alpha_i^m; \end{cases} \quad (3.9)$$

$$r_i^n = \begin{cases} \text{агар ўрганувчи } u_i \text{ элемент } U_n^1 \text{ бўйича} \\ \text{ўргатишнинг } n\text{-жавобидан кейин тўғри} \\ \text{жавоб берса } - 0, \text{ агар аксинча бўлганда } - 1. \end{cases}$$

бу ерда: $\gamma^1, \gamma^n, \alpha_i^1 (i = 1, 2, \dots, N)$ – ўрганувчи хотирасининг индивидуал хусусиятларини тавсифлайдиган параметрлар;

$0 < \gamma^1 < \gamma^n < 1, \alpha_i^1 > 0$ – ўргатувчи ахборотнинг i - элемент унутилишининг бошланғич тезлиги.

А. Щукарев, Т. Робертсон, Л. Терстоун томонидан материални ўзлаштиришни тавсифлайдиган турли тенгламалар таклиф этилган. Ўқитиш муаммосини тадқиқ қилиш учун математик усуллар қўлланилишининг кейинчалик ривожланиши К. Халл ишлари билан боғлиқдир. У «кўникма кучи» деб аталадиган ўзгарувчидан фойдаланган [88, 89].

Ўтган асрнинг 40–50 йилларида ўқитиш стохастик жараён каби кўриб чиқилган. Мутахассислар томонидан асосий ўзгарувчи жавоб эҳтимоли ёки таъсирланиш бўлиши кераклиги таъкидланди [90]. Р. Буш, Ф. Мостлер, В. Эстес, К. Берк, Дж. Миллер, У. Мак-Гилл томонидан «ўқитишнинг «линия»ли модели» деб номланган ўқиган-

ликнинг стохастик модели ишлаб чиқилган. Ушбу моделларни куришда n - синовда ўрганувчи тўғри жавоб берилган p_n эҳтимоллиги киритилади. Ҳар бир синовда жавоб берган сари, ўрганувчи ҳар қандай исботни олади (масалан, тўғри жавобни билади).

Бугунги кунда ўқитиш муаммолари ўқитишнинг статистик назариясида тадқиқ қилинади [91]. Бунда билимларнинг статистик назарияси ўрганилади, ўқув материали оқимлар ўртасидаги алоқани ўрнатади, уни ўзлаштириш ва унутиш билан ахборот сақланиш давомийлиги тадқиқ қилинади. Ўқитиш жараёнини тадқиқ қилишда ўқитувчи ахборотни элементлар (қисмлар)га ажратиш мақсадга мувофиқдир [87]. Ўргатувчи ахборот элементи бўлиб тушунча, қоида, таъриф, вазифа ва шу кабилар ҳисобланиши мумкин. Ўрганувчининг ҳолати ўқитишнинг n - сеансида ўргатувчи ахборот элементларини билмаслик эҳтимоллик векторини тавсифлаш мумкин. Ушбу вектор моҳиятига кўра ўрганувчининг модели бўлиб ҳисобланади. Келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, ўргатувчи ахборот элементларини билмаслик эҳтимолларининг ўзгариши уларни унутиш тезликларига боғлиқ бўлади, ўз навбатида, ўрганувчи хотирасининг индивидуал хусусиятлари белгиланади.

Автоматлаштирилган ўқитиш нуқтаи назаридан ўрганувчининг касбга оид муҳим сифатларини диагностика қилиш ва баҳолаш, тайёрлаш жараёнини индивидуаллаштириш учун муҳим омил бўлиб ҳисобланади, бу ўрганувчиларнинг типологик хусусиятлари ўқитишга мўлжалланишини билдиради. Ўрганувчиларнинг индивидуал-типологик тавсифларини ўқув материални баён этиш усулини танлашда, ўқитиш учун вақтни белгилашда, назорат топшириқларини тузишда, яъни ўқитишнинг энг яхши услубини танлашда ҳисобга олиш керак.

3.4. Технологик жараёнлар операторларининг касбга оид муҳим сифатларини баҳолаш услуби

Касбга оид муҳим сифатларни аниқлаш учун технологик жараён, оператори фаолияти таҳлил қилинди. Белгиланган вазифаларни бажариш учун оператор технологик жараён тизимининг хусусиятларини, объектнинг технологик схемасини яхши билиши керак.

Ускуна, коммутация, назорат-ўлчаш асбоблари ишлашини узлуксиз назорат қилиш оператордан қайта улаш, тақсимлаш, концентрациялаш, кўз билан чамалаш, асбобнинг аниқ бўлиши учун эъти-

борни, жараённинг жорий параметрларини номинал параметрлар билан таққослаш ва уларнинг ўзгариш тенденцияларини кузатиш зарурияти оператив ва узоқ муддатли хотира яхши ривожланган бўлишини талаб этади.

Бундан ташқари технологик режимни тушуниш, ускунадан техник фойдалана олиш талабларини билиш натижасида юзага келадиган ривожланган техник интеллектнинг мавжудлиги операторнинг муваффақиятли ишлаш кафолати бўлиб ҳисобланади. Мантикий фикрлашнинг юқори даражаси аварияли вазиятларнинг олдини олиш, турли оғишлардан энг аҳамиятли параметрларни тўғри ажрата билиш, бошқарувнинг оптимал стратегиясини амалга ошириш имконини беради. Бу жуда муҳимдир, чунки оператор ишида юзага келиши мумкин бўлган хато оператор ва бошқа ходимларнинг ҳаёти ҳамда соғлиғига, қимматбаҳо ускуна ишдан чиқишига ва катта моддий харажатлар юзага келишига хавф солиши мумкин.

Диққат, хотира, техник интеллект, мантикий фикрлаш, кўз хотираси каби касбий сифатлар, шунингдек, масъулиятлилиқ ва эмоционал барқарорлик каби шахсий сифатлар технологик жараён операторининг асосий касбга оид муҳим хусусиятлар саналади.

Оператор меҳнатини ўрганиш натижалари 3.1-жадвалда келтирилган.

3.1-жадвал

Технологик жараён операторининг касбга оид муҳим сифати

Касбга оид муҳим сифатлар	Хусусиятлар	Аҳамиятлилик мотивацияси
Психофизиологик:		
Диққат	Барқарорлик ва диққатни тақсимлаш. Танланганлик ва диққатни концентрациялаш	Технологик жараёни доимий назорат қилиш, диққатни бир объектдан бошқасига қайта ўтказиш зарурияти
Хотира	Қисқа муддатли, узоқ муддатли хотира ҳажми	Жорий ҳолат ва технологик режим нормалари тўғрисидаги ахборотни ёдда сақлаш ва қайта ишлаш
Техник интеллект	Техник интеллектнинг ривожланиш даражаси	Технологик жараёни, қурилмани ва ускунанинг ишлаш тамойилини тушуниш зарурияти
Мантикий фикрлаш	Мантикий муносабатларни ўрнатиш, умумлаштириш ва абстрактлаш имконияти	Ечиладиган вазифаларни олдиндан айтиб бериш, технологик жараёндаги оғишларни аниқлай билиш

Кўз хотираси	Кўз билан ўлчаш малакасининг мавжудлиги	Назорат қилинаётган объектлар ҳолатини кузатиш вазифасини бажариш, объектлар фаолиятини инструментлар ва асбобларсиз ўлчаш
<i>Шахсий:</i>		
Эмоционал барқарорлик	Ўзини тута олиш, асабий толиқишнинг йўқлиги	Кўп куч талаб этилиши
Маъсулиятлилик	Хулқнинг нормативлиги, ишга оид йўналганлик	Бошқа инсонлар ва моддий бойликлар учун юқори маъсулият

Оператор касби диққат, хотира, техник интеллект, мантиқий фикрлаш, кўз билан идрок этиш аниқлиги, эмоционал барқарорликнинг юқори ривожланишини ва бажариладиган амалларнинг натижаси учун маъсулиятни талаб этади.

Ишончлилик, валидлик ва дифференциаллик каби талабларга жавоб берадиган операторнинг муҳим касбий сифатларини тадқиқ қилиш услуги [92, 93] қуйидагилардан иборат:

– *диққатнинг барқарорлиги ва тақсимланишини тадқиқ қилиш* Бурдоннинг корректурани синов услуги бўйича амалга оширилади; услуб турли ҳарфлар ёзилган махсус бланкни қаторма-қатор кўриб чиқиб, барча Е ҳарфларини ўчиришдан иборат; топшириқларни бажариш давомийлиги 5 минут; ҳар 60 минутда кўриб чиқилган белгилар сони қайд этилади; меҳнат унумдорлиги йиғиндиси ва уларни бажаришдаги аниқлик топилади;

– *диққатнинг танланганлиги ва концентратсиясини тадқиқ қилиш* Мюнстерберг тести орқали амалга оширилади. Синов топширувчининг вазифаси матнни тезроқ ўқиб, ҳарfli матн орасидан сўзни топиш ва остига чизишдан иборат. Топилган сўзлар сони ҳисоблаб чиқилади;

– *қисқа муддатли хотира тадқиқ қилинганда* синов топширувчининг турли ички штрих чизиқларига эга бўлган 6 та учбурчакни 10 секунд давомида ёдда сақлаш қобилияти аниқланади; қисқа муддатли хотира синов топширувчи эсга олган ва бир минутда турли ички штрих чизиқларга эга бўлган 24 та учбурчакдан иборат бўлган блок-кассетада кўрсатган учбурчаклар сони бўйича баҳоланади;

– *узоқ муддатли хотирани тадқиқ қилиш* тажриба бошида берилган 6 та учбурчакни танлаш керак бўлган блок-кассетани тест-

дан ўтказишни охирида такроран келтириш билан амалга оширилади. Учбурчакнинг такроран келиши тўғрисида синов топширувчи огоҳлантирилмайди;

– *техник интеллектни тадқиқ қилиш* Беннетнинг механик тушунганлик махсус тести билан амалга оширилади; 40–50 минут давомида расмлар кўринишда келтирилган қатор топшириқларни ечиш зарур; техник қобилиятлар даражаси тўғри ечилган топшириқлар миқдори бўйича баҳоланади;

– *мантикий фикрлашни тадқиқ қилиш* «Мураккаб ўхшашликлар» тести ёрдамида амалга оширилади; мантикан боғлик 20 жуфт сўзга дастлаб мантикий муносабатлар учун «Намуна» жадвалидан сўзлар жуфтдан ассоциациялаш бўйича энг яқини танлаб олиниши керак. 3 минут давомида тўғри топилган ўхшашликлар ҳисоблаб чиқилади;

– *кўз билан идрок этишни тадқиқ қилиш* «Бўлакни тенг бўлиш» услуби ёрдамида амалга оширилади; бир узунликдаги ва ингичка чизиқ билан икки қисмга бўлинган бир хил мўлжалдаги бўлакни таққослаш; синов топширувчи аниқ тенг иккига бўлинган бўлақларни кўрсатиши зарур; ушбу кўз билан аниқлаш вазифасини бажариш аниқлиги белгиланмаган максимал силжиш катталиги билан баҳоланади;

– синов топширувчининг эмоционал барқарорлик ва масъулиятлилиқ даражасини аниқлаш учун Р. Кеттелл тести қўлланилади; унда ҳар бир сифат учун амалий хусусиятга эга бўлган ва ҳаётий вазиятларни акс эттирадиган олти та савол таклиф этилади; жавоблар «Жавобларни ёзиш варағи»га киритилади ва натижалар махсус «калит» ёрдамида ҳисоблаб чиқилади.

3.5. Тренажёрларнинг математик таъминоти тузилмаси ва унга қўйиладиган асосий талаблар

Мураккаб технологик объектларнинг операторлари учун тренажёр-ўқитиш мажмуалари амалга оширилиши керак бўлган асосий тамойил операторларда технологик жараёнларни самарали бошқариш имконини берадиган оператив фикрлашни ривожлантириш заруриятидан иборатдир. Шунга мувофиқ асосий талаблар сифатида ўқитиш тизимининг алоҳида элементларини, унинг ахборот моделини ишлаб чиқишда бўлгани каби, умуман тренажёрли мажмуанинг математик таъминотини ишлаб чиқишда ҳам эъти-

борга олиш зарур бўлган қатор қоидаларни ажратиш мумкин. Биринчидан, бу тренажёрли мажмуанинг реал объектга етарлича ўхшашлигидир. Охириги йилларда тренажёрнинг реал бошқарув объектига максимал тарзда ўхшашлик тамойилига асосланган тренажёр қурилиш амалиётида анъанавий ёндашувнинг чекланганлиги сезилганлигини таъкидлаш зарур. Техник ва физик ўхшашлик тенденциялари иқтисодий харажатларнинг кескин ошишига олиб келади, лекин ўқитиш самарадорлигининг етарли даражада ошиши таъминламайди [94].

Тренажёр бошқариш вазият тўғрисидаги зарур маълумотни берадиган ўрганувчилар континенти учун ахборот моделини ривожлантиришдан иборат. Бошқариш вазиятига бошқариш тизимининг ўзи (шу жумладан, бошқариш объекти, бошқарув органлар, ахборотни акс эттириш воситалари), шунингдек, топшириқни бажариш муҳити, шароитининг омиллари киради. Бир томондан, тренажёрда бошқарувнинг реал вазият хусусиятлари, жумладан, бошқариш тизимининг тавсифлари етарлича тўлиқ акс этиши керак. Бироқ ахборот модели ўзининг мураккаблилиги ва қимматлилиги бўйича моделлашувчи объектга яқин бўлмаслиги керак. Акс ҳолда у бефойда бўлиб қолади. Бошқа томондан, тренажёрлар ўрганувчиларда касбга оид муҳим сифатларни, малака ва кўникмаларни шакллантириш учун мўлжалланган бўлса, уларни ишлаб чиқишда касбий фаолият генезис тизимининг психологик қонуниятларини ҳисобга олиш керак [95, 96]. Хусусан, ташқи ахборот модели психик образлар – бошқарилувчи ҳаракатларни тартибга солувчини шакллантиришда асос бўлиб хизмат қилади. Шунинг учун ушбу тамойилни тренажёрнинг реал бошқариш объектига етарлича ўхшашлигини ўқитиш – малакани шакллантириш вазифасини тренажёрда, яъни психологик тузилмада амалга ошириладиган ахборот моделига ва касбий тажрибани шакллантириш механизмларига мос келадиган тамойил билан тўлдириш зарур. Бунда техник ечимлар фаолиятнинг психик регуляцияга хос хусусиятларига мос келиши керак [94].

Ушбу мувофиқлик тамойилини амалга ошириш тренажёрли мажмуаларни лойиҳалаштиришга тизимли ёндашувни назарда тутлади.

Иккинчидан, ўрганувчида ўқитишнинг ҳар бир босқичида ечимнинг энг яхши вариантларини шакллантириш ўқитиш дастурининг мақсади бўлиб ҳисобланади. Шу сабабли вазифаларни ҳал этишда

Ўрганувчининг амалларини энг оқилона вариант билан таққослаш муаммолари юзага келади. Ушбу муаммони ҳал этишда иккита жиҳатни: ўрганувчининг амалларини расмийлаштириш ва берилган вазиятда вазифаларни ҳал этишда оқилона усулларни аниқлашни ўз ичига олади.

Учинчидан, шакллантирилган ёндашувни ўрганувчи фаолиятини ва унинг ўргатувчи мажмуаси ичида амалга ошириладиган умумий ўрганганлик даражасининг объектив баҳоларини аниқлаш зарур. Ушбу баҳо ўз ичига операторнинг «тез ҳаракати»ни ҳисобга оладиган кўрсаткичлар тизимини, бошқаришнинг муайян вазифаларини тўғри ечиш усулларини топиш эҳтимолини баҳолаш, шунингдек, ҳал этилаётган вазифаларнинг мураккаблилигини олади.

Тўртинчидан, замонавий ҳисоблаш техникасидан фойдаланиш асосида математик таъминотнинг блокли тузиш тамойили ётади. Компьютер техникаси асосида тренажёр техникасига нисбатан ушбу тамойилни амалга ошириш ишлаб чиқиладиган тизимнинг математик таъминотининг асосий элементларини тираж қилиш имкониятини таъминлайди.

Ушбу қоидалардан келиб чиққан ҳолда, ўргатувчи мажмуанинг математик таъминоти таркибини характерлайдиган ва уни ишлаб чиқишда тадқиқотлар йўналишларини белгилайдиган тренажёрнинг асосий элементларига ажратиш мумкин. Унга технологик жараённинг математик модели, ўрганувчининг оқилона ечимлар вариантини шакллантириш модели, ўрганувчининг амалларини баҳолаш тизими киради.

Тренажёр математик таъминотининг ўзгарувчан элементлари техник жараённинг математик модели саналади ва ўқитиш жараёнида бошқариш объекти бўлиб ҳисобланадиган ишлаб чиқаришнинг (жараённинг) муайян тури аниқланади.

Ўргатувчи дастур тренажёр математик таъминотининг асосий элементларидан бири бўлиб ҳисобланади, у ўз ичига оператор ва ўргатувчи тизими ҳамда инструктор ўртасидаги ахборот алмашинуви жараёнини шакллантиришни олади [94–98].

Ўргатувчи дастур қуйидаги вазифаларни бажаради:

- ўрганувчига унинг талаби бўйича топшириқларни бериш;
- ўрганувчиларнинг жавобларини таҳлил қилиш;
- ўрганувчига унинг талабига кўра ёки нотўғри жавоб берган ҳолатда ёрдам бериш;

– ўрганувчиларнинг курснинг ҳар бир бўлими бўйича билимларини баҳолаш;

– ўқитиш жараёни тўғрисида статистик маълумотларни йиғиш.

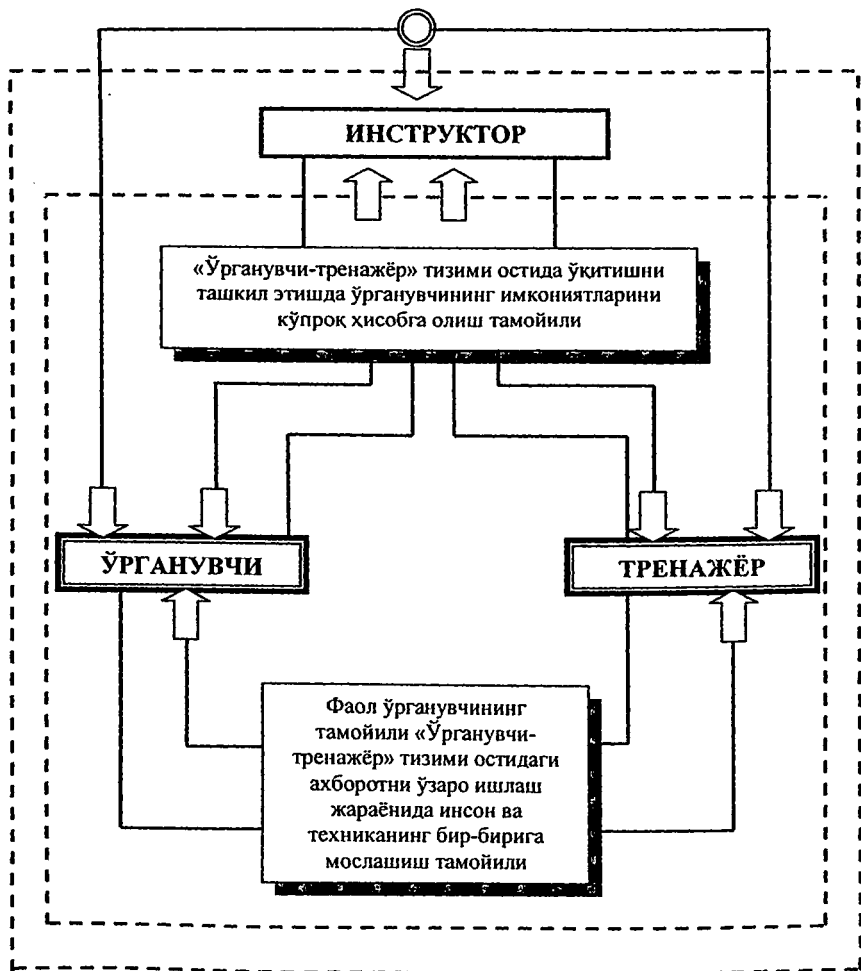
Операторнинг прогрессив ўсиб бориши билан биргаликдаги операцион-мажмуа усули ўқитиш учун энг оқилона асос бўлиб ҳисобланади [96].

Ўқитувчи раҳбар (инструктор) вазифаларни қўяди, шунингдек, амалга ошириш учун зарур ўқитиш дастурини танлайди. Унга мувофиқ дастлабки ўзгарувчи қийматлар автоматик тарзда ўрнатилади. Талон сигналлар шакллантирилади, носозликлар, авариялар хусусияти ва киритиш вақти берилади ва ҳоказо.

Самарали ўргатувчи дастурларни шакллантириш муаммоларини муваффақиятли ҳал этиш «инсон-машина» иерархик тизими каби тренажёр-ўргатувчи мажмуини кўриб чиқиш билан боғлиқдир, ушбу иерархик тизимда техник қурилмалар ва тренажёр имитатори касбий тажрибани бериш, шунингдек, уни ўрганувчида шакллантиришга қаратилган инструктор ва ўрганувчи ўртасидаги мулоқат бўлиб хизмат қилади.

Бунда иккита муносабат юзага келади: «субъект – субъект» ва «субъект – объект» [94]. Тренажёр тизимлардаги субъектлараро муносабатлар икки типда: а) иерархик, масалан, инструктор ва ўрганувчи ўртасида; б) тенг ҳуқуқли – биргаликдаги фаолият жараёнида ўрганувчилар ўртасида бўлиши мумкин. Таянч тизими «инструктор-тренажёр-ўрганувчи» иккита инсон-машина тизими қисмидан иборат: «инструктор-тренажёр» ва «ўрганувчи-тренажёр» (3.3-расм). Ўз навбатида, «Инструктор-тренажёр-ўрганувчи» тизими учун тизим қисми ташкилий деб ҳисобланади. Тренажёрли мажмуада инсон-машина тизимининг ишлаш сифатини баҳолаш унинг куйи тизимида амалга оширилади. Тренажёр тизимининг муҳандислик-психологик тадқиқотларида ўрганувчи ва тренажёрнинг техник қурилмалар ўртасидаги боғланишлари ўрганилади. Кўпроқ эътибор «инструктор-тренажёр»нинг ўзаро ишлаш таҳлилига қаратилади. Тренажёр инструктор ва ўрганувчининг ўзаро самарали ишлашини ташкил этишга бағишланган. Тренажёрли мажмуаларда инструктор ва ўрганувчининг мулоқот жараёни асимметрик ҳисобланади. Бунга сабаб инструктор ва ўрганувчининг мақсади (топшириғи) ва функциялари объектив мос келмаслигидир. Ўқитиш жараёнининг асосий мақсади (ва ўрганувчининг объектив мақсади ҳам) малакани тезроқ эгаллаш, таълимнинг норматив даражаси ва натижаларидан

иборат. Бунда тренажёр бошқариш вазияти тўғрисидаги зарур маълумотларни таъминлайдиган ахборот модели бўлиб хизмат қилади.

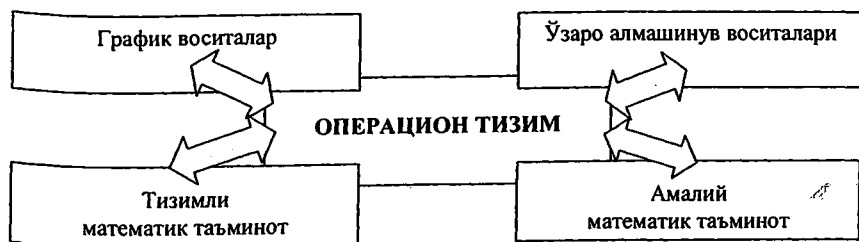


3.3-расм. «Инструктор-тренажёр-ўрганувчи» иерархик тизими

Бошқача айтганда, тренажёр реал операторлик фаолиятининг ахборот модели бўлиб ҳисобланади [94]. Инструкторнинг мақсади ўқитиш жараёнини бошқаришдан иборат. Инструктор фаолиятининг фарқловчи хусусияти бўлиб ўрганувчи объектига (субъектига) эга бўлиши ва йўналтирилган ўзгартиришга, психика тизимининг

Ўқитиш вазибаларига мувофиқ қайта ўзгартиришга боғлиқ бўлиши ҳисобланади. «Инструктор-тренажёр-ўрганувчи» тизимида мулоқот ўрганувчида касбий тажриба (билим, малака, кўникма, муҳим касбий сифатлар) тизимини ташкил этишнинг асосий функциясини бажариши керак. Мулоқотнинг коммуникатив-регулятив функциялари [99] етакчи бўлиб ҳисобланади, чунки инструктор ўрганувчи фаолиятининг тизимида тартибга солишнинг куйи тизимига таъсир этади. Умуман, инструктор ва ўрганувчи ўртасидаги ахборотли таъсир этиш масаласини тренажёр тизимини яратишга қаратилган техник вазибани таҳлил қилиш босқичида ҳисобга олиш мақсадга мувофиқдир. Тренажёр математик таъминотининг муҳим қисми бўлиб ўрганувчининг оқилона ҳаракатларини шакллантириш модели ҳисобланади. Ўрганувчи ҳаракатларининг ушбу модели бўйича ҳисоблаб чиқилган зарур амаллар кетма-кетлиги бўйича мос тушиши даражаси бевосита операторнинг нақадар ўрганганини аниқлаш имконини беради [100].

Операцион тизимнинг таркибий қисми умумий ҳолда мураккаб технологик объектлар операторларининг тренажёр математик таъминоти бўлиб ҳисобланади (3.4-расм) ва тизимли ҳамда амалий қисмдан иборат. Тизимли математик таъминот ЭҲМнинг техник ишлашини ташкил этиш учун мўлжалланган. У ўз ичига бошқарувчи ва қайта ишловчи дастурлар мажмуини, йўриқнома ва тавсифларни олади ҳамда ҳисоблаш мажмуининг мажбурий қисми бўлиб ҳисобланади. Тузилмавий-тизимли математик таъминот ўз ичига киритиш-чиқариш супервизори ва масалалар диспетчеридан ташкил топган тизимнинг ядросини; киритиш-чиқариш драйверлар тизимини, юқори даражали алгоритмлаш тилли дастурларининг транслятор тизимини; бошланғич дастурлаш модулларини таҳрирлаш тизимини олади [101].



3.4-расм. Операцион тизимнинг тузилмаси

Амалий математик таъминот тренажёрли мажмуанинг асосий ташкил этувчи операцион тизими бўлиб ҳисобланади. Унинг бош фарқловчи хусусияти бўлиб элементларнинг мантиқий ўзаро ишлашини ва ишлаш вазифаларини ҳал этишни таъминлайдиган ички ташкил этиши ва йўналганлик ҳисобланади. Бу математик таъминотнинг энг мураккаб, қимматли ва кўп меҳнат сарфланадиган қисми саналади. Бутун тренажёрли мажмуанинг ишлаш самарадорлиги унга бевосита боғлиқ бўлади.

4. ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАР ОПЕРАТОРЛАРИНИНГ КАСБИЙ ЯРОҚЛИЛИГИ ВА ЎҚИШНИ БАХОЛАШ АЛГОРИТМЛАРИНИ АМАЛГА ОШИРИШ

4.1. Операторларнинг касбий яроқлилик моделини ҳисоблаш

«Химавтоматика» МЧЖ ўқув-тренинг марказида танланган психодиагностика услубиётига мувофиқ 40 та оператор-технологлар иштирок этган экспериментал тадқиқот ўтказилди. 4.1-жадвалда тестларга берилган тўғри жавобларнинг максимал миқдори келтирилган.

4.1-жадвал

Тестлар бўйича тўғри жавобларнинг максимал миқдори

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
B_{\max}	190	28	6	6	70	20	6	12	12

Тест натижалари 4.2-жадвалда келтирилган.

4.2-жадвал

Тест натижалари

Оператор рақами	Касбга оид муҳим сифат								
	Психофизиологик сифатлар							Шахсий сифатлар	
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
1	146	18	6	5	62	13	6	8	9
2	138	21	5	2	60	14	3	9	10
3	91	22	4	3	67	15	5	8	12
4	188	14	5	4	63	13	6	5	9
5	159	19	4	2	57	14	6	8	9
6	133	15	4	4	58	13	4	8	10
7	122	19	6	4	66	15	6	7	10
8	138	24	5	3	63	16	6	10	9
9	167	21	4	1	55	13	3	8	10
10	146	20	4	3	58	15	5	10	10
...
40	121	16	5	4	57	14	4	8	8

Изоҳ: B1 Бурдон тести натижалари, B2 Мюнстерберг тести, B3 «Фигураларни қайта ишлаш» (Қисқа муддатли хотира) тести, B4 «Фигураларни қайта ишлаш» (Узоқ муддатли хотира) тести, B5 Беннетнинг механик тушунишлик тести, B6 «Мураккаб ўхшашлик» тести, B7 «Кесикни тенг иккига бўлиш» тести, B8 Кеттелл тести, «С» омили, B9 Кеттелл тести, «G» омили.

4.3-жадвалда (4.1) формула бўйича меъёрлаштирилган кўри-нишга келтирилган тест натижалари келтирилган:

$$X_{ij} = \frac{B_{ij}}{B_{\max ij}}, \quad (4.1)$$

бу ерда: X_{ij} – тест бўйича меъёрлаштирилган баҳо,

B_{ij} – саволларга берилган тўғри жавоблар миқдори,

$B_{\max ij}$ – тўғри жавоблар эхтимоллининг максимал миқдори, i – тест рақами, j – оператор рақами.

4.3-жадвал

Меъёрга келтирилган қийматни ҳосил қилган тест натижалари

Опера- тор рақами	Касбга оид муҳим қиймат									Ўртача- лашти- рилган эксперт баҳоси
	Психофизиологик сифатлар							Шахсий сифатлар		
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	
1	0,768	0,643	1,000	0,833	0,886	0,650	1,000	0,667	0,750	5
2	0,726	0,750	0,833	0,333	0,857	0,700	0,500	0,750	0,833	3
3	0,479	0,786	0,667	0,500	0,957	0,750	0,833	0,667	1,000	4
4	0,989	0,500	0,833	0,667	0,900	0,650	1,000	0,417	0,750	4
5	0,837	0,679	0,667	0,333	0,814	0,700	1,000	0,667	0,750	3
6	0,700	0,536	0,667	0,667	0,829	0,650	0,667	0,667	0,833	3
7	0,642	0,679	1,000	0,667	0,943	0,750	1,000	0,583	0,833	5
8	0,726	0,857	0,833	0,500	0,900	0,800	1,000	0,833	0,750	5
9	0,879	0,750	0,667	0,167	0,786	0,650	0,500	0,667	0,833	2
10	0,768	0,714	0,667	0,500	0,829	0,750	0,833	0,833	0,833	4

40	0,637	0,571	0,833	0,667	0,814	0,700	0,667	0,667	0,667	3

Изоҳ: X1 – Бурдон тести бўйича нормага келтирилган баҳо, X2 – Мюнстерберг тести бўйича, X3 – «Фигураларни қайта ишлаш» (қисқа муддатли хотира) тести, X4 – «Фигураларни қайта ишлаш» (узоқ муддатли хотира) тести, X5 – Беннетнинг механик тушунишлик тести, X6 – «Мураккаб ўхшашлик» тести, X7 – «Кесикни тенг иккига бўлиш» тести, X8 – Кеттелл тести, «С» омили, X9 – Кеттелл тести, «С» омили.

Операторларнинг касбий яроқлигини баҳолаш умумлашган кўрсаткич Y бўйича экспертлар томонидан амалга оширилади (4.4-жадвал). Бош муҳандис, катта уста ва меҳнат муҳофазаси бўйича муҳандис эксперт ҳисобланади. Экспертлар компетентлилик ва объективлик талабларига жавоб беришади.

Оператор рақами	Умумлашган кўрсаткич	Эксперт баҳоси		
		Биринчи эксперт	Иккинчи эксперт	Учинчи эксперт
1	0,800	5	5	5
2	0,698	3	3	3
3	0,738	4	4	4
4	0,745	4	4	4
5	0,716	3	3	4
6	0,690	3	3	3
7	0,789	5	5	5
8	0,800	5	5	5
9	0,655	2	2	3
10	0,748	4	4	4
...
40	0,691	3	3	3

Умумлашган кўрсаткич учун барча тест бўйича нормалаштирилган баҳоланинг ўрта арифметик қиймати ҳисоблаб чиқилади. Ҳисоблаш операторларни тестлаш натижаларидаги фарқнинг мавжудлигини кўрсатди. Умумлашган кўрсаткич 0,655 дан 0,800 гача бўлган қийматларни қабул қилди, бу операторларда талаб этилган сифатларни ҳосил бўлиш даражасининг бир текис эмаслигини билдиради.

Операторларнинг касбий яроқлилиги экспертлар томонидан бирлик кадамли 1 дан 5 гача бўлган шкала бўйича баҳоланди. Қиймат 5 операторнинг касбий яроқлилиги максимал баҳоси, қиймат 3 эса, касбий яроқлилиқнинг қуйи чегарасига ҳисобланади. Шундай қилиб, $Y > 3$ да оператор «муваффақиятли яроқли», $Y < 3$ да эса «шартли яроқли» ҳисобланади.

Барча операторларга балл қўйилишидан қатъи назар, ўртача арифметик баҳоланинг бутун сонигача ўртачалаштирилгани каби ҳисоблаб чиқилган эксперт баҳоси аниқланган (4.4-жадвал).

Экспертлар фикрининг мувофиқлиги конкордация коэффиценти W ёрдамида баҳоланди ва у Кендэл томонидан таклиф этилган қуйидаги формула орқали ҳисобланади [102]:

$$W = \frac{s}{\frac{1}{12}m^2(n^2 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j} \quad (4.2)$$

бу ерда: W – конкордация коэффиценти;

S – объектларнинг ҳақиқий йиғинди ранглари ва уларнинг ўртача қийматлари ўртасидаги фарқлар квадратининг йиғиндиси қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқилади:

$$S = \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^m K_{ij} - \frac{1}{2} m(n+1) \right\}^2 \quad (4.3)$$

бу ерда: $\sum K_{ij}$ – барча экспертлардан олинган ҳар бир омил бўйича ранглар йиғиндиси,

m – экспертлар сони; n – операторлар сони;

T_j – қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб чиқиладиган j - саралашдаги рангларга боғлиқ бўлган кўрсаткич:

$$T_j = \frac{1}{12} \sum_i (t_k^3 - t_k) \quad (4.4)$$

бу ерда: t_k – j - эксперт томонидан саралашдаги рангларга боғлиқ бўлган k - гуруҳдаги рангларга тенг бўлган сони [103].

Конкордация коэффиценти $0 < W < 1$ диапазонда ўзгаради, бунда 0 – тўлиқ келишилмаганлик, 1 – тўлиқ биргалик.

Ҳар бир оператор бўйича касбий яроқлилик экспертлар баҳоси [104]га асосан ранглар матричасига ўзгартирилган (4.5-жадвал).

4.5-жадвал

Экспертлар фикрининг юқори келишилганлигини баҳолаш учун маълумотлар

Операторнинг тартиб рақами	Экспертлар баҳосининг ранг (даража)лар матричаси			Ранглар суммаси (Kt)	Ўртачадан оғиш	Оғишлар квадрати (St)
	1-эксперт	2-эксперт	3-эксперт			
1	16,5	17	17	50,5	20,5	420,25
2	7	6,5	5	18,5	-11,5	132,25
3	12	12,5	12	36,5	6,5	42,25
4	12	12,5	12	36,5	6,5	42,25
5	7	6,5	12	25,5	-4,5	20,25
6	7	6,5	5	18,5	-11,5	132,25
7	16,5	17	17	50,5	20,5	420,25
8	16,5	17	17	50,5	20,5	420,25
9	2	1,5	5	8,5	-21,5	462,25
10	12	12,5	14	38,5	8,5	72,25
...
40	7	6,5	5	18,5	-11,5	132,25

Операторларнинг касбий яроклилик модели маълумотларни таҳлил қилишнинг ишорали статистик усули асосида ҳосил бўлган. Ишорали қондалар қуйидаги: гипотезаларни текшириш, нуқтали баҳолашларни ҳисоблаб чиқиш, номаълум параметрлар учун ишончли кўпликни тузиш каби асосий статистик вазифаларни ечиш мумкин бўлган маълумотларни қайта ишлашнинг нопараметрик схемасини ҳосил қилади. Ишорали усул параметрларгача аниқлик билан маълум бўлган муайян қонунга риоя қиладиган тасодифий хатоларни тақсимлаш бўлиб ҳисобланадиган классик параметрик усуллар билан таққослаш бўйича статистик усулларни қўллаш соҳаси кенгайди. Айрим ишорали қондалар анча аввал маълум бўлган, лекин [105] ишларнинг муаллифлари уларнинг принципиал янги имкониятларини очишди.

Ишорали усул статистик маълумотларни таҳлил қилишга нопараметрик ёндашув бўлиб ҳисобланади, бунда тақсимлаш қонуни номаълум ва ҳосил бўлган натижалар маълумотларга эмас, балки улардан ҳосил бўлган муайян функциялар ишораларига асосланади. Ушбу усулдан фойдаланиш бир қатор аҳамиятли афзалликлар бўлиб, у дастлабки маълумотларни тақсимламаслиги, тасодифий хатоларни нормага келтиришни ва бир хил тақсимланганлигини таҳлаб этмаслиги, маълумотларни чиқариб ташлашларга барқарорлиги, кичик танлаб олишларда номаълум параметрларни баҳолашнинг юқори аниқлиги ҳисобланади.

Операторларнинг касбий яроклилик моделини ҳосил қилиш учун эксперт баҳолари билан белгиланадиган тест натижалари ва ходимларнинг касбий яроклилиги ўртасидаги функционал боғлиқликни ўрнатиш зарур. Касбий яроклилик моделининг натижаси амалий дастурларнинг Sign статистик пакетидан фойдаланган ҳолда амалга оширилган.

Эксперт баҳолари билан белгиланадиган тестлаш натижалари ва касбий яроклилик кўрсаткичи ўртасидаги функционал боғлиқликни ўрнатиш чизикли регрессив вазифаларни ечиш билан амалга оширилади. Агар, Y – жавоб функциялари қийматининг вектори (касбий яроклилик) бўлса, тестлаш натижалари x устун билан X матрицани ҳосил қилади:

$$X = \|x_{i\alpha}\|, \quad (4.5)$$

бу ерда: $\alpha = 1, \dots, r$ – тест рақами, бунда $(r - 1)$ – тадқиқ қилинаётган сифатлар сони;

тадқиқ қилинаётган рақам $i = 1, \dots, n$, бу ерда: n – синалаётганлар сони.

Тест натижалари ва касбий яроқлилик баҳолари ўртасида функционал боғлиқликни қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:

$$Y = X / \theta + \xi \quad (4.6)$$

бу ерда: Y – жавоб функциясининг вектор қийматлари (касбий яроқлилик баҳоси),

θ – номаълум параметрлар вектори,

X – жавоб (тест натижалари)га таъсир этувчи омиллар вектори,

ξ – мустақил тасодифий хатоликлар вектори.

Регрессив таҳлил қилишнинг классик моделида тасодифий катталиклар $\xi = \xi_1, \dots, \xi_n$ статистик мустақил, бир хил ва нормал тақсимланган деб тахмин қилинади. Тестлаш натижаларини қайта ишлаш ҳолатида бундай тахмин ҳар доим ҳам бажарилмайди.

Ишорали усул асосида тенг эҳтимолли чизикли регрессия схемаларида ξ мустақил тасодифий хатоликлар мусбат ва манфий қийматларни қабул қилади деган тахмин ётади:

$$P\{\xi_i < 0\} = P\{\xi_i > 0\} = 1/2 \quad (4.7)$$

барча $i = 1, \dots, n$ учун:

(4.6) моделда чизикли регрессиянинг $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_r)^T$ параметрлар баҳолари қуйидаги масалани ечишга олиб келинади:

$$\sum_{\alpha=1}^r (\sum_{i=1}^n x_{i\alpha} \text{sign}(y_i - \sum_{\beta=1}^r x_{i\beta} \cdot \theta_{\beta}))^2 \min \quad (4.8)$$

Бундай масалаларни ечиш ҳар доим мавжуд, чунки мақсадли функция бўлакли доимий ҳисобланади (6 бутун фазода вектор параметри θ ўзгарганда, y қийматнинг чекли сонини қабул қилади).

Sign статистик амалий дастурлар пакетида ишорали баҳоларни ҳисоблаш учун қўшиладиган ҳар бир масалани кетма-кет минималлаштиришга олиб келинадиган итерацион алгоритм қўлланилади (4.8).

Алгоритм учта босқичдан иборат бўлади ва $k = 1, 2, \dots$ учун r – ўлчамли векторли қийматларни кетма-кет ўлчашлардан:

$$\theta(k) = (\theta_1(k), \dots, \theta_r(k))^T$$

иборат бўлади.

Биринчи босқич: бошланғич яқинлашиш танланади

$$\theta(0) = (\theta_1(0), \dots, \theta_r(0))^T$$

Иккинчи босқич: итерация қадами
 $\theta(k-1) = (\theta_1(k-1), \dots, \theta_r(k-1))^T$ дан $\theta(k) = (\theta_1(k), \dots, \theta_r(k))^T$ га

Ўтишдан иборат, $k = 1, 2, \dots$. $\theta_\alpha(k), \alpha = 1, \dots, r$, қиймат қоидага кўра танланади.

Учинчи босқич: жараён k қадамда тўхтайтиди, агар берилган ҳисоблаш аниқликда ε

$$\sqrt{\sum_{\alpha=1}^r (\theta_\alpha(k) - \theta_\alpha(k-1))^2} < \varepsilon \quad (4.9)$$

ёки (4.8) функция нолга ўзгарганда.

[105] ишда регрессион модел параметрларининг итерацион алгоритми бўйича нолдан ҳисоблаб чиқилган аҳамиятли оғишлар тўғрисидаги гипотезаларни текшириш учун мезонлар тавсифланган. Операторларнинг касбий яроқлилиги Y ва тестлаш натижалари X ўртасида боғлиқлик тасодифий ёки тасодифий эмаслигини аниқлаш учун H_0 нолли гипотеза текширилади, унинг учун:

$$\theta = 0. \quad (4.10)$$

H_0 га альтернативалар куйидаги кўринишга эга:

$$\theta \neq 0.$$

H_0 гипотезани текширишда H_0 ни қабул қилинмайди: $\theta = 0$ H_0 фойдасига: $\theta \neq 0$, агар мезон статистикаси куйидагича бўлса:

$$|\sum_{\alpha=1}^r (\sum_{i=1}^n x_{1\alpha} \text{sign } y_i)| \geq \text{const}, \quad (4.11)$$

бу ерда: $\text{sign } y_i = +1$ ва -1 қийматларни қабул қиладиган y_1, \dots, y_n кузатиш белгиларига асосланган белгили статистика; const — аҳамиятлилик даражаси билан белгиланган критик қиймати ε .

Умумий кўринишда (4.11) гипотезани текшириш учун (4.6) моделдаги максимал ўртача эгриликнинг локал силжимаган белгили мезонлари куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$Q = \{Y: \sum_{\alpha=1}^r (\sum_{i=1}^n x_{1\alpha} \text{sign } y_i)^2\} \quad (4.12)$$

Вектор-матрицали шаклда белгили статистика куйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\sum_{\alpha=1}^r (\sum_{i=1}^n x_{1\alpha} \text{sign } y_i)^2 = |X^T S(Y)|^2 = (S(Y))^T (X X^T) (S(Y)) \quad (4.13)$$

бу ерда: $S(Y) = (\text{sign } y_1, \text{sign } y_2, \dots, \text{sign } y_n)^T$

Бунда, гипотеза $H_0: \theta = 0$ қафолатланган даражада $(1 - \varepsilon)$ $\varepsilon(0 < \varepsilon < 1)$ аҳамиятлилик даражаси учун қабул қилинмайди, агар:

$$(S(Y))^T (X X^T) (S(Y)) > q_{1-\varepsilon}^n \quad (4.14)$$

$q_{1-\varepsilon}^n$ — тасодифий катталикнинг $1 - \varepsilon$ квантил даражасини билдиради.

Дискрет тасодифий катталикнинг ξ квантил даражаси α бўлиб ξ_α куйидаги катталик ҳисобланади:

а) $\xi_\alpha = \sup \{y: P\{\xi \leq y\} \leq \alpha\}$, агар $P\{\xi < y\} = \alpha$ тенгламанинг ечими бўлмаса;

б) $\xi_\alpha = \frac{1}{2} (\inf\{y: P\{\xi \leq y\} = \alpha\} + \sup\{x: P\{\xi < x\} = \alpha\})$, агар тенгланнинг ечими бўлса.

Тақсимлашни танлаб олишнинг катта бўлмаган ҳажмларида тасодифий катталикни тақсимлаш квантиллари ($n < 16$) саралаш ёрдамида ҳисоблаб чиқилади. Ўртача ҳажмдаги n квантиллари ҳисоблаб чиқиш учун Монте-Карло статистик синов усулидан фойдаланилади.

4.2. Операторларнинг касбий яроқлилигини моделлаштириш

Ҳисобга олишда Y_j – j - операторнинг касбий яроқлилигининг эксперт томонидан берилган баҳоси; X_i – тестларнинг нормага келтирилган баҳоси деб қабул қиламиз.

Операторларни тестдан ўтказиш маълумотларига компьютерли ишлов бериш касбий яроқлилиқнинг куйидаги кўринишга эга бўлган математик моделини олиш имконини берди:

$$Y = -11,4 + 1,792 X_1 + 1,324 X_2 + 2,214 X_3 + 2,343 X_4 + 2,852 X_5 + 3,929 X_6 + 1,864 X_7 + 1,962 X_8 + 2,312 X_9 \quad (4.15)$$

0,950 ишонч сатҳи учун ноли гипотезаларни (4.11) текшириш натижалари 4.6-жадвалда келтирилган.

4.6-жадвал

H_0 гипотезаларни текшириш: $\theta = 0$ регрессион моделда

Гипотеза	Ишонч сатҳи	Мезон статистикаси	Квантил қиймати	Натижа
$\theta_0 = 0$	0,950	16,010	3,806	Ноли гипотеза қабул қилинмади
$\theta_1 = 0$		6,820	3,931	
$\theta_2 = 0$		10,800	3,848	
$\theta_3 = 0$		9,822	3,838	
$\theta_4 = 0$		10,320	3,576	
$\theta_5 = 0$		6,250	3,668	
$\theta_6 = 0$		8,315	3,668	
$\theta_7 = 0$		11,530	3,531	
$\theta_8 = 0$		9,215	3,765	
$\theta_9 = 0$		5,656	3,665	

Текшириш натижаси, ноли гипотезалар қабул қилинмаслигини ва ўз-ўзидан регрессион моделнинг барча параметрлари аҳамиятли эканлигини, яъни тадқиқ қилинаётган барча сифатлар операторнинг касбий яроқлилигини баҳолаш учун муҳим эканлигини кўрсатди. 4.7-жадвалда маълумотларни таҳлил қилишнинг белгили усули ёрдамида ҳисоблаб чиқилган касбий яроқлилиқ кўрсаткичлари келтирилган.

4.7-жадвал

Касбий яроқлилиқни ҳисоблаб чиқиш натижалари

Оператор рақами	Умумий эксперт баҳоси	Касбий яроқлилиқ кўрсаткичи	Қолдик
1	5	4,981	0,019
2	3	3,046	-0,046
3	4	3,996	0,004
4	4	3,978	0,022
5	3	3,234	-0,234
6	3	2,996	0,004
7	5	4,996	0,004
8	5	4,996	0,004
9	2	1,996	0,004
10	4	3,995	0,005
...
40	3	3,069	-0,069

Ҳисоблаб чиқиш натижаларига кўра, 6 кишини «муваффақиятли яроқли», 4 кишини эса «шартли яроқли» тоифасига киритилиши мумкин (4.8-жадвал).

4.8-жадвал

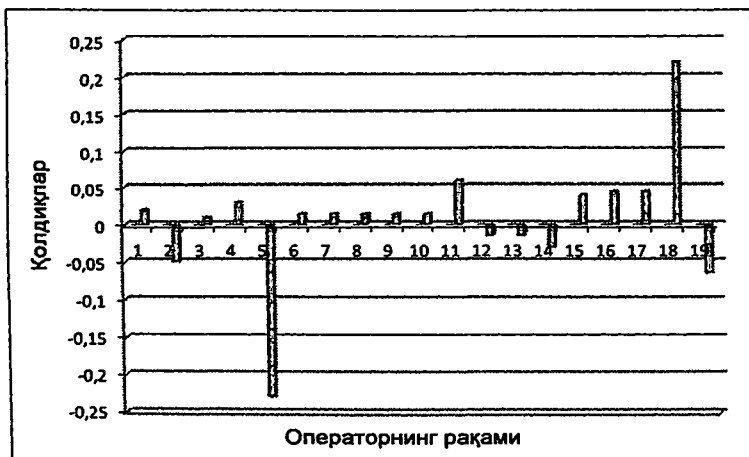
Операторлар касбий яроқлилигининг якуний натижалари

«Муваффақиятли яроқли» операторлар ($Y > 3$)	«Шартли яроқли» операторлар ($Y \leq 3$)
1,3,4,7, 8, 10, 11,16,17,18,21,24,...., 37 Умумий миқдор $N_1 = 24$ 60 %	2, 5, 6, 9,12,13,14,15,19,20,....,40 Умумий миқдор $N_2 = 16$ 40 %

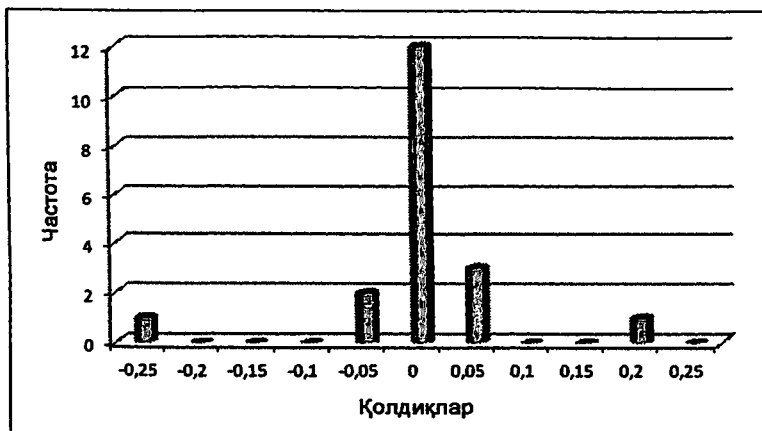
Олинган регрессив модель сифатининг қолдиқлар гистограммаларини таҳлил қилиш – ҳақиқий қиймат Y ва регрессия тенгламаси

бўйича тахмин қилинган қиймат [106] ўртасидаги фарк асосида амалга оширилиши мумкин.

Қолдиклар гистограммалари 4.1- ва 4.2-расмларда келтирилган. Гистограммалардан кўришиб турибдики, хақиқий қийматларнинг регрессион қийматлардан оғиши кўп ҳолларда аҳамиятсиз, ижобий ва салбий оғишлар сони тахминан тенг бўлади.



4.1-расм. Қолдиклар гистограммаси (қолдиклар синалувчининг тартиб рақамига боғлиқлиги)



4.2- расм. Қолдиклар гистограммаси (частота ва қолдикнинг боғлиқлиги)

4.3. «Модуль-Prof_Test» кўп функцияли тестли қобик

Бошқариш, инженеринг, ўқитиш ва назорат қилиш мақсадларига эришишга йўналтирилган интеграцияланган мажмуани ўз ичига олган замонавий автоматлаштирилган тренажёр-ўқитиш тизими ўз тузилмасида ўрганувчиларнинг билимлар даражасини баҳолашнинг ихтисослаштирилган модулидан иборат бўлиши керак.

«Модуль-Prof_Test» кўп функцияли тестли қобик билимларни назорат қилиш ва технологик қурилмалар операторларининг ўз-ўзини назорат қилишлари учун мўлжалланган [107]. Бунда қуйидаги: ишлаб турган қурилмаларнинг операторларини вақти-вақти билан қайта тайёрлаш; бошқарувнинг тақсимланган тизимлари билан ишлаш тажрибасига эга бўлмаган операторлар тренингини ўтказиш; жараёнларни шчитсиз бошқариш тамойилларини ўзлаштириш; технологик регламентларини, ишлаб чиқаришни автоматлаштириш схемаларини, ишлаб чиқаришни бошқаришда хавфсизлик техникаси қоидаларини ўрганиш; ишга янги қабул қилинган операторлар билан тренинг ўтказиш; асбоб билан ишлайдиган мутахассисларни ўқитиш; турли вазиятларда бошқариш бўйича тажрибани ўрганиш; бошқариш объекти ва унинг ишлаш режимлари тўғрисидаги барқарор билимларни ишлаб чиқиш; sanoat қурилмаларининг nobarқарорлик ва кўп боғлиқлик шароитларида кимё-технологик жараёнларни бошқаришни ўқитиш мақсадларига эришилади.

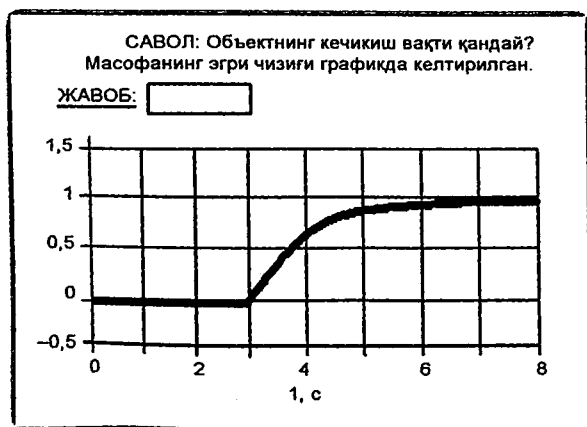
«Модуль-Prof_Test» кўп функцияли тестли қобик материалларни, бошқа соҳаларга боғлиқ билимларнинг ўзлаштирилишини баҳолаш учун ҳам қўлланилиши мумкин. Бунда «Модуль-Prof_Test» автоном тарзда ишлаши ёки АТЎТ таркибига кириши мумкин. «Модуль-Prof_Test» ўз ичига тестли топшириқлар базасини юритиш ва таҳрир қилиш, тест натижаларини рўйхатга олиш, шунингдек, тест топшириқларидан фойдаланган ҳолда ўқитиш режимини ташкил қилиш учун дастурий воситани олади. Бунинг учун тестли қобик тузилмаси дастурий тестер ва тестли таҳрирчидан иборат бўлади. Дастурли тестер функциялари маълумотларнинг тестли базасидан тест топшириқларини ҳисоблаш процедурасини амалга ошириш ва таъминлаб туришдан; тест саволларини экранга топшириқларнинг умумий сонидан тасодифий кетма-кетликда чиқаришни амалга оширишдан; ўрганувчининг билимлар даражасини назорат қилишдан; тестлаш натижаларини статистик қайта ишлашдан; тест натижаларини маълумотлар базасига ёзишдан; ўқитиш ва

назорат қилиш режимларини таъминлаб туришдан, билимлар даражасини баҳолашни шкалалашдан иборат бўлади [107].

Охиргиси уларни муайян сонли тизимда баҳолаш ва тартибга солиш усули ҳисобланади. Натижаларни шкалалаштириш ва уларни интерваллар бўйича гуруҳлаш тестни валидизациялаш бажариладиган қатор статистик процедураларни ўтказиш учун зарур бўлади. Ҳосил бўлган шкалага мувофиқ тест топшириғини тўғри ечгани учун ўрганувчига баллар берилади (умумий ҳолатда – топшириқнинг мураккаблилига мувофиқ), кейин уларнинг йиғиндиси чиқарилади. Бунда барча шкала интервалларга бўлинади. Ҳар бир интервалга йиғинди натижаларининг бир хил миқдори тушиши керак. Ҳар қандай ҳолатда натижаларнинг катта қисми бир интервалга тушмаслиги талаб этилади. Истисно тариқасида натижаларнинг шкаласини бир хил кенгликдаги интервалга бўлиш мумкин.

Тестли таҳрирчи тест топшириқларини қулай экранли шаклга киритиш; билим даражасини баҳолашнинг шкалалаштириш параметрларини киритиш; тест ўтказиш вақтини белгилаш; тест топшириқлари базасини кўриб чиқиш ва таҳрир қилиш; ўрганувчига тақдим этиладиган тест топшириқларининг ҳар бир гуруҳи учун ўқитиш ёки назорат қилиш режимини белгилаш; тест топшириқларининг базасини кўриб чиқиш учун мўлжалланган.

Тест топшириқларини тақдим этиш шакли матнли, график ва мультимедиа компонентлари кўринишида бўлиши мумкин. Тест топшириғининг график шаклига мисол 4.3-расмда келтирилган.



4.3-расм. Очик шаклдаги тестли топшириқнинг экранли шакли

Тест топширикларини киритишда куйидаги: ёпик (танлашнинг бир нечта вариантлари бўлган ва мукобил топширикларда); очик; мувофикликни ўрнатиш; тўғри кетма-кетликни ўрнатиш шакллари назарда тутилган.

4.4. Касбга оид танлаб олишни ўтказишнинг иқтисодий самарадорлиги

Кўпгина авариялар ва бахтсиз ҳолатлар юзага келишининг асосий сабаблари бўлиб «инсон омили» ҳисобланади. Авариянинг юзага келиш хавфини баҳолаш учун «ишламай қолиш дарахти» усулидан фойдаланилади [108]. Ишламай қолишлар сабабларини таҳлил қилиш «ишламай қолиш дарахти» усулининг тузилишига боғлиқ бўлади, ўз навбатида, ишламай қолишларни бартараф этиш бўйича тадбирларни ишлаб чиқиш имконини беради. Ушбу усулнинг аҳа-тадбирларни ишлаб чиқиш имконини беради. [109–112]: таҳлил иш-миятлилиги куйидагилардан иборат бўлади [109–112]: таҳлил иш-ламай қолишларни аниқлашга асосланган; аниқ кўринишда ишонч-сиз жойларни кўрсатиш имконига эга; графика билан таъминланади-ва кўргазмали материалдан иборат бўлади; тизимнинг ишончли-лигини сифатли ёки миқдорий таҳлил қилиш имконини беради; «инсон-машина» тизими тўғрисидаги тасаввурни таъминлайди.

Умумий кўринишда «ишламай қолиш дарахти» усулининг ту-зилиш процедураси ўз ичига куйидаги босқичларни олади:

- тизимдаги номақбул ҳодисани аниқлаш;
- тизимнинг ҳолатини ва тизимдан фойдаланишнинг назарда

тутилган режимини ўрганиш;

- тизимнинг у ёки бу носозликлари сабабларини топиш учун жуда юқори даражадаги ҳодисаларнинг функционал хусусиятла-рини ва тизимнинг ишламай қолишига олиб келадиган жуда паст даражадаги ҳодисаларнинг мантиқий ўзаро боғлиқлигини аниқлаш мақсадида тизим ҳолатини таҳлил қилиш;

- тизимга киришда мантиқий боғлиқ бўлган ҳодисалар учун «ишламай қолиш дарахти» усулининг тузилиши.

Ишламай қолиш дарахтининг тузилмаси сабаблар занжирини ҳосил қилувчи мос келадиган куйи ҳодисалар (хатолар, ишламай қолишлар, номақбул ташқи таъсирлар) тўпламига боғланадиган битта асосий ҳодисани (авария, нохуш воқеа) ўз ичига олади. Да-

рахтларда «боғламлар»даги ходисалар ўртасида боғланиш учун «ВА» ва «ЁКИ» белгиларидан фойдаланилади. Мантикий белги «ВА» юқори турувчи ходиса куйи ходисалар бир вақтда содир бўлганда юзага келишини билдиради (юқори турувчи ходиса эҳтимолини баҳолаш уларнинг эҳтимоллигини кўпайтиришга мос келади). «ЁКИ» белгиси юқори турувчи ходиса куйи ходисалардан бири юзага келиши натижасида содир бўлишини билдиради [113].

Номакбул ходисанинг миқдорий кўрсаткичини аниқлаш учун ишламай қолиш эҳтимоллигини, тайёр эмаслик коэффициентини, ишламай қолишлар миқдорини, тиклаш вақтини ва бирламчи ходисаларни характерлайдиган кўрсаткичларни билиш зарур. Охириги номакбул ходисаларнинг содир бўлиш эҳтимолини ҳисоблаб чиқишда «ВА» ва «ЁКИ» мантикий боғланишлар учун куйидаги боғлиқликдан фойдаланилади:

$$P = \prod_{i=1}^n q_i, \quad (4.16)$$

$$P = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - q_i) \quad (4.17)$$

бу ерда: P – охириги ходисанинг содир бўлиш эҳтимоллиги;

n – ходисалар сони;

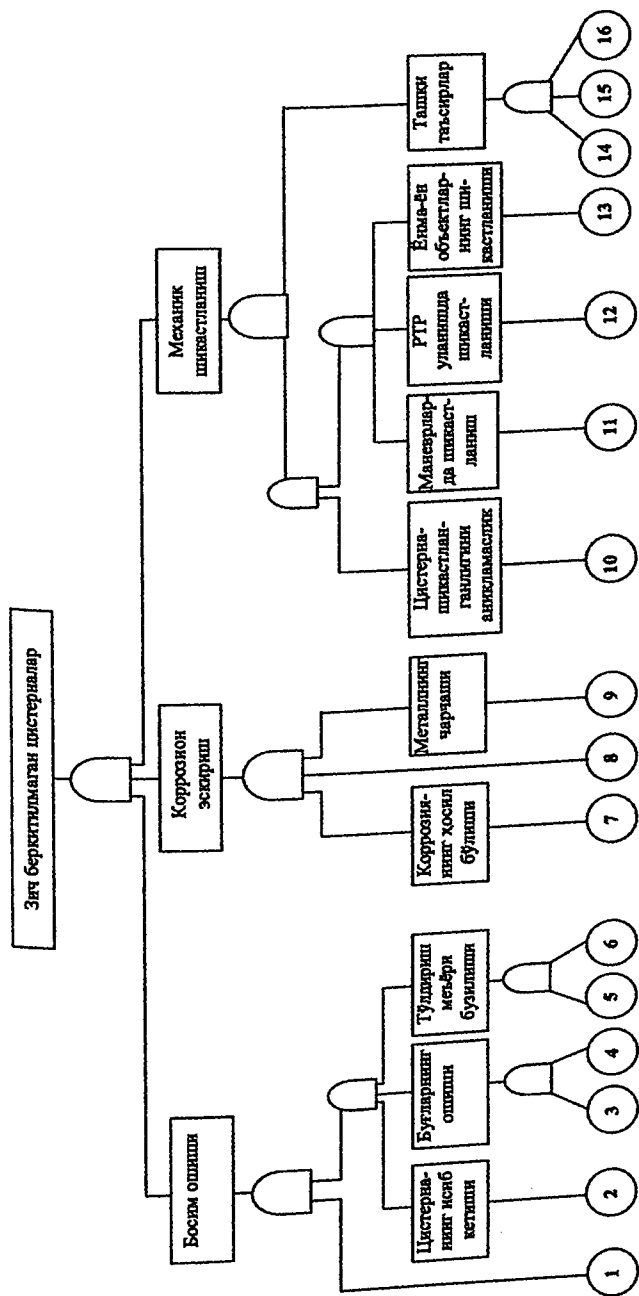
q_i – i - дастлабки ходиса эҳтимоллиги.

Мисол сифатида келтирилган «Ишламай қолишлар дарахти» усулининг тузилишида темир йўл цистернасининг зич беркитилмаганлиги олинган, бунда пасайтирилган углеводородли газ билан авария ходисаси юзага келган.

Цистернанинг зич беркитилмаганлиги натижасида унда босимнинг ҳаддан ташқари ошиши, коррозия ва маънан эскирганлик, корпуснинг ёки цистерна беркитиш арматурасининг механик шикастланиши содир бўлиши мумкин (4.4-расм).

Цистернанинг зич беркитилмаслигига олиб келадиган дастлабки ҳолатлар, шунингдек, уларнинг эҳтимоллиги 4.9-жадвалда келтирилган. Дастлабки ходисалар эҳтимоллиги статистика маълумотлари ва операторлик фаолияти ишончилигининг ҳисоб-китоблари асосида аниқланган.

Шундай қилиб, ушбу объект учун биринчи марта «ишламай қолиш дарахти» усулида инсон-оператор хатолари ҳисобга олинган ва операторларнинг иккита статистик ажратиладиган «муваффақиятли яроқли» ва «шартли яроқли» тоифалари учун охириги номакбул ходиса эҳтимоли ҳисоблаб чиқилган (4.10-жадвал).



4.4-раси. Цистернанинг зич берkitилмагани учун ишламай қолиш дарахти

Дастлабки ходисалар эҳтимоллигининг кийматлари

Ходиса тартиб рақами	Дастлабки ходиса тавсифи	Эҳтимоллик	Изох
1	Сакловчи арматуранинг ишламай қолиши	$2,6 \cdot 10^{-2}$	[112]
2	Цистернадаги босимни ўлчашда операторнинг хатоси	$5 \cdot 10^{-3}$	[97]
3	Манометрнинг ишламай қолиши	$1,1 \cdot 10^{-4}$	[113]
4	Цистерна тўлдирилганлигини назорат қилишда операторнинг хатоси	$3 \cdot 10^{-3}$	эксперт баҳоси
		$5 \cdot 10^{-3}$	
5	Цистерна тўлдириш стаҳининг ишламай қолиши	$1,7 \cdot 10^{-4}$	[112]
6	Кўлланиладиган материалнинг фойдаланиш шароитларига мувофиқ эмаслиги	10^{-4}	[114]
7	Кавшарланган жойлардаги нуқсонлар	$7,6 \cdot 10^5$	[112]
8	Цистернада шикастланишлар мавжудлигини кўриб чиқишда операторнинг хатоси	$2 \cdot 10^3$	[97]
9	Цистернани тўкиш стояки остига ўрнатишда оператор назоратидаги хато	$1,1 \cdot 10^2$	эксперт баҳоси
		$2 \cdot 10^2$	
10	Цистерна оғиз томонидаги вентиляторга эстакаданинг резина матоли кўллари уланишида операторнинг хатоси	$2,2 \cdot 10^2$	экспериментал тарзда
		$5 \cdot 10^2$	

Изоҳ: чизик устида операторларнинг «муваффақиятли яроқли», чизик остида «шартли яроқли» гуруҳларига доир миқдорий характеристикалар келтирилган.

«Муваффақиятли яроқли» операторларнинг ишида темир йўл цистернасининг зич беркитилмаганлик эҳтимоли $5,77 \cdot 10^{-4}$ га тенг, «шартли яроқли» операторларнинг ишида эса, $7,02 \cdot 10^4$ га тенг, яъни объектда фақат «муваффақиятли яроқли» операторлар ишлаган ҳолатда суюлтирилган углеводород газ билан аварияга олиб келадиган ходисаларга сабабларни юзага келтириш эҳтимоли 17,8 %га камаяди.

Энди операторларни касбга оид танлаб олишнинг иқтисодий самарадорлигини кўриб чиқамиз. Оператор бўш ўрни лавозимига номзодни касбга оид танлаб олиш учун вақт бўйича ва молиявий харажатлар 4.11-жадвалда келтирилган. Ушбу жадвалдаги маълумотларга кўра, операторларни касбга оид танлаб олишда ҳар бир номзод учун 33 050 сўм сарфлаш зарур.

«Ишламай қолиш дарахти» усулини ҳисоблаб чиқиш натижалари

Ҳодиса тавсифи	Ишлаш давомида ҳодиса эҳтимоллиги	
	Операторнинг «муваффақиятли яроқлилиги»	Операторнинг «шартли яроқлилиги»
Оралик ҳодисалар		
Цистернада ҳаддан зиёд босимнинг ошиши	$2,15 \cdot 10^4$	$2,67 \cdot 10^4$
Корпуснинг коррозия ва фойдаланишда маънан эскириши ёки цистернанинг қулфлаш арматураси	$2,86 \cdot 10^4$	$2,86 \cdot 10^4$
Корпуснинг ёки қулфлаш арматурасининг механик шикастланиши	$7,7 \cdot 10^5$	$1,49 \cdot 10^4$
Номакбул охириги ҳодиса		
Цистернанинг зич беркитилмаганлиги	$5,77 \cdot 10^4$	$7,02 \cdot 10^4$

Мол-мулк зиёни корхонанинг авариядан кўрган асосий ишлаб чиқариш жамғармасининг ва айланма маблағларнинг йўқ бўлиши, шикастланиши ва учинчи шахс мол-мулкига келтирилган зиённи қоплашга олиб келадиган йўқотишлар, бузилган ускуналарни тиклаш учун сарфланадиган харажатлар каби бевосита йўқотишларни ўз ичига олади [114]: ишдаги маълумотларга асосан операторнинг ҳатоси билан суюлтирилган углеводород газ бўлган темир йўл цистернасининг зич беркитилмаганлиги билан боғлиқ авариядан юзага келган максимал зиён 661 500 минг АҚШ долларини ташкил этади (ушбу суммага йўқотилган ускуна қиймати ҳам киритилган).

«Муваффақиятли яроқли» операторларнинг ишида темир йўл цистернасининг зич беркитилмаганлик эҳтимоли сезиларли даражада камаяди (18 %га), бу қуйидагича тахмин қилиш имконини беради: касбга оид танлаб олишгача бир хил вақт интервалида авария содир бўлади (юзага келиш эҳтимоли 1 га тенг), касбга оид танлаб олишдан кейин унинг юзага келиш эҳтимоли 18 %га камаяди. Натижада, авария содир бўладиган вақт интервали ошади ёки агар кўриб чиқиладиган вақт интервали ўзгармасдан қолганда ҳам авария юзага келишидан зиён 18 %га камаяди.

Операторларни касбга оид танлаб олиш учун ўртача вақт ва молиявий сарфлар

Параметр	Таркиби	Сарф
	Материални мутахассис томонидан ўрганиб чиқиш	3 соат
	Тест ўтказишга тайёрлаш: Бланкларни (улардан 1 таси резерв), йўриқнома ва жавоблар варақларини босиб чиқариш/ксерокс; тестга тайёрланиш ва ҳоказо	40 мин
	Учрашиш, танишиш, ўқитиш жойини кўрсатиш	20 мин
	Тест ўтказиш вақти (топширикни тушунтириш, топширикни бажариш)	1 соат 20 мин
	Тест натижаларини қайта ишлаш	45 мин
	Номзоднинг оператор лавозимига касбий яроқлилигини аниқлаш	5 мин
Жами		6 соат 10 мин
Материал	Ручкалар (улардан 1 таси резерв)	600 сўм
	Бланкларни босиб чиқариш/ксерокопия	2000 сўм
	Бланклар учун файллар (улардан 1 резерв ва 1 мутахассис материаллари учун)	3000 сўм
Жами		5600 сўм
Иш ҳақи	Мутахассиснинг иш ҳақи	4500 сўм/соат
Ҳаммаси		33 050 сўм

Касбга оид танлаб олиш самарадорлигини баҳолаш учун икки-та пул оқимлари (ПО)ни таққослаш усулидан бир вақт интервалида фойдаланамиз: зиён касбга оид танлаб олишгача ва танлаб олингандан кейин етказилиши мумкин. Бундай ёндашув операторларнинг касбга оид танлаб олиш натижасида юзага келадиган ва касбга оид танлаб олишгача (ПО₁) ва танлаб олишдан кейин (ПО₂) қўшимча пул оқимлари (ҚПО₀)ни аниқлашдан иборат бўлади (касбга оид танлаб олиш учун харажатлар ҳисобга олинади):

$$ҚПО_0 = ПО_2 - ПО_1 \quad (4.18)$$

Пул оқимларини ҳисоблаб чиқиш авария бўладиган даврда t вақт давомига тенг бўлган вақт интервалида амалга оширилади.

Кўриб чиқилаётган давр давомида n номзодларни касбга оид танлаб олишни ўтказишга сарфланадиган харажатларни ва авария вазиятларининг эҳтимолини ҳисобга олган ҳолда қўшимча пул оқимлари 18 %га камаяди, бу қуйидагича ҳосил қилади:

$$\begin{aligned} \text{ҚП}_0 &= (33\,050\,n + (1058\,400) \cdot (1 - 0,18)) - (1058\,400) = \\ &= 1926\,288 - 33\,050 \times n = \text{минг сўм} \end{aligned} \quad (4.19)$$

Касбга оид танлаб олишни жорий этишда иқтисодий самарадорлик уларни ўтказишга сарфланадиган харажатлардан сезиларли даражада ошади.

4.5. Операторларни ўқитиш учун автоматлаштирилган тренажёр-ўқитиш тизимлари қўлланилишининг самарадорлиги

Оператор-диспетчер ходимларини ўқитишда тренажёрли мажмуа қўлланилишининг самарадорлигини баҳолаш учун асосий кўрсаткичлари қуйидагилар бўлган эксперимент амалга оширилган:

- сценарийнинг барча қадамлари бўйича таъсир этиш сценарийсининг кетма-кет қадамларини бажариш вақти;
- сценарийнинг намунавий кетма-кетлигидан топшириқ бажарилишининг оғиш сатҳини характерлайдиган сценарий қадамларини бажаришдаги хатолар сони.

Авария вазиятларида ҳаракатларни баҳолаш учун авария вазиятларининг юзага келишнинг табиий шароитларида оқибатларни баҳолаш имконини берадиган имитация воситаларидан фойдаланилади.

Ушбу баҳолаш фойдаланувчиларнинг иккита гуруҳи томонидан намунавий сценарийли топшириқлар бажарилиши натижасида олинадиган статистик маълумотларни таҳлил қилиш йўли билан амалга оширилади. Биринчи гуруҳда иштирокчилар тизим билан ишлашнинг амалий кўникмаларини қайта ишлашмади ва иккинчи гуруҳда иштирокчилар бундай амалий кўникмаларни олишди. Топшириқлар қуйидаги элементларни ўз ичига олади: дастлабки ҳолатларнинг ўзига хос хусусиятларини баҳолаш ва аниқлаш; ўзига хос хусусиятларни ва оғишларни аниқлаш; мақсадли ҳаракатлар тўғрисидаги ечимларни қабул қилиш; вазиятнинг ўзгариши бўйича ҳаракатлар мажмуасини шакллантириш; вазиятни штатли режимгача етказиш.

Бунда биринчи типдаги вазифани диспетчер мунтазам ҳал этади, иккинчи типдаги муаммолар камдан-кам учрайди. Оператор фаолиятини таҳлил қилиш ва авария ҳолатларининг статистикаси асосида ҳаракатларнинг намунавий тўплами ва вазифанинг ҳар бир тури учун информатив белгиларнинг тўплами аниқланган [115].

Операторлар фаолиятининг самарадорлигини баҳолаш учун смена ни қабул қилиш босқичида жараёнларнинг штатли технологик ре- жимлардан оғадиган вазифалари тузилган. Бундай вазифалардан ўрганувчиларнинг иш ўринларида акс эттириладиган синалувчи- нинг ўқув топшириғи ўтказилади.

Экспериментни ўтказиш учун икки гуруҳ танланди, биринчи гуруҳга 25 нафар ва иккинчи гуруҳга 21 нафар киши олинди. Ҳар бир гуруҳ алоҳида компьютер синфида жойлашишди ва бир-бири тўғрисидаги ахборотга эга бўлишмади. Бунда биринчи гуруҳ томо- нидан тренажёр ўқитиш дастури ёрдамида, иккинчи гуруҳ то- монидан қоғоз кўринишдаги услубиёт материаллари асосида даст- лабки ўқитиш билан топшириқлар бажарилган. Олинган натижалар 4.12-жадвалда келтирилган.

4.12-жадвал

Смена қабул қилишдаги эксперимент натижалари

Гуруҳ рақамн	Бажаришнинг ўртача вақти, мин	УЎК, мин	Тўғри ҳаракатлар улуши	УЎК улуши
1	15	3,2	0,97	0,171
2	18	4,4	0,76	0,427

Бунда бажаришнинг ўртача вақти тегишли гуруҳларда экспери- ментнинг барча иштирокчилари бўйича ўртача вақтини тавсиф- лайди. Тўғри ҳаракатлар улуши алгоритмнинг асосий босқич ишти- рокчилари томонидан бажариладиган ҳаракатларнинг реал кетма- кетлигидаги улушини тавсифлайди.

Натижалар график кўринишида 4.5 ва 4.6-расмларда келти- рилган.

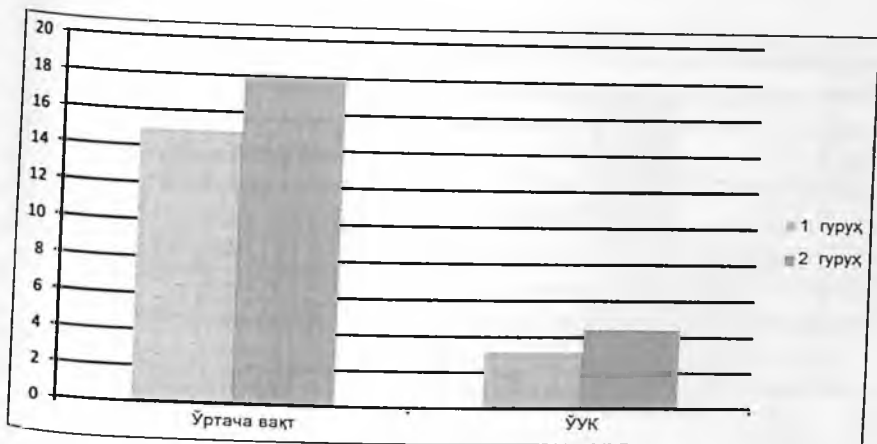
Олинган натижалар учун материални ўзлаштириш коэффици- ентини:

$$K_y = 0,97/0,85 = 1,276,$$

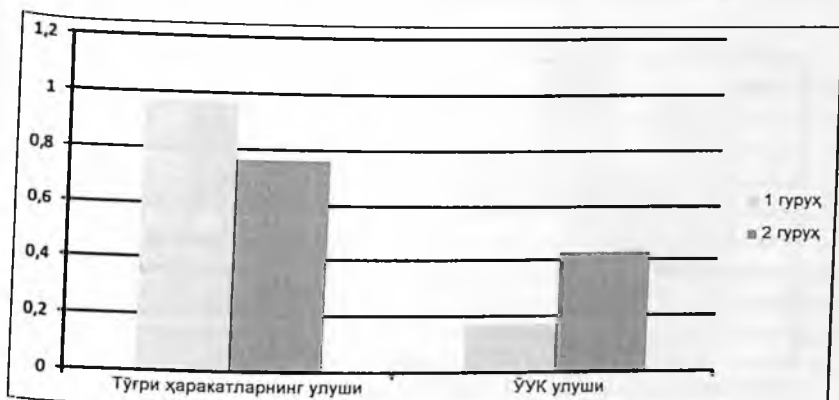
шунингдек, вақт сарфининг коэффицентини ҳисоблаб чиқиш мум- кин:

$$K_B = 15/18 = 0,83.$$

Агрегат типдаги вазиятлар бўйича экспериментал тадқиқот- ларни ўтказиш учун 4.13-жадвалда келтирилган натижалар олинган.



4.5-расм. Тошшириқларни бажариш вақтининг қиёсий баҳоси



4.6-расм. Тўғри ҳаракатлар улушининг қиёсий кўрсаткичлари

4.13-жадвал

Агрегат типдаги вазиятлар бўйича экспериментал тадқиқотлар

Гуруҳ рақами	Бажаришнинг ўртача вақти, мин	ЎУК, мин	Тўғри ҳаракатлар улуши	ЎУК тўғри ҳаракатлар улуши
1	9,2	4,1	0,89	0,313
2	18,3	10,8	0,64	0,48

Натижалар график кўринишида 4.7 ва 4.8-расмларда келтирилган.

Операторлар фаолиятининг самарадорлигини баҳолаш учун смена ни қабул қилиш босқичида жараёнларнинг штатли технологик режимлардан оғадиган вазифалари тузилган. Бундай вазифалардан ўрганувчиларнинг иш ўринларида акс эттириладиган синалувчининг ўқув топшириғи ўтказилади.

Экспериментни ўтказиш учун икки гуруҳ танланди, биринчи гуруҳга 25 нафар ва иккинчи гуруҳга 21 нафар киши олинди. Ҳар бир гуруҳ алоҳида компьютер синфида жойлашишди ва бир-бири тўғрисидаги ахборотга эга бўлишмади. Бунда биринчи гуруҳ томонидан тренажёр ўқитиш дастури ёрдамида, иккинчи гуруҳ томонидан қоғоз кўринишдаги услубиёт материаллари асосида дастлабки ўқитиш билан топшириқлар бажарилган. Олинган натижалар 4.12-жадвалда келтирилган.

4.12-жадвал

Смена қабул қилишдаги эксперимент натижалари

Гуруҳ рақами	Бажаришнинг ўртача вақти, мин	УЎК, мин	Тўғри ҳаракатлар улуши	УЎК улуши
1	15	3,2	0,97	0,171
2	18	4,4	0,76	0,427

Бунда бажаришнинг ўртача вақти тегишли гуруҳларда экспериментнинг барча иштирокчилари бўйича ўртача вақтини тавсифлайди. Тўғри ҳаракатлар улуши алгоритмнинг асосий босқич иштирокчилари томонидан бажариладиган ҳаракатларнинг реал кетма-кетлигидаги улушини тавсифлайди.

Натижалар график кўринишида 4.5 ва 4.6-расмларда келтирилган.

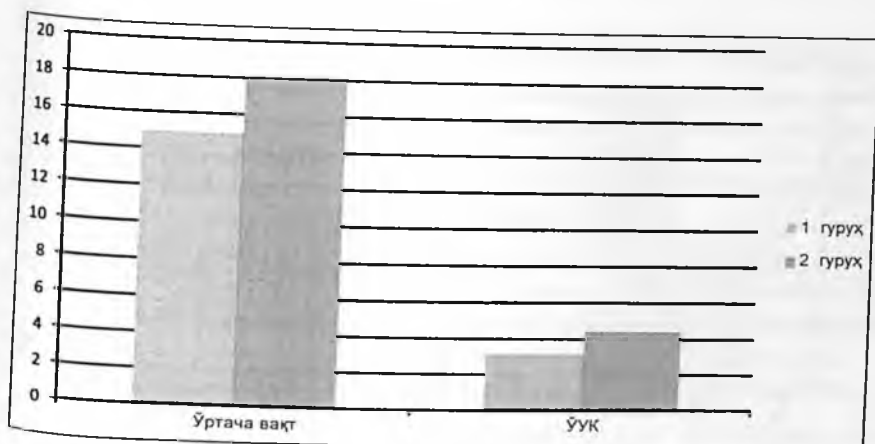
Олинган натижалар учун материални ўзлаштириш коэффициентини:

$$K_y = 0,97/0,85 = 1,276,$$

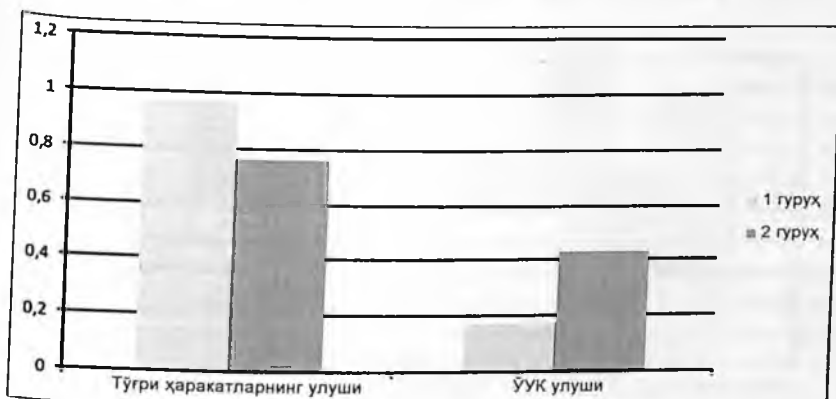
шунингдек, вақт сарфининг коэффициентини ҳисоблаб чиқиш мумкин:

$$K_B = 15/18 = 0,83.$$

Агрегат типдаги вазиятлар бўйича экспериментал тадқиқотларни ўтказиш учун 4.13-жадвалда келтирилган натижалар олинган.



4.5-расм. Топшириқларни бажариш вақтининг қиёсий баҳоси



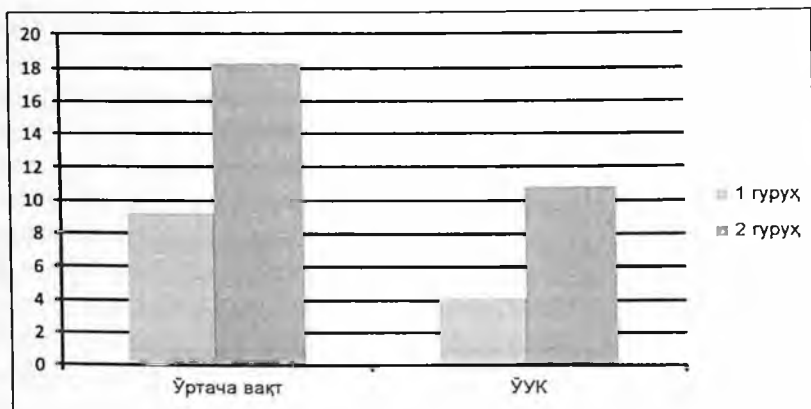
4.6-расм. Тўғри ҳаракатлар улушининг қиёсий кўрсаткичлари

4.13-жадвал

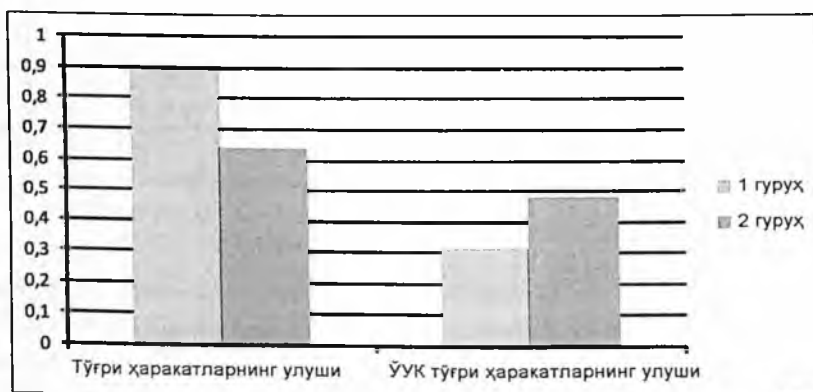
Агрегат типдаги вазиятлар бўйича экспериментал тадқиқотлар

Гуруҳ рақами	Бажаришнинг ўртача вақти, мин	УУК, мин	Тўғри ҳаракатлар улуши	УУК тўғри ҳаракатлар улуши
1	9,2	4,1	0,89	0,313
2	18,3	10,8	0,64	0,48

Натижалар график кўринишида 4.7 ва 4.8-расмларда келтирилган.



4.7-расм. Топшириқларни бажариш вақтининг қиёсий баҳоси



4.8-расм. Тўғри ҳаракатлар улушининг қиёсий кўрсаткичлари

Олинган натижалар учун материални ўзлаштириш коэффициентини:

$$K_{\text{V}} = 0,89/0,64 = 1,39,$$

шунингдек, вақт сарфининг коэффициентини ҳисоблаб чиқиш мумкин:

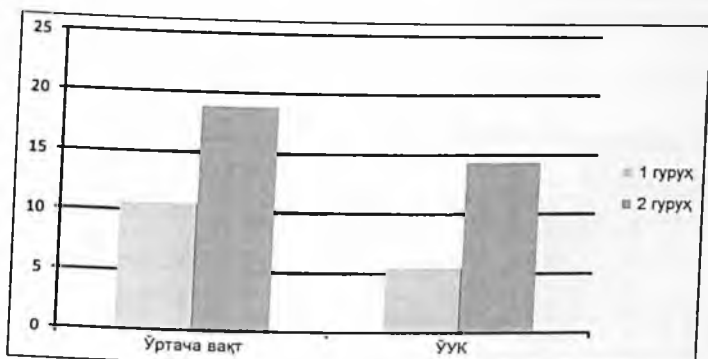
$$K_{\text{B}} = 9,2/18,3 = 0,503.$$

Станцион типдаги вазиятлар бўйича экспериментал тадқиқотларни ўтказиш учун 4.14-жадвалда келтирилган натижалар олинган.

Станцион тидаги вазиятлар бўйича экспериментал тадқиқотлар

Гуруҳ рақами	Бажаришнинг ўртача вақти, мин	ЎУК, мин	Тўғри ҳаракатлар улуши	ЎУК тўғри ҳаракатлар улуши
1	10,5	5,4	0,84	0,367
2	19,1	14,5	0,57	0,495

Натижалар график кўринишда 4.9 ва 4.10-расмларда келтирилган.



4.9-расм. Тошириқларни бажариш вақтининг қиёсий баҳоси



4.10-расм. Тўғри ҳаракатлар улушининг қиёсий кўрсаткичлари

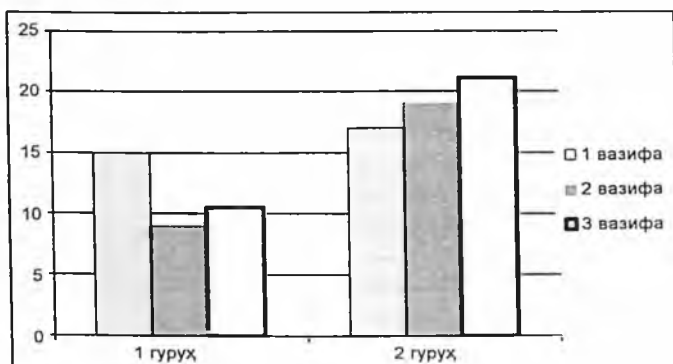
Олинган натижалар учун материални ўзлаштириш коэффициентини:

$$K_y = 0,84/0,57 = 1,473,$$

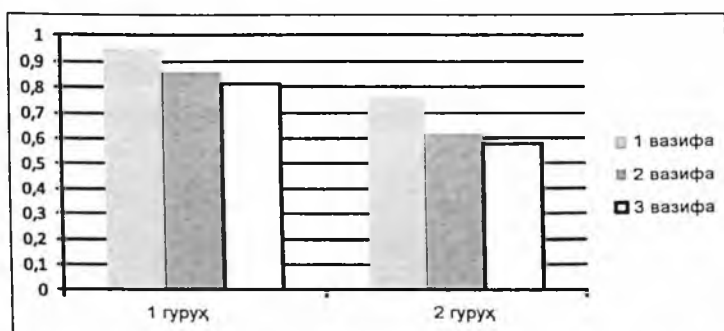
шунингдек, вақт сарфининг коэффициентини ҳисоблаб чиқиш мумкин:

$$K_B = 10,5/19,2 = 0,547.$$

Дастлабки маълумотлар ва олинган кўрсаткичларни топшириқларни бажаришнинг ўртача вақти (4.11-расм) ва тўғри ечимлар улуши (4.12-расм) бўйича таққослаб чиқамиз.

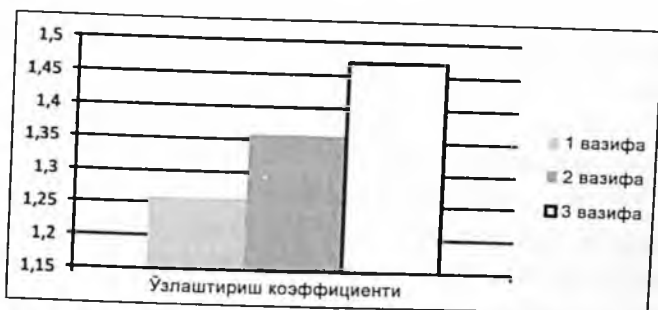


4.11-расм. Топшириқларни бажариш ўртача вақтининг қиёсий кўрсаткичлари

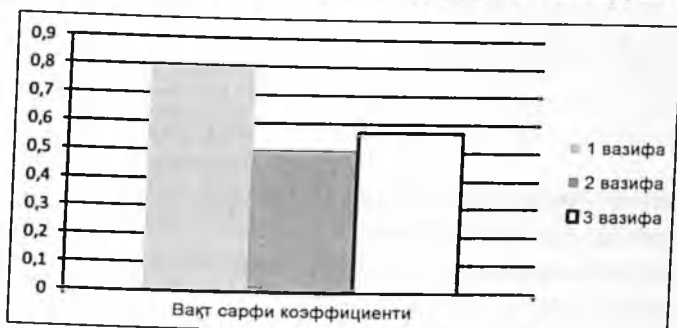


4.12-расм. Операторларнинг тўғри ечимлар улушининг қиёсий кўрсаткичлари

Ўзлаштириш ва вақт сарфи кўрсаткичларининг қиёсий нисбати 4.13 ва 4.14-расмларда келтирилган.



4.13-расм. Ўзлаштириш коэффициентининг қиёсий кўрсаткичи



4.14-расм. Вақт сарфининг қиёсий кўрсаткичи

Ўзлаштириш коэффициентининг олинган қийматлари шуни кўрсатадики, тренажёрда тайёрланган гуруҳ иштирокчиларининг топшириқларни бажариш натижалари тренажёрда тайёрланмаган гуруҳга нисбатан яхши. Шунингдек, топшириқларни бажариш учун вақт сарфи сезиларли даражада қисқаради.

Эксперимент натижаларига ўқитишнинг таъсир этишини аниқлаш учун гипотезани текширишнинг статистик мезонларидан фойдаланиш зарур. Бунда турли белгилар бўйича баҳолаш учун турли мезонлардан фойдаланиш керак. Топшириқларни бажариш вақти учун иккита танланган ўртача қийматни таққослашда фойдаланиладиган Стюдент мезони ва дисперсияни таққослашда фойдаланиладиган Фишер мезони қўлланилади. Фишер мезони нормал тақсимлашни тавсифлайдиган иккита танланган дисперсиянинг фарқи тўғрисидаги гипотезаларни текшириш учун фойдаланилади. Бунинг учун дисперсиянинг катта қиймати кичикка бўлинади:

$$F = \frac{S_a^2}{S_i^2}, \quad \text{где } S_a^2 > S_i^2. \quad (4.20)$$

Олинган қиймат критик $F_{кр}$ билан таққосланади, $F_{кр}$ қиймати n_1 ва n_2 танланган ҳажмларнинг берилган қиймати учун $F(n_1, n_2)$ Фишернинг берилган тақсимлаш функцияси олинади. Агар $F > F_{кр}$, бўлса, иккита танлашдаги фарқлар тўғрисидаги гипотеза инкор этилмайди. Иккита танлаш дисперсиясининг статистик аҳамиятли фарқи мавжуд бўлмаганда, Стъудентнинг иккита танлаш t -мезони асосида иккита ўртача фарқ тўғрисидаги гипотеза текширилади. Бунинг учун t катталиқ

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{D(\bar{x} - \bar{y})}} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{D(\bar{x})}{n_1} + \frac{D(\bar{y})}{n_2}}} \quad (4.21)$$

ёки танланган дисперсиядан фойдаланилганда курилади

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{s_x^2}{n_1} + \frac{s_y^2}{n_2}}} \quad (4.22)$$

Экспериментларда олинган маълумотлар учун Фишер мезони бўйича ва иккита танланган Стъудент мезони бўйича ҳисоблашлар билан 4.15 ва 4.16-жадваллар қурилган.

4.15-жадвал

Фишер мезони бўйича ҳисоблашлар натижалари

Топшириқ	n_1	n_2	S_1^2	S_2^2	F	$F_{кр}$
1	25	21	10,24	19,36	1,891	2,08
2	25	21	16,81	116,64	6,94	2,08
3	25	21	29,16	210,25	7,21	2,08

Ҳисоблаш натижаларини таққослаб чиқамиз. Биринчи типдаги топшириқ учун $F = 1,891 < F_{кр} = 2,08$ – фарқлар аҳамиятсиз. Иккинчи типдаги топшириқ учун $F = 6,94 > F_{кр} = 2,08$ – фарқлар аҳамиятли. Учинчи типдаги топшириқ учун $F = 7,21 > F_{кр} = 2,08$ – фарқлар аҳамиятли. Шундай қилиб, иккинчи ва учинчи типдаги топшириқ учун тренажёрда тайёрланиш дисперсия қийматларида аҳамиятли фарқларни юзага келтиради. Бажариш вақтининг ўртача қийматини таққослаш учун аҳамиятлилик даражаси берилади $\alpha = 0,05$. Бундай қиймат учун $t_{кр} = 1,96$.

Стъудент мезони бўйича ҳисоблаш натижалари

	n_1	n_2	s_1^2	s_2^2	\bar{x}	\bar{y}	T	$t_{кр}$
1	25	21	10,24	19,36	15	18	4,2	1,96
2	25	21	16,81	116,64	9,2	19,3	4	1,96
3	25	21	29,16	210,25	10,5	21,1	5	1,96

Ҳисоблаш натижаларини таққослаб чиқамиз. Биринчи типдаги топширик учун $t_{ҳисоб} = 4,2 > t_{кр} = 1,96$ – фарқлар аҳамиятли. Иккинчи типдаги топширик учун $t_{ҳисоб} = 4 > t_{кр} = 1,96$ – фарқлар аҳамиятли. Учинчи типдаги топширик учун $t_{ҳисоб} = 5 > t_{кр} = 1,96$ – фарқлар аҳамиятли. Шундай қилиб, барча типдаги топшириклар учун тренажёрда тайёрланишда бажаришнинг ўртача вақт қийматларидаги аҳамиятли фарқни юзага келтиради.

Мезонлар қийматларини ҳисоблаш натижалари статистик аҳамиятли фарқларни параметрларда кўрсатади, натижада иккита танлов битта асосий мажмуадан амалга ошириладиган гипотезани инкор этиш имконини беради. Ўқитиш жараёни нуктаи назаридан тренажёрда тайёргарликдан ўтган гуруҳни тестдан ўтказиш натижалари топширикларни бажариш вақти бўйича дастлабки тайёрланмаган гуруҳ натижаларидан фарқлигини билдиради. Касбий тайёрлаш жараёни нуктаи назаридан тренажёрда ўқитилган гуруҳ талаб этилган вазифаларни тезроқ бажаради, бу хавфсизлик даражасини оширади.

ХУЛОСА

Ушбу монография ишида назарий ва амалий тадқиқотлар асо-сида саноат корхоналарининг оператив-диспетчер ходимларини касбга оид танлаб олиш ва уларни психофизиологик тестдан ўтказиш каби кенгайтирилган функционал имкониятли автоматлаштирилган тренажёрли-ўқитиш тизимини ишлаб чиқиш амалга оширилган.

Тадқиқот ишини бажариш жараёнида қуйидаги янги назарий ва амалий натижалар олинган:

1. Операторларни касбга оид танлаб олишни автоматлаштириш муаммосига нисбатан мавжуд ёндашувларни таҳлил қилиш натижасида синовдан ўтказиш системаларининг модели қурилган бўлиб, у технологик қурилмаларнинг операторларининг касбий тайёргарлиги ва ярқилигини баҳолаш жиҳатидан системанинг функционал имкониятларини кенгайтиришни таъминлайди.

2. Тренажёр мажмуасида оператор фаолиятини моделлаштиришнинг умумий ва махсус муаммолари аниқланган. Мураккаб объектлар тренажёрларининг структуралари, лойиҳалаш босқичлари ва махсус, информацион, математик, дастурий, техник ҳамда бошқа турдаги таъминотларини амалга ошириш хусусиятлари аниқланган ва таҳлил қилинган.

3. Операторнинг олдиндан ёзилган алгоритм бўйича технологик амалларни бажариш сифатини эътиборга олувчи ва инсон-операторнинг касбга оид муҳим сифатларини мажмуавий баҳолашни таъминловчи автоматлаштирилган тестдан ўтказиш усули ишлаб чиқилган. Ушбу усул операторнинг функционал ишончлилигини унинг қадамли режимдаги реал иши натижалари бўйича баҳолаш жараёнини автоматлаштириш имконини беради ва бу баҳоларнинг ишончлилигини оширади.

4. Операторларни касбга оид танлаш услубиёти ишлаб чиқилган; касбга оид муҳим бўлган психофизиологик ва шахсий сифат кўрсаткичлари аниқланган ва уларни баҳолаш учун психодиагностик услубиётлар танланган.

5. Мураккаб технологик қурилмалар операторларининг касбий фаолият вазифаларини бажаришга тайёрлигини миқдорий баҳолаш

алгоритми ишлаб чиқилган бўлиб, бу алгоритм инсон-операторнинг функционал ишончлилигини баҳолаш учун оширилган олдиндан айтиб бериш хусусияти билан тавсифланади. Таклиф этилган алгоритм операторнинг функционал ишончлилигини икки асосий ташкил этувчилари: операторлик фаолияти жараёнининг структурали хусусияти (стереотиплик ва мантикий мураккабликнинг меъёрлаштирилган коэффициентлари бўйича) ва фаолият жараёнида оператор функционал ҳолатининг ўзгариш динамикаси (оператор типологик ҳаракатининг вақт параметрлари бўйича)ни ҳисобга олишни ташкил этиш имконини беради. Ушбу алгоритм Borland Delphi дастурлаш тилида дастурий тарзда амалга оширилган.

6. Мураккаб технологик қурилмалар операторларининг касбий тайёргарлик ва яроқлилигини баҳоловчи автоматлаштирилган тестдан ўтказувчи психофизиологик тизимнинг дастурий таъминоти ишлаб чиқилган. Ушбу система ҳам қайд қилиш (операторнинг функционал ишончлилигини текшириш), ҳам олдиндан айтиб бериш (унинг фаолияти самарадорлигини пасайишига сабаб бўлувчи қутилмаган ҳолатлар юзага келишини олдиндан айтиш) характеридаги объектив маълумотларни олиш имкониятини таъминлайди.

7. «Prof_Test» кўп функцияли тестдан ўтказиш қобиғи ишлаб чиқилган бўлиб, у ўзида тест топшириқлари базасини таҳрирлашни юритиш, тест натижаларини қайд қилиш, шунингдек, «Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни автоматлаштириш» соҳасида мутахассисларни тайёрлаш ҳамда қайта тайёрлаш босқичида операторларнинг касбий яроқлилигини баҳоловчи дастурий воситани намён этади.

8. Маълумотларни таҳлил қилишнинг ишорали усули ёрдамида касбий яроқлиликнинг модели олинган ва унинг асосида технологик қурилмаларда ишловчи операторларни икки категорияга ажратиш мумкин: «мувафқиятли яроқли» ва «шартли яроқли».

Sign статистик амалий дастурлаш пакетидан фойдаланишга асосланиб, оператор-технологларни касбга оид танлашни ўтказишнинг иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш амалга оширилган. Касбга оид танловни жорий этишнинг иқтисодий самарадорлиги уни ўтказишга кетадиган харажатларни кўп марта ошириши ўрнатилган.

Муаллифлар ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари тренажёр-ўргатувчи тизимларни ишлаб чиқувчилар учун мўлжалланган асосий ҳаракатларни шакллантириш бўлиб хизмат қилишига ишонади ва шунингдек, монография ўқув жараёнини замонавий ахборот технологиялар асосида қуришга ҳаракат қилаётган фойдаланувчилар – ўқитувчилар учун фойдали бўлади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Попович Н.Г. Автоматизация производственных процессов и установок. – Киев: Вища школа, 1986.
2. Стрелков Ю.К. Инженерная и профессиональная психология. – М.: Академия, 2001.
3. Ананьев Е.М. Разработка аппаратно-программного комплекса оценки профессиональной надежности операторов автоматизированной системы контроля гибридных объектов: дис. ... канд. техн. наук. Серпухов, 2009.
4. Голубев А.А. Психологические основы организации адаптивных систем профессионально-психологического отбора операторов: автореф. дис....д-ра психол. наук. – Ярославль, 2008.
5. Петухов И.В. Исследование профпригодности операторов человеко-машинных систем // Управление персоналом. 2009. №4.
6. Тиньков А.Н., Бондарев И.П., Перепелкин С.В. Компьютерная система для психофизиологического профессионального отбора операторов технологических процессов // Кадры газовой промышленности. 2007. №5.
7. Человеческий фактор / Под ред. Г. Салвенди. Пер. с англ. Т. 3. Моделирование деятельности, профессиональное обучение и отбор операторов. – М.: Мир, 1999.
8. Зинченко В.П., Мунипов В.М. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979.
9. Чистякова Т.Б. Интеллектуальные автоматизированные тренажёрно-обучающие комплексы в системах управления потенциально опасными химическими производствами. Дисс. док. техн. наук/ СПб ГТИ – СПб, 1997.
10. Роджерсон Д. Основы СОМ. – М., Издательский отдел «Русская редакция ТОО «Channel Trading Ltd», 1997.
11. Верлань А.Ф., Ус М.Ф., Пискун А.В., Федорчук В.А. Когнитивное управление в интеллектуальных обучающих системах, Черкасы, 2002.
12. Дозорцев В.М. Автоматизированная обучающая система ДИАГНОСТ. – Автоматизация в промышленности, №7, 2003.
13. Аванесов В.С. Научные проблемы тестового контроля знаний / Монография. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1994.
14. Иванова М.В. Разработка метода снижения риска аварий-

ности и травматизма в газовой промышленности на основе профессионального отбора операторов: дис ... канд. техн. наук. – М., 2003. 138 с.

15. Основы профессионального психофизиологического отбора / Под ред. Ф. Н. Серкова. – Киев: Наукова думка, 1987.

16. Межотраслевые медицинские рекомендации по организации и проведению психофизиологического профессионального отбора. Москва-Свердловск: ВНИОТ, 1989.

17. Береговой Г.Т., Завалова Н.Д., Ломов Б.Ф. Экспериментальные и психологические исследования в авиации и космонавтике. – М.: Воениздат, 1978.

18. Бодров В.А., Орлов В.Я. Психология и надежность человека в системах управления техникой. – М.: ИП, 1998.

19. Попович Н.Г. Автоматизация производственных процессов и установок. – Киев: Вища школа, 1986.

20. Чачко А.Г. Подготовка операторов энергоблоков. Алгоритмический подход. – М.: Энергоатомиздат, 1986.

21. Фрейдзон И.Р., Филиппов Л.Г. Математические модели в судовых обучающих комплексах. – Л.: Судостроение, 1982.

22. Кудрявцева Л.Г. Разработка математического обеспечения информационно-моделирующего обучающего комплекса для отработки принципов управления объектами химической технологии (на примере агрегата большой единичной мощности): Автореферат диссертации к.т.н. – 1983, МХТИ им. Д. И. Менделеева.

23. Брановицкий В.И. и др. Перспективы использования методов искусственного интеллекта в тренажёрах. // Тез. докл. 1 Всес. научно-технического семинара «Тренажёры в формировании профессиональных навыков при подготовке специалистов». – Москва, 1979. (Комитет по подготовке и повышению квалификации специалистов).

24. Автоматизированные обучающие системы на базе ЭВМ. – Минск: Бел. Гос. ун-т, 1980.

25. Ершов М.А. Разработка операционной системы информационно-моделирующего комплекса (тренажёра) для имитации процессов управления крупнотоннажными химическими производствами: Дисс. к.т.н. – М., 1989.

26. Чачко А.Г. Проблемы и перспективы построения систем подготовки персонала. // Сб. «Тренажёры и учебно-тренировочные центры». Общество «Знание» УССР. Киев: 1984.

27. ГОСТ 20921–95 «Комплексная система общих технических требований. Система «человек-машина». Тренажёры. – М.: Изд-во стандартов.

28. Кузнецов С.И. Математическое обеспечение автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ. – Казань: Изд-во Казанского авиационного института, 1977.

29. Ципцюра Р.Д. Принципы обучения операторов АСУ ТП с помощью комплекса тренажёров. – Киев: Об-во «Знание» УССР, 1985.

30. Когон М.Г. // Приборы и системы управления. 1978. №8.

31. Бендер В.А. и др. Авиационные тренажёры. – М.: Машиностроение, 1978.

32. Перов В.Л. и др. Управляющие и обучающие комплексы в химической промышленности. // Системный анализ процессов химической технологии. МХТ им. Д.И. Менделеева. – 1979. Вып. 12.

33. Арунянц Г.Г. и др. Математическое моделирование в системах автоматизированного обучения операторов химических производств. Обзор. Инф. М: НИИТЭХИМ, 1985.

34. Создание интеллектуальных информационно-моделирующих обучающих комплексов (тренажёров) для сложных химико-технологических объектов // Сб. научн. Трудов ОКБ А НПО «Химавтоматика»/ Под ред. Арунянца Г.Г. – Ереван: Арм НИИНТИ, 1989.

35. Madhavan S. Ammonia process simulation/ ~ Plant / operations progress. 1984. – v. 3. № 1.

36. NOPS-технологический тренажёр для обучения с помощью ЭВМ. Проспект фирмы Nokia Electronics (Финляндия), 1982.

37. Юсупбеков Н.Р., Мигранова Э.А. Принципы организации взаимодействия в системе «человек-среда-источник информации» // Республ. научно-практическая конференция «Глобальные проблемы XXI века и техники» № 1. – Самарканд, 2006.

38. Мигранова Э.А., Тошматова Ш.С. Виртуальная лаборатория – программа тренажёр для приобретения навыков и умений // Межвузовский сб. науч. трудов. Актуальные вопросы в области технических и фундаментальных наук: – Ташкент. 2006.

39. Мигранова Э.А., Юлдашева К. Компьютерные тренажёрные комплексы // Респ. межвуз. сб. «Актуальные вопросы в области технических и социально экономических наук»: – Ташкент, 2009.

40. Корте С.А., Уоллес Дж.Ч. Газопроводная информационно –

управляющая система, объединяющая центры диспетчерского персонала // Нефть, газ и нефтехимия за рубежом. 1991. № 5.

41. Григорьев Л.И. Автоматизация процессов обучения и принятия решений в диспетчерском управлении транспортом газа: дисс. на соискание ученой степени д.т.н., –М.: 1997.

42. Митичкин С.К. Разработка имитационной обучающей модели для решения задач оперативно-диспетчерского управления в АСУ транспортом газа: автореферат на соискание уч. степ. к.т.н., – М.: 1990.

43. Курочкин В.В. Прогнозирование капитального ремонта трубопровода на основе его ресурса// Транспорт и хранение нефтепродуктов. 1999. № 4.

44. S.SH. Hilalova, E.A. Migranova, K.J. Jusupov. Computer training apparatus for preparation of operators automated sulfuric acid manufactures статья 7 doc. // Proceedings on Fifth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. – Uzbekistan, Tashkent, 2008.

45. S.A. Vasileva, B.B. Gaibnazarov, E.A. Migranova. The analysis of indistinct algorithms of management of technological processes and manufactures статья 7 doc. // Proceedings on Fourth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. – Uzbekistan, Tashkent, 2006.

46. Мигранова Э.А., Камзина Ю.В. Классификация компьютерных обучающих систем // Материалы международной научно-технической конференции. «Геотехнология: инновационные методы недропользования в XXI веке – «ISTIQLOL» – Москва-Навои, 2007.

47. F.T. Adilov, E.A. Migranova. Architecture of the automated intelligent training systems. Proceedings on Sixth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. – Uzbekistan, Tashkent, November, 2010.

48. Кузьмин И.В. и др. Элементы вероятностных моделей АСУ – М.: Наука, 1985.

49. Инженерно-психологические требования к системам управления // Под ред. В. П. Зинченко: – М.: ВНИИТЭ, 1967.

50. Малашинин Н.И. Сидорова И.И. Тренажёры для операторов АС. – М.: Атомиздат, 1979.

51. Балакирева Л.М., Пиготт С.Г., Фрейдинзон И.А. Методика оценки некоторых количественных характеристик труда опера-

торов АСУ крупнотоннажным химическим производством // Труды ЦНИИКА. 1981, вып. 66.

52. Перов В.Л. и др. Управляющие и обучающие комплексы в химической промышленности. // Системный анализ процессов химической технологии. МХТ им. Д. И. Менделеева. 1979. Вып. 12.

53. Шергольд И.Б., Ершов М.А. Принципы построения математических моделей имитации химико-технологических процессов на тренажёре // Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева. 1986. вып. 140.

54. Губинский А.И., Кобозев В.В. Оценка надежности деятельности человека-оператора в системах управления, – М.: Радио и связь, 1975.

55. Leplat J. Rasmussen J. Analysis of human errors in industrial insidents and accidents for improvement of work safety // Accid. Anal. & Prev. – v. 16 – №21984.

56. Embrey D. E. Approaches to aiding and training operators diagnoses in abnormal situation. // Chem. And Ind. – 1986. – №13.

57. Юсупбеков Н.Р., Гулямов Ш.М., Адилов Ф.Т., Мигранова Э.А. Концептуальные основы построения компьютерных обучающих систем для подготовки оперативно-диспетчерского персонала промышленных предприятий / Препринт. АН РУз Институт математики и информационных технологий. – Ташкент, 2011.

58. Фрейд зон И.Р., Филиппов Л. Г., Грачев В. В. Судостроение за рубежом. – 1979. – №8.

59. Волков А.М. Исследование методов моделирования совмещенной деятельности человека-оператора // Автоматизация проектирования систем «человек-машина». – М.: МАИ, 1980.

60. Волков А.М. Описание характеристик деятельности операторов методом обобщенной модели // Исследование и моделирование деятельности человека-оператора. – М.: Наука, 1981.

61. Волков А.М. Моделирование характеристик принятия решений оператором автоматизированной системы управления // Нормативные и дискретные модели принятия решения. – М.: Наука, 1981.

62. Волков А. М. Структурно-функциональный подход к моделированию деятельности человека-оператора. // Автоматизация проектирования систем «человек-машина». – М.: МАИ, 1982.

63. Мигранова Э.А., Юсупбеков А.Н., Мухамедханов У.Т. Моделирование систем автоматического регулирования в тренажерно-

обучающих комплексах/ Препринт. АН РУз Институт математики и информационных технологий. – Ташкент, 2010.

64. Перов В.Л., Мешалкин В. П. Современные методы анализа и синтеза химико-технологических систем // Итоги науки и техники, сер. «Процессы и аппараты химической технологии». – М. Т.3. 1975.

65. Гулямов Ш.М., Мигранова Э.А. Моделирование комбинированных систем автоматического регулирования // Материалы международной научно-технической конференции. «Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития – «ISTIQLOL» – Навои, 2010.

66. Powers G.J., Tomkins F.J. Fault tree synthesis for chemical processes // AIChE Journal. 1974. №2.

67. Powers G.J., Lapp S.A. Computer-aided synthesis // Chem. Eng. Progr. – 1976. – 72-№4.

68. Шор Я.Б., Кузьмин Ф.И. Таблицы для анализа и контроля надежности – М.: Советское радио. 1978. 304 с.

69. Салихов Г.Г., Арунц Г.Г., Рутковский А.Л. Системы управления сложными технологическими объектами. – М.: Теплоэнергетик, 2004.

70. Ицкович Э.Л. Контроль производства с помощью вычислительных машин. – М.: Энергия, 1975.

71. Береговой Г.Т. Экспериментально-психологические исследования в авиации и космонавтике, – М.: Наука, 1978.

72. Зараковский Г.М., Павлов В.В. Закономерности функционирования эргатических систем. М.: Радио и связь, 1987.

73. Аксюта Е.Ф., Плотников С.В., Аксюта В.Е. Динамическое тестирование психофизиологического состояния человека-оператора в автоматизированных системах с позиции алгоритмического подхода. Деп. в ВИНТИ 10.03.1999, № 719-В 1999. Шуя, 1999.

74. Зинченко В.П., Мунипов В.М. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979.

75. Мигранова Э.А. Структурный анализ деятельности человека-оператора // Материалы республиканской научно-технической конференции. «Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-металлургической отрасли за годы независимости Республики Узбекистан. – Навои, 2011.

76. Стрелков Ю.К. Инженерная и профессиональная психология. – М.: Академия, 2001.

77. Бодров В.А., Орлов В.Я. Психология и надежность человека в системах управления техникой. – М.: ИП, 1998.
78. Шибанов Г.П. Количественная оценка деятельности человека в системах человек-техника. – М.: Машиностроение, 1983.
79. Данилова Н.Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний. – М.: МГУ, 1992.
80. Мигранова Э.А. Разработка модели структуры предметной области в автоматизированном тренажёрно-обучающем комплексе // Научно-технический журнал «Вестник ТУИТ». – Ташкент, 2008. – №4.
81. Адиллов Ф.Т. Мигранова Э.А. Построение концептуальных моделей деятельности оператора // Респуб. межвуз. сб. науч. трудов. «Актуальные вопросы в области технических и фундаментальных наук»: – Ташкент. 2011.
82. Адиллов Ф.Т., Мигранова Э.А. Программа оценки функциональной надежности оператора технологических процессов // Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство DGU №02359. 25.11.2011 г.
83. Чистякова Т.В. Интеллектуальные автоматизированные тренажёрно-обучающие комплексы в системах управления потенциально-опасными химическими производствами: Дис. ... д-ра техн. наук/ СПбГТИ. – СПб, 1997.
84. Никандров Н.Д. Программированное обучение и идеи кибернетики. Анализ зарубежного опыта. – М.: Наука, 1970.
85. Скиннер Б.Ф. Наука об учении и искусство обучения // Программированное обучение за рубежом. – М. 1968.
86. Цыпкин Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах. – М.: Наука, 1968.
87. Растринин Л.А., Эреншвйн М.Х. Адаптивное обучение с моделью обучаемого. – Рига: Зинатне, 1988.
88. Невельский П.Б. Объем памяти и количество информации // Пробл. Инженерной психологии. – Л., 1965. – Вып. 3: Психология памяти.
89. Аткинсон Р., Бауэр Г., Кротэрс Э. Введение в математическую теорию обучения. – М.: Мир, 1969.
90. Свиридов А.Л. Введение в статистическую теорию обучения и контроля знаний. Ч. 1. Стандартизированные методы контроля знаний. – М.: 1974.

91. Мигранова Э.А. Анализ обучающих систем и основных психолого-педагогических подходов в обучении // Научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – Ташкент, 2008. – № 6.

92. Истратова О.Н., Эксакусто Т.В. Психодиагностика. Коллекция лучших тестов. – Ростов н/Д: Феникс, 2005.

93. Энциклопедия психологических тестов. Темперамент, характер, познавательные процессы / Под ред. А. М. Карелина. – М.: ООО «Изд-во АСТ», 1997.

94. Фрейдзон И.Р., Филиппов Л.Г., Грачев В.В. Судостроение за рубежом. 1979. – №8.

95. Тихонов И.И. Программирование и технические средства в учебном процессе. – М.: Советское радио, 1970.

96. Де. Монмолен М. Системы «человек-машина», – М.: Мир, 1973.

97. Юсупбеков Н.Р., Акрамов Э. М., Мигранова Э. А. Алгоритмическое обеспечение базы знаний в задачах управления технологическими процессами и производствами // Сб. науч. трудов «Вопросы кибернетики». Современное состояние и пути развития информационных технологий: – Ташкент, 2006.

98. Ломов В.Ф. Методологические и теоретические проблемы психологии. – М.: Наука, 1984.

99. Голубев В.С., Живов Н.П., Рызиков М.Л. Пневмо-электронные системы управления химико-технологическими комплексами. – М.: Химия, 1977.

100. Перов В.Л, Шергольд И.В., Кудрявцева Л.Г. Тренажёр для обучения операторов-технологов химических производств // Приборы и системы управления. – 1980. – №12.

101. Мигранова Э.А. Логическая структура автоматизированных обучающих систем // Научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – Ташкент, 2010. – № 3.

102. Кендэл М. Ранговые корреляции. Зарубежные статистические исследования. – М.: Статистика, 1975.

103. Мигранова Э.А., Цхе Е В. Автоматизированный контроль знаний по методике уточняющих вопросов // Материалы международной научно-технической конференции. «Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития – «ISTIQLOL» – Навои, 2010.

104. Хеттманспертер Т. Статистические выводы, основанные на рангах. – М.: Финансы и статистика, 1987.
105. Болдин М.В., Симонова Г.И., Тюрин Ю.Н. Знаковый статистический анализ линейных моделей. – М.: Наука. Физматлит, 1997 г.
106. Мигранова Э.А. Анализ подходов к разработке систем обучения и контроля знаний // Материалы международной научно-технической конференции. «Геотехнология: инновационные методы недропользования в XXI веке – «ISTIQLOL» – Москва-Навои, 2007. – С. 443–445.
107. Мигранова Э.А. Многофункциональная тестовая оболочка «Модуль-тест» для проведения тестового контроля знаний производственного персонала промышленных предприятий // Респуб. межвуз. сбор. научных трудов. «Актуальные вопросы в области технич-х и фундаментальных наук». – Ташкент, 2010.
108. Иванова М.В., Глебова Е. В., Гендель Г.Л. Оценка риска возникновения аварии на УКПГ с учетом возможных ошибок оператора // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2004. №1.
109. Александров А.Б., Мартынюк В.Ф., Фомин. С.Л., Фомина Е.Е. Использование метода дерева отказов для анализа несчастных случаев // Безопасность жизнедеятельности. – 2002. №9.
110. Гулямов Ш.М., Мигранова Э.А., Камзина Ю. Контроль знаний в компьютерных тренажёрных системах // Научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление». – Ташкент, 2007. – № 5.
111. Анализ с использованием дерева отказов. Стандарт МЭК 1025. 1990. – Северодонецк, 1996.
112. Ширяева В. Быков А. Мамонтов В. Оценка риска аварий компрессора природного газа методом построения «дерева отказов» // Управление риском. 2002.
113. N. Akhmadjonov, S.Sh. Hilalova, E.A. Migranova. Interaction of intelligent agents статья 7 doc. // Proceedings on Fifth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. – Uzbekistan, Tashkent, 2008.

Илмий нашр

Эльвира МИГРАНОВА, Шухрат ГУЛЯМОВ

КОМПЬЮТЕРЛИ ТРЕНАЖЁР-ЎРГАТУВЧИ ТИЗИМЛАР:

тузилмаси, услубиёти, қўлланиши

(монография)

Мухаррир: Ш. Тўрахўжаева
Бадий муҳаррир: Ш. Гулямов
Техник муҳаррир: Л. Усачёва
Мусахҳих: М. Алимов
Саҳифаловчи: А. Бойхон

Нашриёт лицензияси АИ №239, 4.07.2013 й.

Босишга рухсат этилди: 30.12.2014. Қоғоз бичими: 60x84¹/₁₆.
Times New Roman гарнитурасида терилди.
Офсет қоғози. Нашриёт-ҳисоб табағи: 7,75.
Шартли босма табағи: 7,21. Буюртма №28. Адади: 100 нусха.

«Adabiyot uchqunlagi» МЧЖ нашриётида босмага тайёрланди.
100027, Тошкент ш. Ўқчи кўчаси 109-уй.

«SPECTRUM MEDIA GROUP» босмаҳонасида чоп этилди.
Тошкент ш. Бунёдкор шоҳкўчаси 28-уй.
Тел.: (+99871) 276 89 28