

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.13/30.12.2019.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**БУХОРО ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ЭШАНКУЛОВ ҲАМЗА ИЛХОМОВИЧ**

**УЗЛУКСИЗ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ БОСҚИЧЛАРИНИНГ АХБОРОТ**  
**МОНИТОРИНГИ ВА ҚАРОР ҚАБУЛ ҚИЛИШ АЛГОРИТМЛАРИ**  
**ҲАМДА ДАСТУРИЙ МАЖМУАСИ**  
**(ЎҒ-МОЙ КОРХОНАЛАРИ МИСОЛИДА)**

05.01.04 – Ҳисоблаш машиналари, мажмуалари ва компьютер тармоқларининг  
математик ва дастурий таъминоти

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)**  
**ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2020

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси  
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)  
по техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)  
on technical sciences**

**Эшанкулов Ҳамза Илхомович**

Узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинги ва қарор қабул қилиш алгоритмлари ҳамда дастурий мажмуаси (ёғ-мой корхоналари мисолида). . . . . 3

**Эшанкулов Ҳамза Илхомович**

Алгоритмы и программный комплекс для информационного мониторинга и принятия решений в непрерывных стадий производства (на примере масложировых предприятий) . . . . . 21

**Eshankulov Khamza Ilhomovich**

Algorithms and software complex for information monitoring and decision-making in continuous production stages (on the example of oil and fat enterprises). . . . . 40

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works . . . . . 44

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.13/30.12.2019.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**БУХОРО ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ЭШАНКУЛОВ ҲАМЗА ИЛХОМОВИЧ**

**УЗЛУКСИЗ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ БОСҚИЧЛАРИНИНГ АХБОРОТ**  
**МОНИТОРИНГИ ВА ҚАРОР ҚАБУЛ ҚИЛИШ АЛГОРИТМЛАРИ**  
**ҲАМДА ДАСТУРИЙ МАЖМУАСИ**  
**(ЎҒ-МОЙ КОРХОНАЛАРИ МИСОЛИДА)**

05.01.04 – Ҳисоблаш машиналари, мажмуалари ва компьютер тармоқларининг  
математик ва дастурий таъминоти

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)**  
**ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2020

Техника фаилари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вакирлар Маҳкамаси ҳузурдаги Олий ағтестация комиссиясида В2020.2.PhD/T1105 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Бухоро давлат университетида бажаришган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб саҳифасида ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) ва «Ziynet» Ахборот таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.


Илмий раҳбар:	Мўминов Баҳодир Болтаевич техника фаилари доктори, доцент
Раисий оппонентлар:	Бабомурадов Озод Жўраевич техника фаилари доктори, доцент Хуидибаев Абдурахман Маликович техника фаилари номзоди
Етакчи ташкилот:	Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон миллий университети


Диссертация химояси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузурдаги DSc.13/30.12.2019.T.07.01 рақамли Илмий кенгашининг 2020 йил «22» 10 соат 14<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтган. (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-64-43, факс: (99871) 238-65-52, e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).


Диссертация билан Тошкент ахборот технологиялари университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (012 рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-уй. Тел.: (99871) 238-65-44).

Диссертация автореферати 2020 йил «03» 02 25 куни тарқатилди.  
(2020 йил «18» 02 25 даги 15 рақамли реестр баённомаси.)



  
**Р.Х. Хамдамов**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

  
**Ф.М. Нуралиев**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., доцент

  
**М.А. Рахматуллаев**  
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

## **КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда ишлаб чиқариш корхоналарини автоматлаштириш ва дастурий маҳсулотларни яратиш масалаларини ечишга алоҳида эътибор қаратилган, хусусан корхоналарнинг узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларини мониторинг қилиш, бошқариш, ахборотларни таҳлил қилиш масалаларидир. Ушбу муаммоларни ҳал қилишнинг самарали усул ва алгоритмларини ишлаб чиқиш, аниқ қўйилган амалий мақсад билан боғлиқ, айниқса ахборот мониторинг ва қарор қабул қилишга кўмаклашувчи тизимларни яратишдир. Бундай тизимларнинг мақсади узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларидаги маълумотлар асосида мониторинг қилиш ва билимлар базаси орқали қарор қабул қилишга кўмаклашишдан иборат. Ишлаб чиқариш корхоналарига хизмат қилувчи ахборот мониторинги ва қарор қабул қилишга кўмаклашувчи математик ва дастурий таъминотлар ишлаб чиқишга АҚШ, Жанубий Корея, Япония, Буюк британия, Ҳиндистон, Белоруссия, Россия федерацияси ва бошқа мазкур соҳада ривожланган мамлакатларда катта эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинги ва қарор қабул қилиш муаммоларини ечиш учун алгоритмлар ва дастурий таъминотларни яратишга қаратилган кўплаб илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Шу ўринда узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинг алгоритмлари ва қарор қабул қилиш алгоритмлари ҳамда дастурий модулларни интеграциялаш алгоритмлари, дастурий мажмуа ишлаб чиқиш масалаларининг илмий-амалий тадқиқотларига алоҳида эътибор қаратиш зарур ҳисобланади.

Республикамизда ишлаб чиқариш корхоналари учун ахборот мониторинг тизимлар, қарор қабул қилишга кўмаклашувчи дастурий восита ва модуллар яратиш ҳамда дастурий таъминотларнинг ўзаро интеграциялаш бўйича кенг кўламли тадқиқотлар олиб борилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бешта устувор йўналиши бўйича ҳаракатлар стратегияси қўйидаги вазифаларни белгилайди «...ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник ва технологик жиҳатдан янгилаш, ... илғор ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш ва улардан фойдаланиш, иқтисодиёт, ижтимоий соҳа ва бошқарув тизимида ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш»<sup>1</sup>. Ушбу вазифаларни амалга оширишда узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинги ва қарор қабул қилишни математик моделлари, ҳисоблаш алгоритмларини ва дастурий мажмуани ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2018 йил 21 ноябрдаги ПҚ-4022-сон «Рақамли иқтисодиётни ривожлантириш мақсадида рақамли

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

инфратузилмани янада модернизация қилиш чора-тадбирлари тўғрисида» қарори, 2019 йил 16 январдаги ПҚ-4118-сон «Ёғ-мой тармоғини янада ривожлантириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар ва соҳани бошқаришда бозор механизмларини жорий этиш тўғрисида»ги қарори ҳамда мазкур фаолиятларга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши нинг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. «Ахборотлаштириш ва ахборот коммуникация технологияларини ривожлантириш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Ахборот мониторинг тизимлар, қарор қабул қилишга кўмаклашувчи тизимлар, маълумотлар базаси ва дастурий модуллари интеграциялашнинг математик ва дастурий таъминоти, усуллари ва технологияларини ишлаб чиқиш, амалиётга татбиқ этиш билан кўплаб олимлар илмий-амалий тадқиқотлар олиб бормоқда.

Жаҳонда, В.Denkana, D.Dahlmanna конвейер ишлаб чиқаришда ўз-ўзини сошлаш, ишлаб чиқариш босқичларини ахборот мониторинг қилиш усуллари, Q.Zhanga, Y.Liu сенсорли тармоқ асосида ахборот мониторинг тизимида маълумотлар алмашилиш усуллари, М.В.Шевченко, Л.И.Нефедов ва L.Wang ахборот мониторинг тизимларининг кўп каналли бошқарув механизмлари ва усуллари, К.Smarsly, E.Tauscher ўрнатилган тизимлар асосида ахборот мониторинг қилиш учун модел ва алгоритмларни, D.J.Power, Ю.М.Лисецкий, Б.Д.Гнеденко қарор қабул қилиш модуллариининг архитектураси ва усуллари, М.Минский, А.Э. Ермилов, П.В.Мисевич билимлар базасини фрейм модели орқали қуриш усуллари, G.M.Marakas, L.A.Kurgan интеллектуал қарор қабул қилиш тизими архитектураси ва қарор қабул қилиш усулини ишлаб чиқиш масалалари билан шуғулланганлар.

Республикада Т.Ф.Бекмуратов, О.Ж.Бабомурадов объектларни мақсадли мониторинги қилиш усуллари ва алгоритмлари, Р.Н.Усманов, Т.А.Кучкоров экологик мониторингининг ахборот аналитик тизими, Х.Н.Зайнидинов, О.Қ.Маҳмановларнинг илмий салоҳиятини мониторинг қилиш усуллари, М.М.Камилов, Ш.Х.Фозилов, Р.Усманов, Р.Х.Хамдамов, Д.Т.Мухамедиева, Н.А.Игнатъев, А.Р.Ахатов, А.Х.Нишанов каби олимлар қарор қабул қилиш тизимлари ва интеллектуал таҳлил қилиш усуллари хамда дастурий таъминот ва мажмуалар ишлаб чиқиш соҳасида Н.Р.Юсупбеков, М.А.Раҳматуллаев, М.М.Мусаев, М.М.Арипов, С.С.Касымов, Д.Т.Мухамедиева, Б.Б.Мўминов ва бошқалар ўзларининг катта ҳиссаларини қўшганлар.

Ушбу соҳадаги тадқиқотлар таҳлили шуни кўрсатдики, бугунги кунгача узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинги ва қарор қабул қилиш алгоритмлари хамда интеграциялашган дастурий мажмуа ишлаб чиқиш етарли даражада ўрганилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Бухоро давлат университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг Европа Комиссияси Erasmus+ дастури «598690-EPP-1-2018-BE-EPPKAA2-SBHE-JP TALENT -Марказий Осиё университетларида инсон ресурслари менеждменти магистратура дастурлари» (2018-2021) ва «Ёш дастурчи Бухоро» МЧЖ билан ҳамкорликдаги «АСУ ТП информацион тизимини яратиш» (2018-2019) лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** конвейр шаклдаги узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинги ва қарор қабул қилиш алгоритмлари ҳамда мижоз-сервер архитектура асосида дастурий мажмуани ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

конвейер шаклдаги узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларини Петри тўри математик таъминоти асосида ахборот мониторинги алгоритми ва дастурий модулини ишлаб чиқиш;

қарор қабул қилиш учун билимлар базасини Фрейм модели орқали қуриш алгоритми ҳамда дастурий модулини ишлаб чиқиш;

дастурий модулларнинг интеграциялашни онтологик ёндашув орқали амалга ошириш алгоритми ҳамда дастурий модулини ишлаб чиқиш;

ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуани IDEF0 модели, дастурий модулларнинг функционал BPMN тузилмаси, маълумотлар базасини инфологик IDEF1x моделини ишлаб чиқиш;

билимлар базасини объектга йўналтирилган модели ва синфлар асосида бошқариш услубини ишлаб чиқиш;

мижоз-сервер архитектура асосида ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш маълумот тузилмаси ва дастурий мажмуасини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** конвейер шаклдаги узлуксиз ишлаб чиқариш босқичлари маълумотлари, ҳисоблаш мажмуалари ва компьютер тармоқлари ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг предмети** сифатида конвейр шаклдаги узлуксиз ишлаб чиқариш босқичлари учун ахборот мониторинг ва қарор қабул қилишнинг назарий методологияси, моделлари, технологиялари, билимлар базаси орқали қарор қабул қилиш технологиялари, моделлари, усуллари, дастурий модулларнинг онтологик ёндашув орқали интеграциялаш тамойиллари усуллари ва воситалари.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш усуллари, лойиҳалаштириш, дастурий мажмуаларни лойиҳалаш ва жорий қилиш, маълумотларни интеллектуал таҳлили, мижоз-серверга йўналтирилган архитектураларни қуриш усуллари, реляцион маълумотлар базасини бошқариш тизимлари ва объектга йўналтирилган MVC, ORM дастурлаш технологиялари ва усулларидадан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

Петри тўри математик таъминоти асосида конвейер шаклдаги узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинг математик модели ва

алгоритми ишлаб чиқилган;

фрейм математик таъминоти асосида конвейер шаклдаги узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларида қарор қабул қилиш учун билимларни тасвирлаш алгоритми ишлаб чиқилган;

онтологик ёндашув орқали ахборот мониторинг аппарат-дастурий модуллари ва қарор қабул қилишда маълумотларнинг интеграциялаш алгоритми ишлаб чиқилган;

фрейм билимларни тасвирлаш модели ва объектларнинг ўзаро муносабати асосида узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг билимлар базасини бошқариш ва қарор қабул қилиш алгоритми ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

ёғ-мой корхоналарининг узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларини ахборот мониторинги учун дастурий мажмуанинг IDEF0 модели ва BPMN функционал тузилмаси ишлаб чиқилган;

қарор қабул қилиш учун билимлар базасни фрейм модели асосида дастурий модулларнинг функционал тузилмаси ва лойиҳаси ишлаб чиқилган;

маълумотлар базасини IDEF1x ва билимлар базасининг бошқаришга йўналтирилган объектли модели ишлаб чиқилган;

уч босқичли мижоз-сервер архитектура асосида ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуаси ва ишлов беришга йўналтирилган маълумот тузилмалари ишлаб чиқилган;

ҳисоблаш мажмуалари ва компьютер тармоқларига мўлжалланиб яратилган дастурий мажмуани ишлаш тамойили ва ҳамда техник ресурс талаблари ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлиги.** Қўйилган муаммо математик жиҳатдан коррект ифодаланганлиги, дастурий мажмуада ахборот мониторингини Петри тўри орқали ифодалаш, билимлар базасини Фрейм модели орқали қуриш, дастурий модулларини онтологик ёндашув орқали интеграциялашда метамаълумотларни сақлаш модел ва тузилмаларини тўғри қўлланилиши, шунингдек назарий ва амалий тадқиқотлардан олинган натижалар ҳамда уларнинг мувофиқлиги орқали изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти конвейер шаклдаги узлуксиз ишлаб чиқариш босқичлар маълумотлари асосида ахборот мониторинги Петри тўридаги модели ва алгоритми, Фрейм модели асосида қарор қабул қилиш алгоритми, аппарат-дастурий модулларнинг ўзаро интеграциялаш алгоритмлари ишлаб чиқариш корхоналарини мониторинг қилиш, қарор қабул қилиш, интеграциялаш масалалари билан белгиланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шундан иборатки, конвейер шаклдаги узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларида маълумотлар ҳажмининг ортиши, ҳар бир узлуксиз ишлаб чиқариш босқични ахборот мониторинги, ишлов бериш ва қарор қабул қилиш жараёнларида инсон омилини камайтириш мақсадида яратилган дастурий мажмуа ёрдамида иш самарадорлигини ошириш ва корхонанинг инфратузилмасини



ривожлантириши билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинг, қарор қабул қилиш ва дастурий модулларни интеграциялаш алгоритмларига асосланган «Asumoy» дастурий мажмуаси негизида:

узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг Петри тўри асосидаги ахборот мониторинг алгоритми ва дастурий мажмуанинг IDEF0 модели асосида ишлаб чиқилган электрон тарозидан маълумотларни ўқиш, маълумотларни киритиш, ахборот мониторинг дастурий модуллари «Асака ёғ» АЖДа амалиётга жорий қилинган (Ўзбекистон республикаси Ёғ-мой саноати корхоналари уюшмасининг 2020 йил 6 июльдаги 03/3-753 сонли маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида мойли уруғни қабул қилишни 1.5 мартага ошириш, махсулотлар рўйхатини шакллантиришни 40 фоизга ошириш имконини берган.

қарор қабул қилиш учун билимлар базасини бошқаришнинг фрейм модели асосидаги алгоритми ва дастурий модулларнинг онтологик ёндашув орқали интеграциялаш алгоритми асосида ишлаб чиқилган ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий модуллари «Евроснар» МЧЖда амалиётга жорий қилинган (Ўзбекистон республикаси Ёғ-мой саноати корхоналари уюшмасининг 2020 йил 6 июльдаги 03/3-753 сонли маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида ишлаб чиқариш жараёнини 7 фоизга ошириш имконини берган.

мижоз-сервер архитектурасига асосланган ва дастурий модуллари интеграциялашган дастурий мажмуа «Когон ёғ экстракция заводи» АЖДа жорий қилинган (Ўзбекистон республикаси Ёғ-мой саноати корхоналари уюшмасининг 2020 йил 6 июльдаги 03/3-753 сонли маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинг қилиш вақтини 2 мартага қисқартириш, қарор қабул қилиш тезлигини 1,5 мартага ошириш ҳамда ҳисоботларни шакллантириш вақтини 2 мартага қисқартириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Диссертациянинг асосий назарий ва амалий натижалари 4 та халқаро ва 9 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Тадқиқотнинг асосий натижалари 28 та илмий ишларда эълон қилинган, улардан 8 таси Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини эълон қилиш учун тавсия қилинган журналларда, жумладан 3 таси хорижий журналларда ва 5 таси республика журналларида нашр қилинган ҳамда 3 та ЭҲМ учун яратилган дастурий воситаларни қайд қилиш гувоҳномалари олинган.

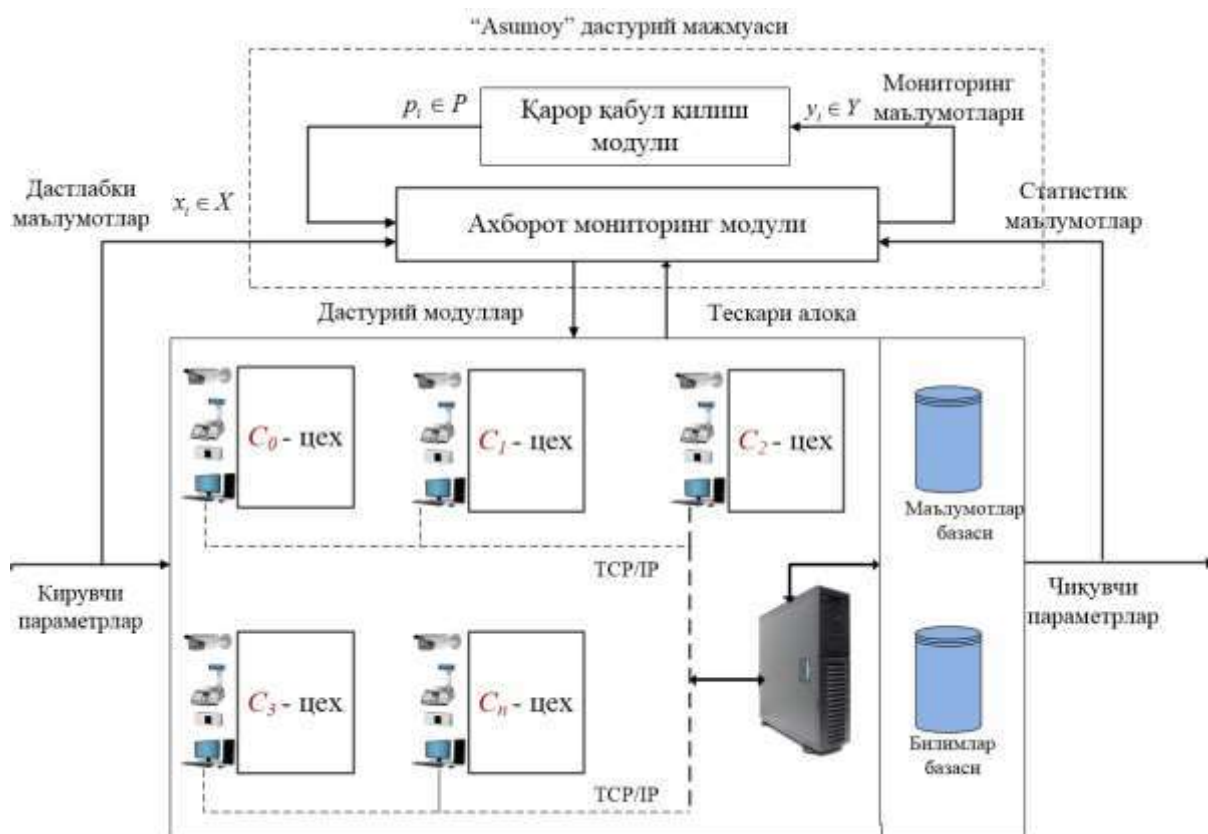
**Диссертациянинг ҳажми ва тузилмаси.** Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати, иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 118 саҳифани ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурлик даражаси асослаб берилган, мақсад ва вазифалар шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предмети белгилаб берилган. Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларининг устувор йўналишларига мослиги белгиланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, тадқиқот натижаларининг амалиётга татбиқи рўйхати, ишнинг синов натижалари, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинги ва қарор қабул қилиш назарий асослари**» деб номланган биринчи бобда узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларида қўлланиладиган дастурий воситаларни ретроспектив таҳлили, ишлаб чиқаришга мўлжалланган ахборот мониторинг тизимларининг ривожланиш истиқболлари ҳамда математик ва дастурий таъминотлари, қарор қабул қилиш синфлари ва моделлари, етакчи олимларнинг илмий тадқиқот ишлари ҳамда масалани қўйилиши келтирилган.

Корхоналарда яқин ўтмишгача мутахасислар томонидани бажарилган амаллар дастурий таъминотлар орқали амалга оширилмоқда. Шунинг учун узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинги ва мониторинг натижалари асосида қарор қабул қиладиган дастурий мажмуа яратишга эҳтиёж туғилди.



**1-расм. Ишлаб чиқариш корхоналарини ҳисоблаш мажмуалари ва компьютер тармоқлари схемаси**

Ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуани ишлаб чиқиш ва тадбиқ қилиш учун ишлаб чиқариш корхоналарини ҳисоблаш мажмуалари ва компьютер тармоқларининг схемаси ишлаб чиқилди(1-расм). Корхонанинг компьютер тармоқларига асосланиб ўрнатилган ҳисоблаш мажмуалари ёрдамида  $X_i = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \in X$  кирувчи маълумотлар орқали ахборот мониторинг амалга оширилади. Ахборот мониторинг модулидан чиқувчи натижавий  $Y_i = \{y_1, y_2, \dots, y_{n1}\} \in Y$  маълумотлар ёрдамида қарор қабул қилиш модули  $p_i \in P$  хулосаларни тайёрлайди

Диссертациянинг «**Ахборот мониторинги ва қарор қабул қилишнинг математик таъминоти**» деб номланган иккинчи боби узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларида ахборот мониторинг, ахборот мониторинг асосида қарор қабул қилиш ва дастурий модулларнинг интеграциялаш алгоритмларини ишлаб чиқиш ва амалга оширишга бағишланган.

Мазкур бобнинг биринчи параграфи узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларини ахборот мониторинги алгоритмини ишлаб чиқишга қаратилган. Конвейер шаклдаги узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинги Петри тўри орқали ифодаланган.

Петри тўри орқали узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинг моделини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$S = \langle P, T, I, O, \mu^0 \rangle, \quad (1)$$

Бунда  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$  – бўш бўлмаган чекли ҳолатлар тўплами, хомашёнинг ишлаб чиқариш босқичларидаги маълумотлари ифодаланади;

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  – бўш бўлмаган чекли ўтишлар тўплами, ишлаб чиқариш босқичларида маълумотларни маълумотлар базасига қайд этиш процедуралари ифодаланади;

$I$  – ўтишларга кириш функцияси, ўтишларга кирувчи  $I(t_i)$  ёйлар  $I = \bigcup_T I(t_i)$  бирлашмаси орқали аниқланади, ишлаб чиқариш босқичига кирувчи  $X_i$  маълумотларни ифодалайди;

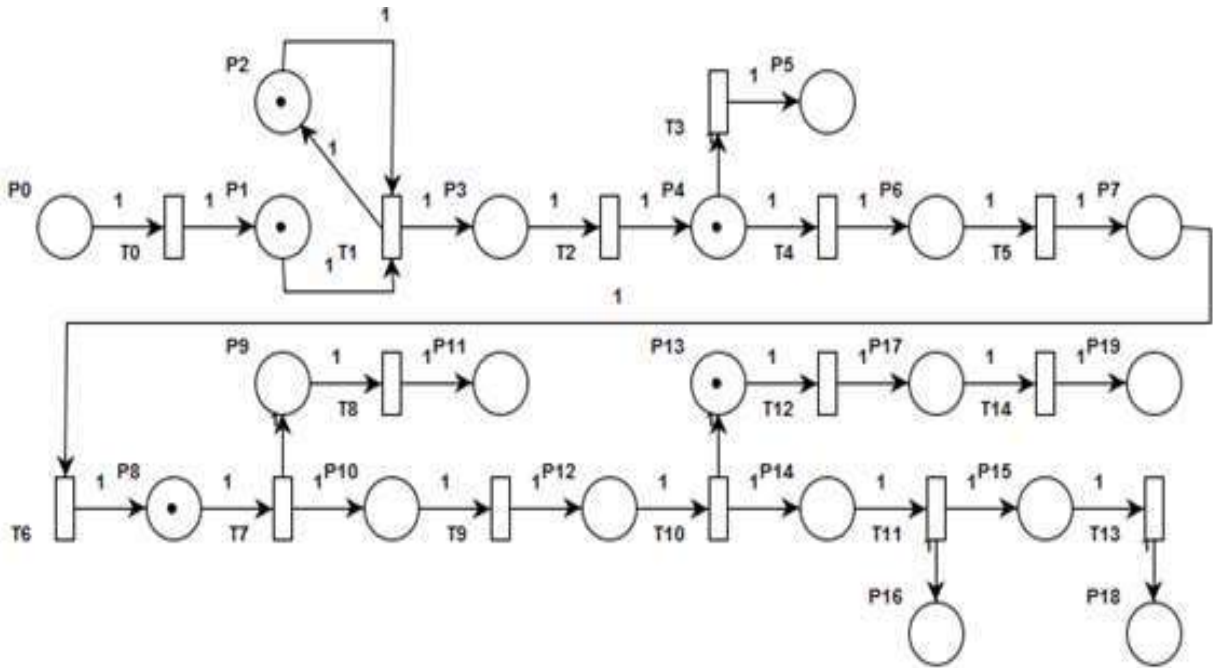
$O$  – ўтишлардан чиқиш функцияси, ўтишлардан чиқувчи  $O(t_i)$  ёйлар  $O = \bigcup_T O(t_i)$  бирлашмаси орқали аниқланади, ишлаб чиқариш босқичидан чиқувчи  $Y_i$  маълумотларни ифодалайди;

(1)-ифодадан ишлаб чиқариш босқичларининг ахборот мониторинги модели курилади шу асосида алгоритм ишлаб чиқилади. Ёғ-мой корхоналарининг конвейер шаклидаги узлуксиз ишлаб чиқариш босқичлари ахборот мониторинги дастурий модулининг математик модели Петри тўри орқали қуйидагича ифодаланади:

$$S_{\text{моу}} = \langle P, T, I, O, \mu^0, \mu^r \rangle, \quad (2)$$

Бунда,  $\mu^0$  – бошланғич маркировкалар вектори,  $\mu^0 : P \rightarrow N$ ,  $N = \{0, 1, 2, \dots\}$  ҳолатлар тўпламини солиштириш орқали натурал сонлар орқали ифодаланган.  $\mu^r$  – натижавий маркерлар вектори олдиндан аниқланган.

Ёғ-мой корхоналарининг узлуксиз ишлаб чиқариш босқичлари (2)- ифода асосида ахборот мониторинги дастурий модули учун  $P = \{p_0, p_1, \dots, p_{19}\}$  ва  $T = \{t_0, t_2, \dots, t_{14}\}$  лар аниқланган. Моделни граф кўринишда ҳам тасвирлаш мумкин (2-расм).



**2-расм. Петри тўридаги ахборот мониторинг моделнинг граф кўриниши**

Петри тўрида қурилган модел статик кўринишда эга аммо ҳолатлардаги маркерларнинг ҳаракати динамик бўлиб, маълумотлар асосида маркерларнинг ўзгариши орқали ахборот мониторинги амалга оширилади.

Маркерларнинг қўзғатилган ўтишлар орқали ахборот мониторинги алгоритми қуйидагича таклиф қилинади.

*1-қadam.* Фойдаланувчи томонидан ахборот мониторинг қилинадиган сана ёки оралик вақт киритилади.

*2-қadam.* Ҳар бир босқич учун  $\mu^r = \{\mu_0^0, \mu_0^1, \dots, \mu_0^{19}\}$  МБ даги `h_sel_holat`  $\in F^*$  процедура орқали барча босқичлардаги ишлаб чиқариш режаси `Pl_result[20]` массивга ажратиб олинади.

*3-қadam.* Ҳар бир узлуксиз ишлаб чиқариш босқичининг  $\mu = \{\mu^0, \mu^1, \dots, \mu^{19}\}$  жорий ҳолати,  $F^{**} = \{h\_sel_0^1, f_1^1, \dots, f_k^1\} \subseteq F^*$  процедуралар ёрдамида `l_result[20]` массивга ажратиб олинади.

4-қadam.  $PI_{result}$  ва  $LI_{result}$  массивларининг ўзаро мос индекслардаги қийматлари солиштирилади. Режани бажармаган ва маълумотлари МБ киритилмаган ҳолатлар  $MI_{notresult}$  ва маълумотлар базасига маълумотлари киритилган ҳолатлар  $MI_{result}$  массивга сақланади.

5-қadam.  $MI_{result}$  массиви қийматлари ёрдамида ҳар бир узлуксиз ишлаб чиқариш босқичи маълумотлари тўлиқ маълумотлар базасига киритилган бўлса, босқич режани бажарилганлигини билдиради, акс ҳолда кейинги қадамга ўтказилади.

6-қadam.  $MI_{notresult}$  массив элементлари режани бажармаган босқичларни аниқлашга имкон беради.

7-қadam. Режани бажарган ва бажармаган босқич  $C = \{c_0, c_1, \dots, c_n\}$  цехлар кесимида гуруҳларга ажратилади.

8-қadam. Ишлаб чиқариш цехлари кесимида режани бажармаган босқичлар тақдим қилинади.

9-қadam. Алгоритм ишини тугатади.

Ахборот мониторинг натижалари асосида Фрейм билимлар базаси модели асосида қарор қабул қилиш алгоритми ишлаб чиқилган:

Объектларни концептуал ифодалаш учун фрейм маълумотлар тузилмаси орқали амалга оширилади. Конвейер шаклдаги узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларидаги  $X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}\} \in X, i = \overline{1, n}$  хомашё тўғрисидаги билимлар тузилма кўринишда фреймларда сақланади.

Фреймда билимларни қуйидагича ифодалаш мумкин:

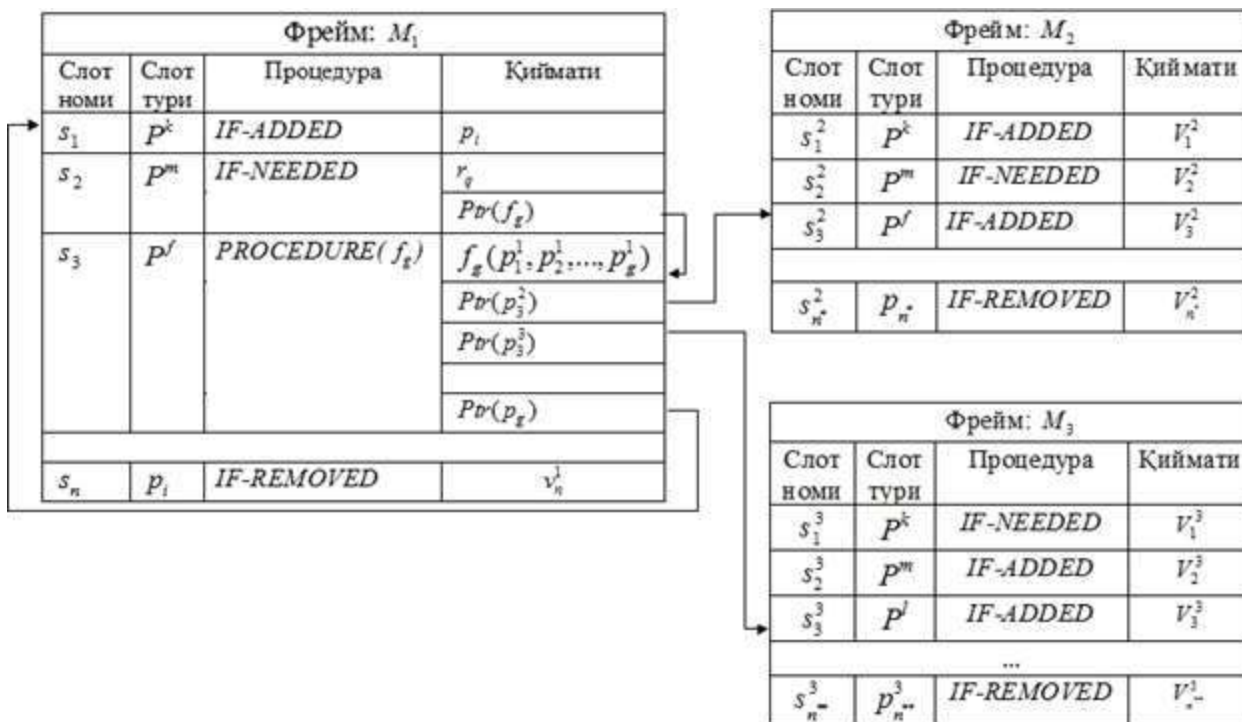
$$B = \{s_1 v_1 p_1, s_2 v_2 p_2, \dots, s_n v_n p_n\}, \quad (3)$$

бунда:  $s_1, s_2, \dots, s_n \in S$  слотлар тўплами,  $v_1, v_2, \dots, v_n \in V$  қийматлар тўплами. Фрейм слотларини ифодалаш учун  $p_i \in \{P^k, P^m, P^f\}, i \in \{1, \dots, n\}$  слот турлари ишлаб чиқилди:  $P^k$  - параметрли слот,  $P^m$  - мунособатли слот,  $P^f$  - процедурали слот.

Юқорида аниқланган (3)-ифода ва  $p_i$  слот турларини умумий кўринишда қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$v_i = \begin{cases} p_i, \text{ агар } t_i = P^k; \\ \langle Ptr(M_j), r_q \rangle, \text{ агар } c_i m_q c_j, m_q \in M \text{ ва } t_i = P^m; \\ \langle f_g(p_1, p_2, \dots, p_g), Ptr(p_1^1), Ptr(p_2^1), \dots, Ptr(p_g^1) \rangle, \text{ агар } f_g \in F \text{ ва } t_i = P^f. \end{cases} \quad (4)$$

Бундан фрейм модели орқали билимларни тасвирлаш тузилмаси ишлаб чиқилди (3-расм).



**3-расм. Фрейм модели орқали билимларни тасвирлаш тузилмаси**

Билимлар базасини фрейм модели орқали куриш алгоритми куйидагича таклиф қилинади:

1-қadam. Узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларда қарор қабул қилиш учун абстракт объектлар аниқланади.

2-қadam. Қўлланилиш соҳасига мос  $M = \{M_1, \dots, M_n\}$  абстракт фреймлар тўплами ишлаб чиқилади.

3-қadam. Қарор қабул қилишда иштирок этадиган объектлар аниқланади

4-қadam. Аниқланган объектларга мос фреймлари яратилади;

5-қadam. Ишлаб чиқариш босқичларидаги ҳодисалар учун фрейми ости фреймлари яратилади;

6-қadam. Қарор қабул қилиш параметрлар аниқланади.

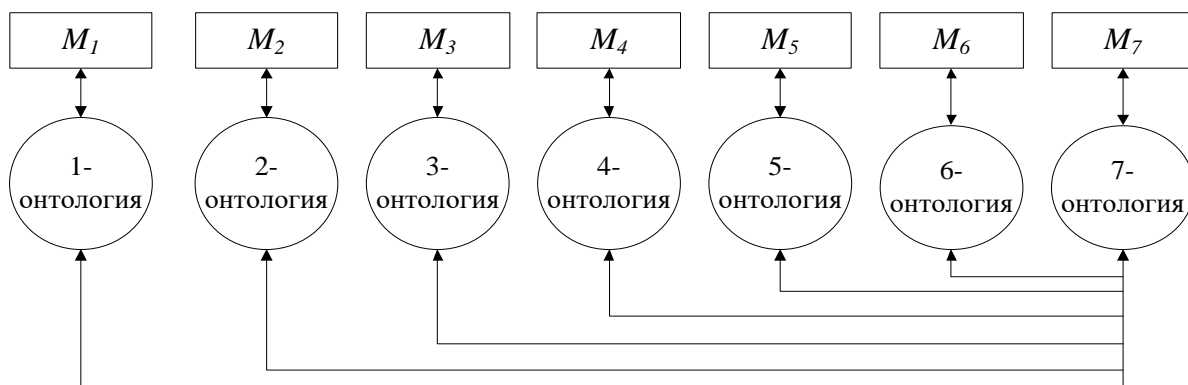
7-қadam. Аниқланган параметр слотига мос процедура бириктирилади;

8-қadam. Фрейм-слотларига бириктирилган процедуралар натижавий қийматлари қарор қабул қилиш учун хулоса қилинади.

9-қadam. Алгоритм ишини тугатади.

Билимлар базаси орқали ҳар бир ишлаб чиқариш босқичидаги объектлар билимлари сақланади. Ушбу алгоритм асосида қарор қабул қилиш дастурий модули яратилади.

Дастурий мажмуанинг дастурий модулларини интеграциялаш учун онтологик ёндашув орқали интеграциялаш схемаси 4-расмда келтирилган кўринишда таклиф қилинди.



**4-расм. Ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуаси дастурий модулларининг интеграциялаш схемаси**

- $M_1$ - Аутентификация дастурий модули;
- $M_2$ - Видео кузатув қурилмадан маълумотларни ўқиш дастурий модули;
- $M_3$ - Электрон тарозидан маълумотларни ўқиш дастурий модули;
- $M_4$ - Маълумотларни киритиш дастурий модули;
- $M_5$ - Қарор қабул қилиш дастурий модули;
- $M_6$ - Ахборот мониторинг дастурий модули;
- $M_7$ - Интеграциялаш дастурий модули.

Ҳар бир дастурий модулнинг онтологиясини қуйидагича ифодаланади:

$$O = \{\{T\}, \{R\}, \{F\}\}, \quad (5)$$

бунда,  $T$  - онтология тушунчалар, термин ва улар асосида ҳосил қилинган синфлар тўплами,  $R$  - синфлар ўртасидаги мунособатлар тўплами,  $F$  - атрибутлар ва мунособатларни боғлайдиган функциялар тўплами.

Электрон тарозидан маълумотларни ўқиш ва маълумотларни киритиш модулларининг интеграциялаш жараёни қуйидагича амалга оширилади:

$O_3 = \{\{T_3\}, \{R_3\}, \{F_3\}\}$  -  $M_3$  - электрон тарозидан маълумотларни ўқиш дастурий модул онтологияси;

$O_4 = \{\{T_4\}, \{R_4\}, \{F_4\}\}$  -  $M_4$  - маълумотларни киритиш дастурий модул онтологияси;

Электрон тарозидан маълумотларни ўқиш ва маълумотларни киритиш модулларининг интеграциялашни қуйидагича ифодалаш мумкин.

$$S = \langle O_3, O_4, M_3, M_4, Z \rangle \quad (6)$$

Юқоридаги келтирилган қоидалар асосида интеграциялаш алгоритми қуйидагича таклиф қилинди:

*1-қadam.*  $M_3$  дастурий модул учун  $O_3$  онтологиянинг  $T_3$  синфи ҳамда  $A_3$  атрибутлари шакллантирилади.

*2-қadam.*  $M_4$  дастурий модул учун  $O_4$  онтологиянинг  $T_4$  синфлари ҳамда  $A_2$  атрибутлари шакллантирилади.

*3-қadam.*  $T_3$  ва  $T_4$  синфларининг атрибутларини ифодалайдиган *XML* маълумот тузилмалари шакллантирилади.

4-қadam.  $S(T_3, T_4)$  орқали атрибутларнинг боғлиқлик аниқланади.

5-қadam. Атрибутларнинг боғланиши мавжуд бўлмаса 8-қadamга ўтади, акс ҳолда кейинги қadamга ўтади.

6-қadam. XML маълумот тузилмаларидан қабул қилинган маълумотлар орқали интеграциялашади.

7-қadam. Натижалар текширилади.

8-қadam. Алгоритм ўз ишини тугатади.

Ушбу алгоритм ҳар бир модул учун синфлар қуриш ва унинг атрибутларини аниқлаш орқали амалга оширишини белгилаб беради.

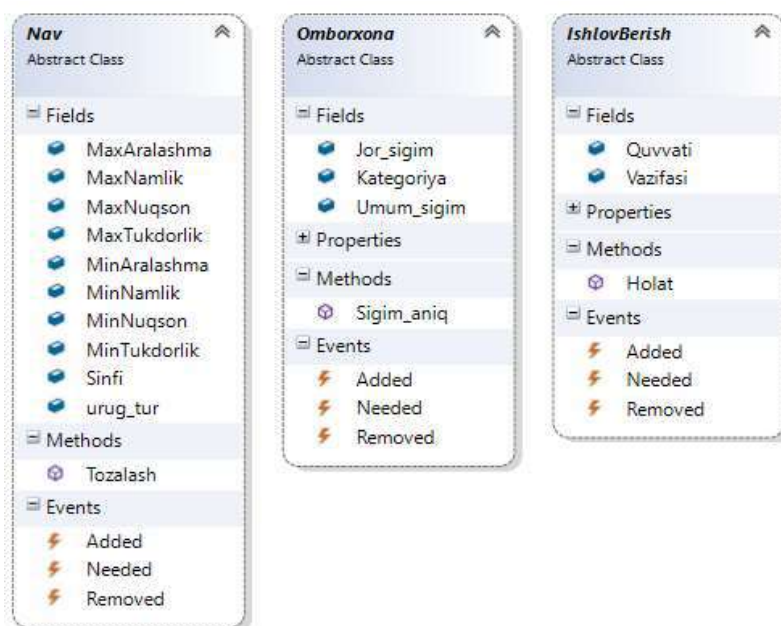
Диссертациянинг учинчи боби «**Ахборот мониторинги ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуасини ишлаб чиқиш**» деб номланган бобида ахборот мониторинги ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуасининг мижоз-сервер архитектураси ва таркибий қисмларининг элементлари маълумот тузилмалари, «Asumou» дастурий мажмуасининг IDEF0 функционал ва маълумотлар базасининг инфологик IDEF1.x модели ҳамда Фрейм моделининг объектга йўналтирилган дастурлаш тили орқали ишлаб чиқишга бағишланган.

Ахборот мониторинги ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуаси мижоз-сервер архитектураси асосида қурилади ва архитектуранинг элементлари қуйидагилардан ташкил топган:

- аппарат таъминоти воситалари;
- маълумотларни қабул қилиш;
- сервер ва маълумотлар базаси (МБ);
- мижоз иловалари;

«Asumou» ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуа маълумотлар базасининг IDEF1.x ва билимлар базасининг объектга йўналтирилган моделлари ишлаб чиқилган.

Билимлар базаси абстракт синфлар орқали қурилди(5-расм).

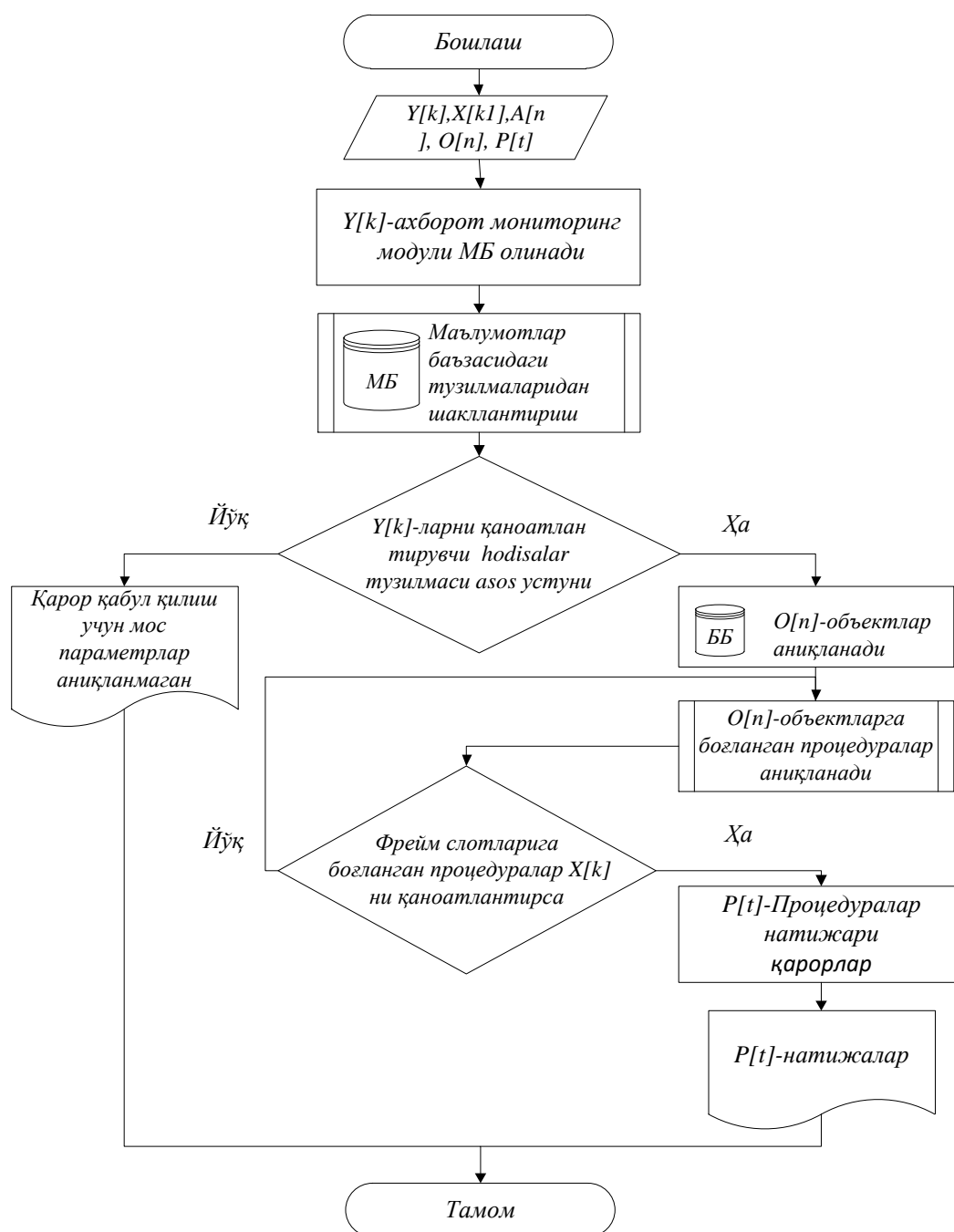


5-расм. Абстракт синфлар



Абстракт синфлар ўзида майдонлар, ҳодисалар ва методларни сақлайди. Абстракт синфлардан ҳосил бўлган синф ости синфлар абстракт синфларнинг барча хусусиятлари ва методлари мавжуд.

Билимлар базаси орқали қарор қабул қилишда, қарор қабул қилиш модули ахборот мониторинг модулидан қабул қилган параметрлар асосида «Ҳодисалар» тузилмасининг «Асос» устунидаги  $A=(a_1, a_2, \dots, a_n)$  шартлар аниқланади.  $A=(a_1, a_2, \dots, a_n)$  шартларга мос келувчи  $O=(o_1, o_2, \dots, o_n)$  объектлар танланади. Объектларга боғланган процедуралар  $X=(x_1, x_2, \dots, x_{k1})$  параметрлар асосида бажарилади ва  $P=(p_1, p_2, \dots, p_t)$  қарорлар қабул қилинади. Бу алгоритмнинг блок-схема кўриниши 6-расмда келтирилган.



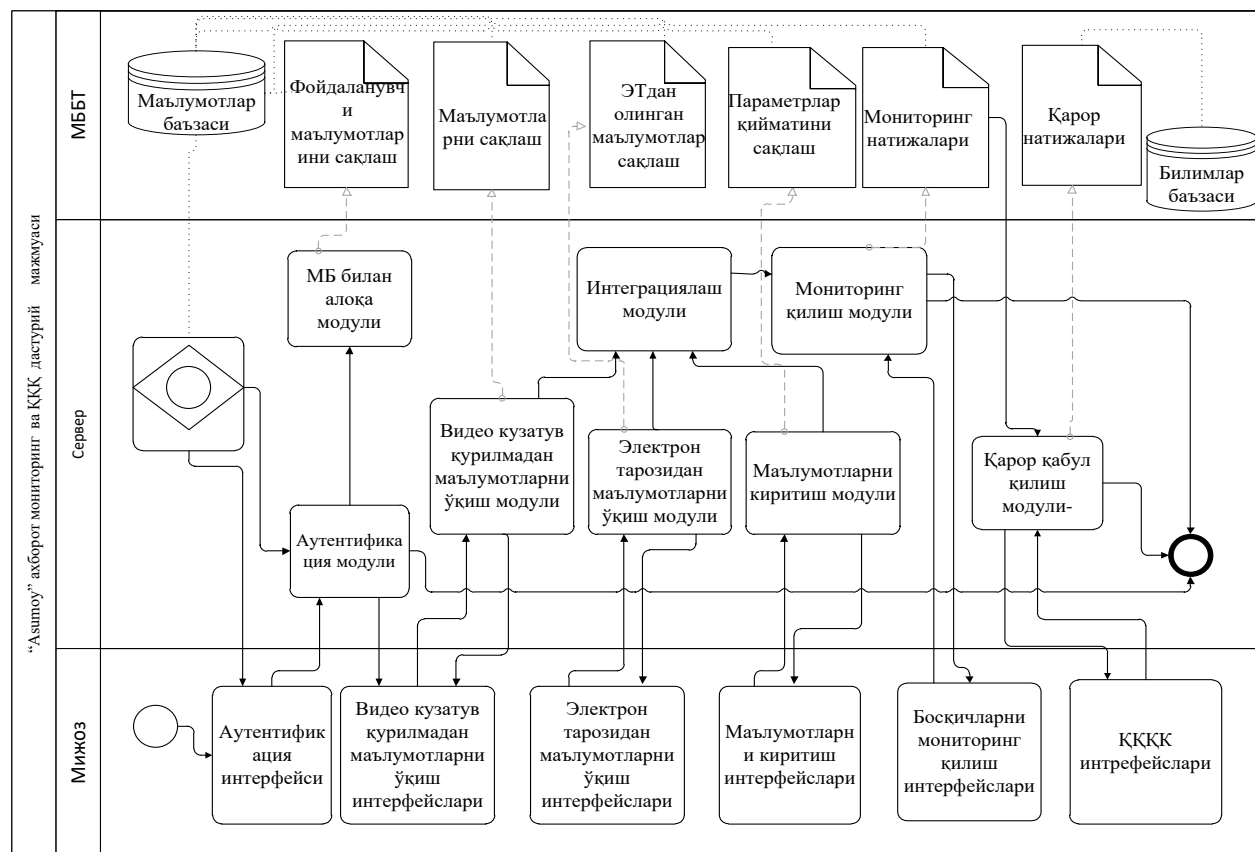
6-расм. Ахборот мониторинг параметрларига мос қарор қабул қилиш алгоритми

Диссертациянинг тўртинчи боби ««Asumoy» ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуасининг тадбиқи ва олинган натижалар» деб номланган бўлиб, дастурий мажмуасининг дастурий модулларининг ишлаш тамойили, дастурий мажмуанинг BPMN модели, фойдаланиш бўйича аппарат ва дастурий таъминотларга бўлган зарурий талаблар, дастурий модулларидаги дастур иловалар мажмуалари ва ундаги ахборот алмашилиш жараёнлари ҳамда дастурий мажмуанинг тадбиқ қилиш натижасида корхоналардаги кўрсаткичларнинг ўсишига бағишланган.

Дастурий мажмуадан ҳар бир узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларида фойдаланадиган мутахасислар учун махсус ролларга ажратилган, ҳар бир ролга махсус процедуралар белгиланган. Ролларга қараб дастурий мажмуадан корхона ходимлари ўзларининг ҳуқуқлари доирасида фойдаланиши мумкин.

«Asumoy» ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуа модулларининг ишлаш тамойили кўриб чиқилган. Бунда дастурий мажмуанинг ишлаш тамойили ва дастурий мажмуадаги жараёнлар BPMN (Business Process Model and Notation) модели ишлаб чиқилган (7-расм).

Ҳар бир дастурий модулнинг мижоз ва сервер дастур иловаларининг функционал тузилмалари ҳам келтирилган.

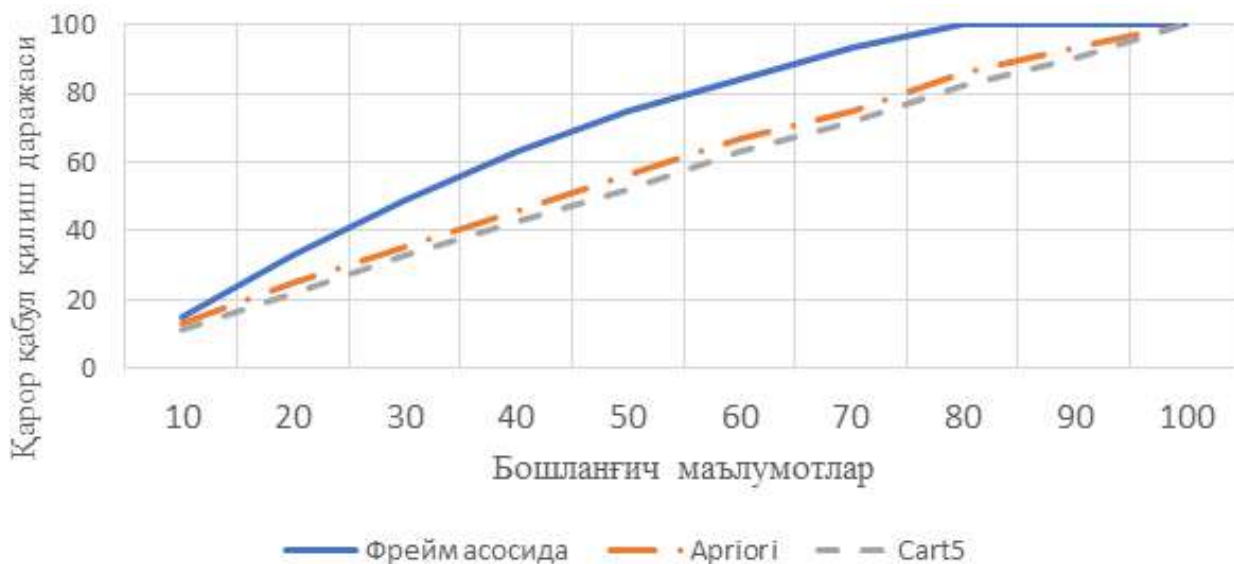


**7-расм. «Asumoy» ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуа модулларининг ишлаш тамойили**

Дастурий мажмуани жорий қилишда аппарат-дастурий воситаларга бўлган зарурий талаблар ишлаб чиқилган. Бунда мижоз ва сервер

компьютерлари ҳамда контроллерлар учун дастурий мажмуани жорий қилишда зарурий талаблар ишлаб чиқилган.

Билимларни тасвирлашнинг Фрейм модели орқали қарор қабул қилиш алгоритми қарорлар дарахти орқали қурилган Apriori ва Cart5 алгоритмлари билан таққосланди(8-расм). Фрейм модели асосида ишлаб чиқилган алгоритмда бошланғич параметрлар сони 55% га етганда 81% аниқликда башоратлаш имконияти мавжуд эканлиги аниқланди.



### 8-расм. Қарор қабул қилиш алгоритмларининг солиштирма таҳлили

«Аsumoy» дастурий мажмуаси созланмалар, мойли уруғни қабул қилиш, мой лабораторияси, мойли уруғни қайта ишлаш, шрот-шелуха, экстракция, рафинация, мой омбори каби дастурий иловалар мажмуалари орқали маълумотларини марказлаштирилган сервер компьютерлари маълумотлар базасига жамлайди.

## ХУЛОСА

1. Ишлаб чиқариш жараёнларида дастурий воситаларини қўллашнинг ретроспектив таҳлили, ахборот мониторинг тизимларига бўлган ёндашувларнинг ўзгариши ва ташкил этувчи элементларини аниқлаш, ишлаб чиқариш корхоналари учун ахборот мониторинг тизимларининг ривожланиш истиқболлари, қарор қабул қилишнинг синфлари ва моделлари кесимида таҳлил қилинди. Ўрганилган ахборот мониторинг тизимларининг хоссалари ва солиштирма таҳлилий жадваллар асосида ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий модулларидан ташкил топган дастурий мажмуани ишлаб чиқишда тадқиқотларни янада ривожлантириш мақсадга мувофиқлиги асосланган.

2. Узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларини(ёғ-мой корхоналари мисолида) ахборот мониторинг қилиш учун Петри тўри математик таъминоти асосида алгоритм ишлаб чиқилди. Бунинг натижасида корхонанинг узлуксиз

ишлаб чиқариш босқичларидаги маълумотлар асосида мониторинг қилиш имконияти яратилган.

3. Узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларида қарор қабул қилиш учун билимлар базаси Фрейм модели асосида қурилди, қарор қабул қилиш функцияси ва алгоритмларини ишлаб чиқиш масаласи ечилди. Ишлаб чиқилган билимлар базасининг модели билимларни объектлар ёрдамида ифодалаш ва қарор қабул қилиш алгоритми асосида билимлар базаси орқали қарор қабул қилиш имконияти ҳосил қилинди.

4. Ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуасининг дастурий модуллари онтологик моделлаш асосида ишлаб чиқилган алгоритм орқали интеграциялаш масаласи ечилди. Ишлаб чиқилган алгоритм асосида дастурий модулларнинг интеграциялаш имкони пайдо бўлди.

5. Дастурий мажмуани IDEF0, дастурий модулларнинг функционал тузилмаси BPMN, маълумотлар базасини IDEF1x ва билимлар базасининг объектга йўналтирилган моделларини ишлаб чиқиш масаласи ечилди. Ишлаб чиқиши режалаштирилган «Asumou» ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуаси модуллари ва унинг таркибий қисмлари, маълумотлар базасининг тузилмаси, билимлар базасининг тузилмаси ва уларда бажариладиган ҳисоблаш ишлари аниқлаштирилиб олинган.

6. Мижоз-сервер архитектура асосида ахборот мониторинг тизимининг маълумот тузилмаси ва дастурий мажмуа ишлаб чиқиш масаласи доирасида «Asumou» ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуаси ишлаб чиқилди. Бунинг натижасида корхонада узлуксиз ишлаб чиқариш босқичларини ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш имконияти ҳосил бўлади.

7. Яратилган «Asumou» ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуасидан фойдаланиш учун аппарат ва дастурий таъминотларга зарурий талаблар ишлаб чиқилди. Тизим уч қисмдан иборат эканлигини ҳисобга олган ҳолда мижоз, сервер ҳамда контроллер қурилмаси учун аппарат ҳамда дастурий таъминотларга бўлган зарурий талаблар ишлаб чиқилди. Бу талабларнинг ишлаб чиқиш орқали дастурий таъминотдан фойдаланиш жараёнида келиб чиқиши мумкин бўлган хатолик ва муаммоларни бартараф этиш имконини берди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.13/30.12.2019.Т.07.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

---

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ЭШАНКУЛОВ ХАМЗА ИЛХОМОВИЧ**

**АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ  
ИНФОРМАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ  
В НЕПРЕРЫВНЫХ СТАДИИ ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ  
МАСЛОЖИРОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ)**

05.01.04 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин,  
комплексов и компьютерных сетей

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО  
ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**Ташкент – 2020**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за №В2020.2.PhD/T1105.

Диссертация выполнена в Бухарском государственном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице научного совета ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) и в Информационно-образовательном портале «Ziyouet» ([www.ziyouet.uz](http://www.ziyouet.uz)).

**Научный руководитель:** Муминов Баходир Болтаевич  
доктор технических наук, доцент

**Официальные оппоненты:** Бабомуратов Озод Жураевич  
доктор технических наук, доцент

Хундибаев Абдурахман Маликович  
кандидат технических наук

**Ведущая организация:** Национальный университет Узбекистана имени Мирзо Улугбека

Защита диссертации состоится «22» Октябрь 2020 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании научного совета DSc.13/30.12.2019.T.07.01 при Ташкентском университете информационных технологий. (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского университета информационных технологий (регистрационный номер №0/162). (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-65-44).

Автореферат диссертации разослан «03» Октябрь 2020 года.  
(протокол рассылки №15 от «19» сентябрь 2020 г.).



**Р.Х. Хамдамов**  
Председатель научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

**Ф.М. Нураллиев**  
Ученый секретарь научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

**М.А. Рахматуллаев**  
Председатель научного семинара при научном  
совете по присуждению ученых степеней,  
д.т.н., профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире особое внимание уделяется вопросам разработки программных продуктов и автоматизации производственных предприятий, в частности, вопросам мониторинга, управления, анализа данных на этапах непрерывного производства на предприятиях этапов непрерывного производства. Разработка эффективных методов и алгоритмов решения этих проблем связана с четко поставленной практической целью, в особенности, с созданием систем информационного мониторинга и систем, способствующих принятию решений. Целью таких систем является мониторинг этапов непрерывного производства на основе данных, содействие принятию решений на основе базы знаний. Разработке математического и программного обеспечения по информационного мониторинга и принятию решений в производственных предприятиях уделяется большое внимание в США, Южной Корее, Японии, Великобритании, Индии, Белоруссии, Российской Федерации и других странах, развитых в этой области.

В мире ведется множество научных исследований, направленных на разработку алгоритмов и программного обеспечения для решения проблем мониторинга и принятия решений на этапах непрерывного производства. В этой связи, необходимо уделить особое внимание научно-практическим исследованиям вопросов разработки алгоритмов информационного мониторинга и принятия решений, программного обеспечения, алгоритмов интеграции программных модулей.

В Республике ведутся широкомасштабные исследования по разработке систем мониторинга для производственных предприятий, программных средств и модулей, способствующих принятию решений, а также интеграции программного обеспечения. В Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах определены задачи «...модернизация, техническое и технологическое обновление производства, ... внедрение и использование передовых информационно-коммуникационных технологий, внедрение информационно-коммуникационных технологий в экономику, социальную сферу и систему управления»<sup>1</sup>. В реализации этих задач важное значение имеет разработка математических моделей, алгоритмов вычисления и программного комплекса по информационному мониторингу и принятию решений на этапах непрерывного производства.

Данное диссертационное исследование в определенной мере служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О Стратегии действий по

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года №УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

дальнейшему развитию Республики Узбекистан», Постановлениями Президента Республики Узбекистан от 21 ноября 2018 года №ПП-4022 «О мерах по дальнейшей модернизации цифровой инфраструктуры в целях развития цифровой экономики» и от 16 января 2019 года №ПП-4118 «О дополнительных мерах по дальнейшему развитию масложировой отрасли и внедрению рыночных механизмов управления отраслью» и другими нормативно-правовыми документами, имеющими отношение к данной сфере.

**Связь исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологии IV – «Информатизация и развитие инфокоммуникационных технологий».

**Степень изученности проблемы.** Множество ученых проводят научно-прикладные исследования по вопросам разработки, внедрения в практику методов, технологий и программного обеспечения систем информационного мониторинга, интеграции систем, баз данных и программных модулей, способствующих принятию решений.

В мире в работах V.Denkens, D.Dahlmanna нашли отражение методы информационного мониторинга этапов производства, самонастройки при конвейерном производстве, Q.Zhanga, Y.Liu изучали методы обмена данными в системе информационного мониторинга на основе сенсорной сети, M.B.Шевченко, Л.И.Нефедов и L.Wang рассматривали методы и механизмы многоканального управления системами информационного мониторинга, K.Smarsly, E.Tauscher описали модели и алгоритмы для информационного мониторинга на основе встроенных систем, D.J.Power, Ю.М.Лисецкий, Б.Д.Гнеденко занимались вопросами методов и архитектуры модулей принятия решений, в работах М.Минского, А.Э. Ермилова, П.В.Мисевича описываются методы построения баз данных с помощью фреймовой модели, G.M.Marakas, L.A.Kurgan занимались вопросами разработки методов принятия решений и архитектуры интеллектуальной системы принятия решений.

В Республике отечественные ученые внесли большой вклад в изучение данных проблем, в частности Т.Ф.Бекмуратов, О.Ж.Бабомурадов рассматривали алгоритмы и методы целевого мониторинга объектов, Р.Н.Усманов, Т.А.Кучкаров разрабатывали вопросы информационно-аналитических систем экологического мониторинга, Х.Н.Зайнидинов, О.К.Махманов изучали методы и модели мониторинга научного потенциала, такие ученые как М.М.Камилов, Ш.Х.Фозилов, Р.Усманов, Р.Х.Хамдамов, Д.Т.Мухамедиева, Н.А.Игнатъев, А.Р.Ахатов, А.Х.Нишанов изучали методы интеллектуального анализа и системы принятия решений, а также Н.Р.Юсупбеков, М.А.Рахматуллаев, М.М.Мусаев, М.М.Арипов, С.С.Касымов, Д.Т.Мухамадиева, Б.Б.Муминов вели исследования по разработке



соответствующего программного обеспечения и комплексов.

Анализ исследований в этой области показал, что на сегодняшний день алгоритмы информационного мониторинга и принятия решений на стадиях непрерывного производства и разработки интегрированный программного комплекса недостаточно изучены.

**Связь темы диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного или научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Бухарского государственного университета в рамках проектов: 598690-EPP-1-2018-BE-EPPKAA2-SBHE-JP TALENT – «Программы магистратуры менеджмента человеческих ресурсов в университетах Центральной Азии» (2018-2021) в рамках программы Erasmus+ Европейской Комиссии, проекта «Создание информационной системы АСУ ТП» в сотрудничестве с ООО «Ёш дастурчи Бухоро» (2018-2019).

**Целью исследования** является разработка алгоритмов информационного мониторинга и принятия решения на этапах непрерывного производства конвейерного типа и программного комплекса на базе клиент-серверной архитектуры.

**Задачи исследования:**

разработка алгоритма и программного модуля информационного мониторинга стадий непрерывного производства конвейерного типа на основе математического обеспечения сети Петри;

разработка программного модуля и алгоритма построения базы знаний для принятия решений с помощью фреймовой модели;

разработка программного модуля и алгоритма осуществления интегрирования программных модулей на основе онтологического подхода;

разработка модели IDEF0 программного комплекса информационного мониторинга и принятия решений, функциональной BPMN структуры программных модулей, инфологической модели IDEF1x базы данных;

разработка метода управления базой знаний на основе объектно-ориентированной модели и классов;

разработка программного комплекса и информационной структуры информационного мониторинга принятия решений на основе клиент-серверной архитектуры.

**Объектом исследования** являются данные, вычислительные комплексы и компьютерные сети на этапах непрерывного производства конвейерного типа.

**Предмет исследования** - теоретическая методология, модели, технологии, методы и средства принятия решений и информационного мониторинга с помощью базы знаний для этапов непрерывного производства конвейерного типа, принципы, методы и средства интеграции программных модулей на основе онтологического подхода.

**Методы исследования.** Использовались методы информационного

мониторинга и принятия решений, проектирования, совершенствования, проектирования и внедрения программных комплексов, интеллектуальный анализ данных, методы построения клиент-серверной архитектуры, системы управления реляционными данными и технологии и методы объектно-ориентированно программирования MVC, ORM.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

разработаны алгоритм и математическая модель информационного мониторинга этапов непрерывного производства конвейерного типа на основе математического обеспечения сети Петри;

разработан алгоритм представление знаний для принятия решений на этапах непрерывного производства конвейерного типа на основе фреймового математического обеспечения;

разработаны алгоритм интеграции аппаратно-программные модули информационного мониторинга и данные при принятии решений на основе онтологического подхода;

разработан алгоритм принятия решений и управления базой знаний этапов непрерывного производства на основе фреймовые модели представления знаний и взаимодействия объектов.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработаны модель IDEF0 и структура BPMN программного комплекса для информационного мониторинга стадий непрерывного производства предприятия масложировой отрасли на основе алгоритма в сети Петри;

разработаны программный модуль, функциональная структура программных модулей и фреймовая модел базы знаний для принятия решения;

разработаны инфологическая модуль IDEF1x базы знаний и объектно-ориентированная модуль управления базой знаний;

разработаны программный комплекс и структуры данных информационного мониторинга и принятия решений на основе трехэтапной клиент-серверной архитектуры;

разработаны необходимые требования и принцип работы программного комплекса, созданного в компьютерных сетях и вычислительных комплексах.

**Достоверность результатов исследования** обосновывается математически корректным выражением поставленной проблемы, выражением процесса информационного мониторинга в программном комплексе с помощью сети Петри, построением базы знаний посредством фреймовой модели, правильным применением моделей и алгоритмов сохранения метаданных при интеграции программных модулей на основе онтологического подхода, а также результатами, полученными в ходе теоретических и практических исследований и их соответствием.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость исследования состоит в том, что полученные результаты могут быть использованы в научных вопросах при разработке алгоритма и модель информационного мониторинга в сети Петри на основе данных этапов непрерывного производства конвейерного типа, интеграции алгоритмов

принятия решений на основе фреймовой модели, алгоритмы интегрирования аппаратно-программных модулей на основе анализа мониторинга при разработке программного комплекса информационного мониторинга и принятия решений на основе модуля информационного мониторинга и принятия решений для производственных предприятий различных направлений.

Практическая значимость полученных результатов состоит в возможностях повышения эффективности работы и развития инфраструктуры предприятия с помощью программного комплекса информационного мониторинга и принятия решения, разработанного для снижения влияния человеческого фактора в процессах информационного мониторинга каждого этапа непрерывного производства, оценки и принятия решений в связи с увеличением объема данных на этапах непрерывного производства на производственных предприятиях.

**Внедрение результатов исследования.** На базе программного комплекса «Asumoy», основанного на алгоритмах интеграции программных модулей, информационного мониторинга и принятия решений этапов непрерывного производства:

программные модули считывания, внесения данных с электронных весов, информационного мониторинга, разработанных на основе IDEF0 модели программного комплекса и алгоритма информационного мониторинга этапов непрерывного производства на базе сети Петри, внедрены в практику в АО «Асака ёг» (справка Ассоциации предприятий масложировой промышленности от 6 июля 2020 г. №03/3-753). Результаты научного исследования позволили повысить в 1,5 раза эффективность приема масличных семян, повысить на 40% эффективность формирования ассортимента продукции;

алгоритм принятия решений на основе фреймовой модели управления базой знаний и программные модули информационного мониторинга и принятия решений, разработанные на основе алгоритмов интеграции программных модулей на базе онтологического подхода, внедрены в практику в ООО «Евроснар» (справка Ассоциации предприятий масложировой промышленности от 6 июля 2020 г. №03/3-753). Результаты научного исследования позволили повысить производственный процесс на 7%;

программный комплекс с интегрированными программными модулями и разработанный на основе клиент-серверной архитектуры внедрен в АО «Когон ёг экстракция заводи» (справка Ассоциации предприятий масложировой промышленности от 6 июля 2020 г. №03/3-753). Результаты научного исследования позволили сократить в 2 раза время информационного мониторинга этапов непрерывного производства, повысить в 1,5 раза скорость принятия решения и сократить в 2 раза время формирования отчетности.

**Апробация результатов исследования.** Теоретические и практические аспекты диссертации апробированы и обсуждены на 4 международных и 9 Республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме исследования опубликовано всего 28 научных работ, в частности 8 статей в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией к публикации основных научных результатов докторских диссертаций (в 5 Республиканских и 3 зарубежных журналах), а также получены свидетельства на 3 программные разработки для ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертации составляет 118 страниц.

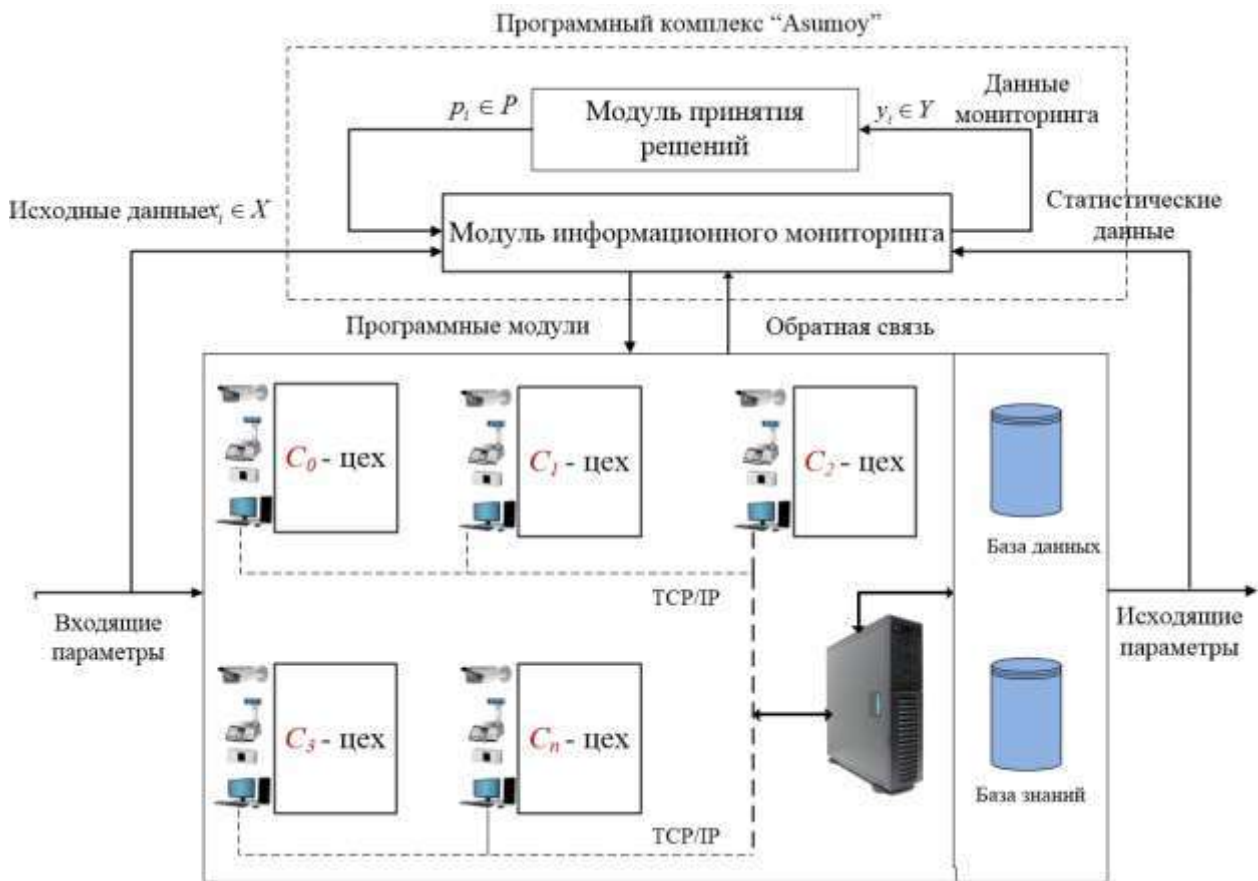
## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, определены цель и задачи, объект и предмет исследования, приводится соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна, практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрывается теоретическая и практическая значимость результатов исследования, приведены внедрение результатов исследования, сведения об опубликованности результатов и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной «**Теоретические основы информационного мониторинга и принятия решений стадий непрерывного производства**», приводится ретроспективный анализ программных средств, применяемых на этапах непрерывного производства, перспективы развития систем информационного мониторинга, предназначенного для производства, математическое и программное обеспечение, классы и модели принятия решений, исследования ученых и постановка задачи.

До недавнего времени операции, выполняемые специалистами, осуществлялись посредством программных комплексов. Поэтому возникла потребность в разработке программного комплекса информационного мониторинга этапов непрерывного производства и принятия решений на основе результатов информационного мониторинга.

Разработана схема компьютерных сетей и вычислительных комплексов для разработки и внедрения программного комплекса по информационному мониторингу и принятию решений (Рис. 1). С помощью вычислительных комплексов, встроенных в компьютерные сети предприятия, осуществляется информационный мониторинг на основе входящих данных  $X_i = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \in X$ . Модуль принятия решений подготавливает выводы  $p_i \in P$  на основе результативных данных  $Y_i = \{y_1, y_2, \dots, y_n\} \in Y$ , исходящих из модуля информационного мониторинга.



**Рис. 1. Схема компьютерных сетей и вычислительных комплексов производственных предприятий**

Вторая глава диссертации «**Математическое обеспечение информационного мониторинга и принятия решений**» посвящена разработке и реализации алгоритмов интеграции программных модулей и принятия решений на основе информационного мониторинга на этапах непрерывного производства.

В первом параграфе данной главы рассматривается разработка алгоритма информационного мониторинга этапов непрерывного производства. Информационный мониторинг этапов непрерывного производства конвейерного типа выражается в виде сети Петри.

Модель информационного мониторинга этапов непрерывного производства в виде сети Петри можно представить следующим образом:

$$S = \langle P, T, I, O, \mu^0 \rangle, \quad (1)$$

где:  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$  – множество непустых ограниченных состояний, данные на этапах производства сырья;

$T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  – множество непустых ограниченных переходов, этапы производства;

$I$  – функция обращения к переходам, дуги  $I(t_i)$ , входящие в переходы, определяются с помощью  $I = \bigcup_T I(t_i)$ , входящее в этап производства  $X_i$  выражает данные;

$O$  – функция выхода из переходов, дуги  $O(t_i)$ , исходящие из переходов, определяются с помощью  $O = \bigcup_T O(t_i)$ , исходящее из этапа производства  $Y_i$  выражает данные;

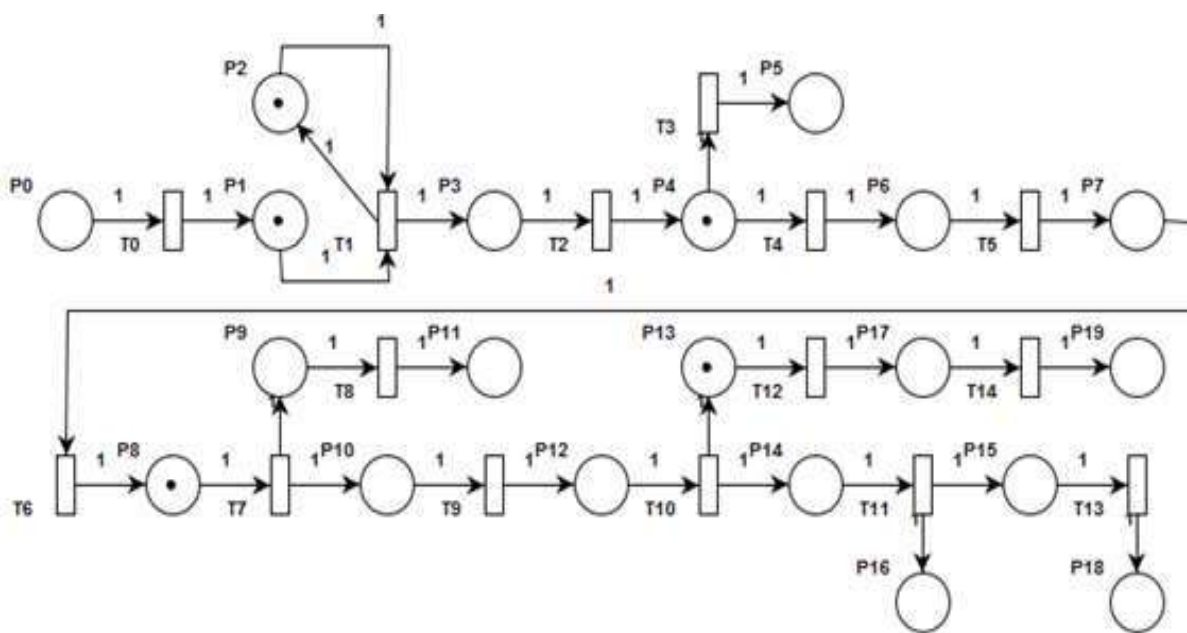
В соответствии с выражением (1) строится модель информационного мониторинга этапов производства, на основе которой и разрабатывается алгоритм. Программный модуль информационного мониторинга этапов непрерывного производства конвейерного типа на примере предприятий масложировой промышленности на основе сети Петри выражаются следующим образом:

$$S_{\text{мой}} = \langle P, T, I, O, \mu^0, \mu^r \rangle, \quad (2)$$

где  $\mu^0$  – вектор первоначальных маркировок,  $\mu^0 : P \rightarrow N$ ,  $N = \{0, 1, 2, \dots\}$  выражается натуральными числами путем сопоставления множества состояний.

где  $\mu^r$  – предварительно выявлен вектор результативных маркеров.

Для программного модуля информационного мониторинга этапов непрерывного производства на предприятиях масложировой промышленности на основе выражения (2) выявлены  $P = \{p_0, p_1, \dots, p_{19}\}$  и  $T = \{t_0, t_2, \dots, t_{14}\}$ . Модель также можно представить в виде графа (Рис. 2).



**Рис. 2. Графовое представление модели информационного мониторинга в сети Петри**

Модель, построенная на базе сети Петри, имеет статический вид, но действия маркеров в состояниях динамично, но информационный мониторинг осуществляется путем изменения маркеров на основе данных.

Предлагается следующий алгоритм информационного мониторинга посредством задействованных переходов.

*Шаг 1.* Пользователь вносит дату или интервал времени информационного мониторинга.

*Шаг 2.* План производства на все этапах с помощью процедуры  $h\_sel\_holat \in F^*$  в БД  $\mu^r = \{\mu_0^0, \mu_0^1, \dots, \mu_0^{19}\}$  для каждого этапа выделяется в массив  $P1_{result}[20]$ .

*Шаг 3.* Текущее состояние каждого этапа непрерывного производства  $\mu = \{\mu^0, \mu^1, \dots, \mu^{19}\}$ , с помощью процедур  $F^{**} = \{h\_sel_0^1, f_1^1, \dots, f_k^1\} \subseteq F^*$  выделяется в массив  $J1_{result}[20]$ .

*Шаг 4.* Сопоставляются значения в взаимно совместимых индексах массивов  $P1_{result}$  и  $J1_{result}$ . Состояния, не выполнившие план и не внесенные в БД сохраняются в массиве  $M1_{notresult}$  и данные состояний, внесенные в БД, сохраняются соответственно в массиве  $M1_{result}$ .

*Шаг 5.* Данные каждого этапа непрерывного производства с помощью значений массива  $M1_{result}$  вносятся данные в полную базу данных, в противном случае осуществляется переход к следующему шагу.

*Шаг 6.* Элементы массива  $M1_{notresult}$  позволяют определить этапы, не выполнившие план.

*Шаг 7.* Этапы, выполнившие и не выполнившие план, выделяются в группы в разрезе цехов  $C = \{c_0, c_1, \dots, c_n\}$ .

*Шаг 8.* Представляются этапы, не выполнившие план в разрезе производственных цехов.

*Шаг 9.* Конец алгоритма.

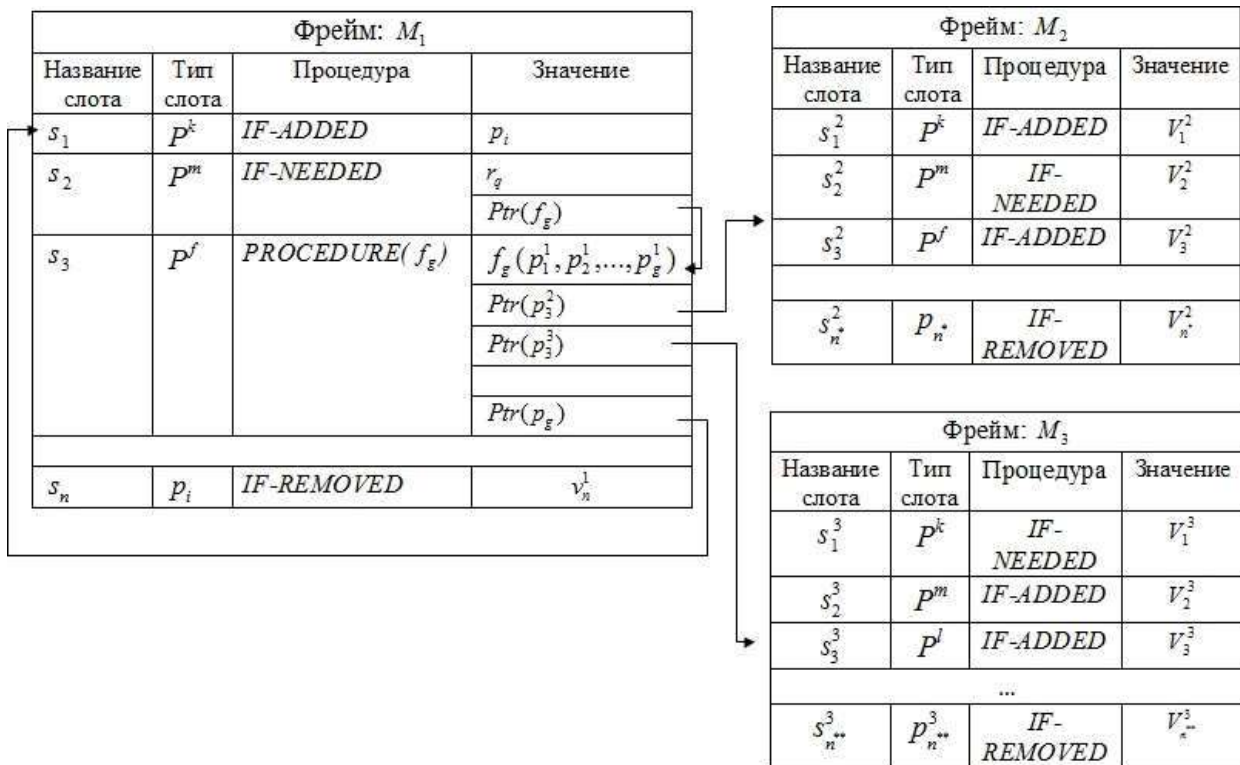
На основании результатов информационной мониторинга разработан алгоритм принятия решений на основе фреймовой модели базы знаний:

Концептуальное выражение объектов осуществляется посредством структуры фреймовых данных. Знания о сырье  $X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in1}\} \in X, i = \overline{1, n}$  на этапах непрерывного производства конвейерного типа сохраняются в виде фреймов.

Знания во фрейме выражаются следующим образом:

$$B = \{s_1 v_1 p_1, s_2 v_2 p_2, \dots, s_n v_n p_n\}, \quad (3)$$

где:  $s_1, s_2, \dots, s_n \in S$  - множество слотов,  $v_1, v_2, \dots, v_n \in V$  - набор значений. Для выражения фреймовых слотов  $p_i \in \{P^k, P^m, P^l\}, i \in \{1, \dots, n\}$  разработаны типы слотов:  $P^k$  - параметрный слот,  $P^m$  - относительный слот,  $P^l$  - процедурный слот.



**Рис. 3. Структура представления знаний с помощью фреймовой модели**

Определенное выше выражение (3) и виды слотов  $p_i$  можно представить в виде:

$$v_i = \begin{cases} p_i, & \text{если } t_i = P^k; \\ \langle Ptr(M_j), r_q \rangle, & \text{если } c_i m_q c_j, m_q \in M \text{ ва } t_i = P^m; \\ \langle f_g(p_1, p_2, \dots, p_g), Ptr(p_1^1), Ptr(p_2^1), \dots, Ptr(p_g^1) \rangle, & \text{если } f_g \in F \text{ ва } t_i = P^f. \end{cases} \quad (4)$$

На основании этого разработана структура представление знаний с помощью фреймовой модели (Рис. 3).

Предлагается следующий алгоритм построения базы знаний с помощью фреймовой модели:

*Шаг 1.* Определяются абстрактные объекты для принятия решений.

*Шаг 2.* Разрабатывается множество абстрактных фреймов  $M = \{M_1, \dots, M_n\}$ , соответствующих области применения;

*Шаг 3.* Определяются объекты, принимающие участие в принятии решений;

*Шаг 4.* Создаются фреймы, соответствующие определенным объектам;

*Шаг 5.* Создаются подфреймы фреймов ддля состояний на этапах производства;

*Шаг 6.* Определяются параметры для принятия решений.



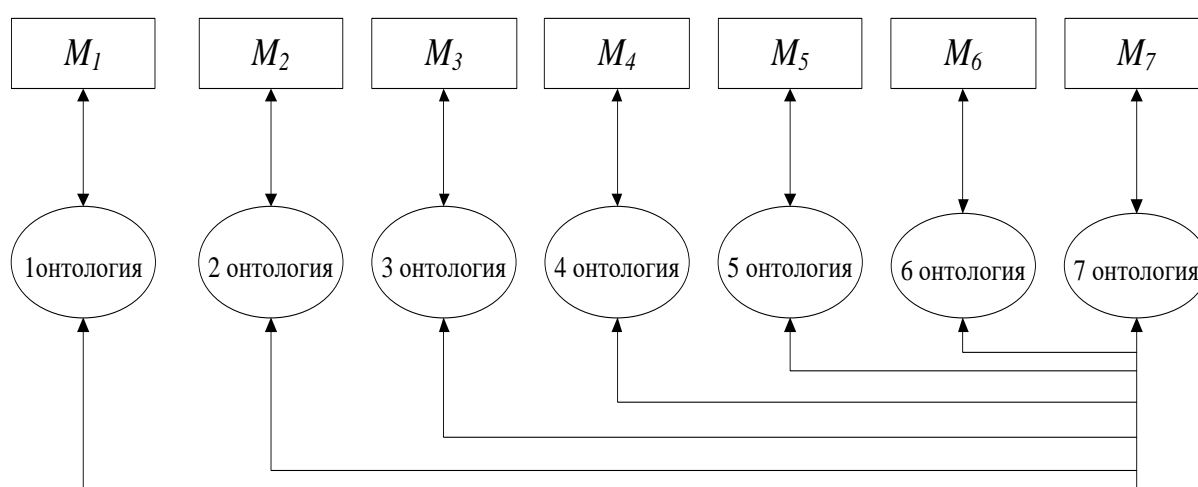
*Шаг 7.* К выявленному параметрному слоту прикрепляется соответствующая ему процедура;

*Шаг 8.* Заключаются выводы для принятия результативных значений процедур, прикрепленных к фрейм-слотам.

*Шаг 9.* Конец алгоритма.

С помощью базы знаний сохраняются знания объектов на каждом этапе производства. На основе данного алгоритма разрабатывается программный модуль принятия решений.

Для интеграции программных модулей программного комплекса предлагается схема интеграции в соответствии с онтологическим подходом, которая представлена на рис. 4.



**Рис. 4. Схема интеграции программных модулей программного комплекса информационного мониторинга и принятия решений**

M<sub>1</sub>- программный модуль аутентификации;

M<sub>2</sub>- программный модуль считывания данных с устройства видеонаблюдения;

M<sub>3</sub>- программный модуль считывания данных с электронных весов;

M<sub>4</sub>- программный модуль внесения данных;

M<sub>5</sub>- программный модуль принятия решений;

M<sub>6</sub>- программный модуль информационного мониторинга;

M<sub>7</sub>- программный модуль интеграции.

Онтологию каждого программного модуля можно отобразить следующим образом:

$$O = \{\{T\}, \{R\}, \{F\}\}, \quad (5)$$

где  $T$  - множество онтологических понятий, терминов и классов, образованных на их основе,  $R$  - множество связей между классов,  $F$  - множество функций, связующих атрибуты и отношения.

Процесс интеграции модулей считывания данных с электронных весов и внесения данных осуществляется следующим образом:

$O_3 = \{\{T_3\}, \{R_3\}, \{F_3\}\} - M_3$  - онтология программного модуля считывания данных с электронных весов;

$O_4 = \{\{T_4\}, \{R_4\}, \{F_4\}\} - M_4$  - онтология программного модуля внесения данных.

Интеграцию модулей считывания данных с электронных весов и внесения данных можно представить в следующем виде.

$$S = \langle O_3, O_4, M_3, M_4, Z \rangle \quad (6)$$

Предлагается следующим алгоритм интеграции на основе приведенных выше правил:

*Шаг 1.* Формируются онтология  $O_3$  классов  $T_3$  и атрибуты  $A_3$  для программного модуля  $M_3$ .

*Шаг 2.* Формируются онтология  $O_4$  классов  $T_4$  и атрибутов  $A_4$  для программного модуля  $M_4$ .

*Шаг 3.* Формируется структуры данных XML, выражающих атрибуты классов  $T_3$  и  $T_4$ .

*Шаг 4.* Определяется связь атрибутов с помощью  $S(T_3, T_4)$ .

*Шаг 5.* При отсутствии связи переходим к *Шагу 8*, в противном случае осуществляется переход к следующему шагу.

*Шаг 6.* Происходит интеграция посредством данных, принятых из структур данных XML.

*Шаг 7.* Проверяются результаты.

*Шаг 8.* Конец алгоритма.

Данный алгоритм определяет построение классов для каждого модуля и осуществление этого процесса путем выявления их атрибутов.

Третья глава диссертации «**Разработка программного комплекса информационного мониторинга и принятия решений**» посвящена разработке с помощью объектно-ориентированного языка программирования клиент-серверной архитектуре и информационным структурам составных частей программного комплекса информационного мониторинга и принятия решений, функциональной модели IDEF0, инфологической модели базы данных и фреймовой модели программного комплекса «Asumo».

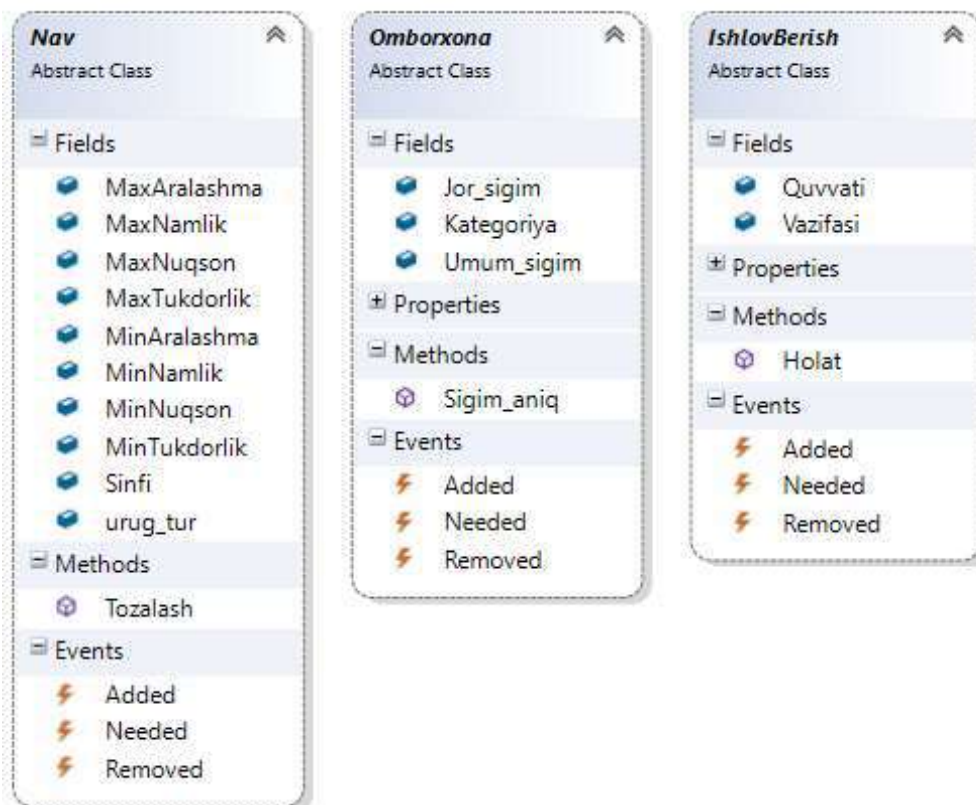
Программный комплекс информационного мониторинга и принятия решений строится на основе клиент-серверной архитектуры и состоит из следующих элементов архитектуры:

- средства аппаратного обеспечения;

- прием данных;
- сервер и база данных (БД);
- клиентские приложения.

Разработаны объектно-ориентированные модели базы знаний и базы данных IDEF1x программного комплекса информационного мониторинга и принятия решений “Asumoy”.

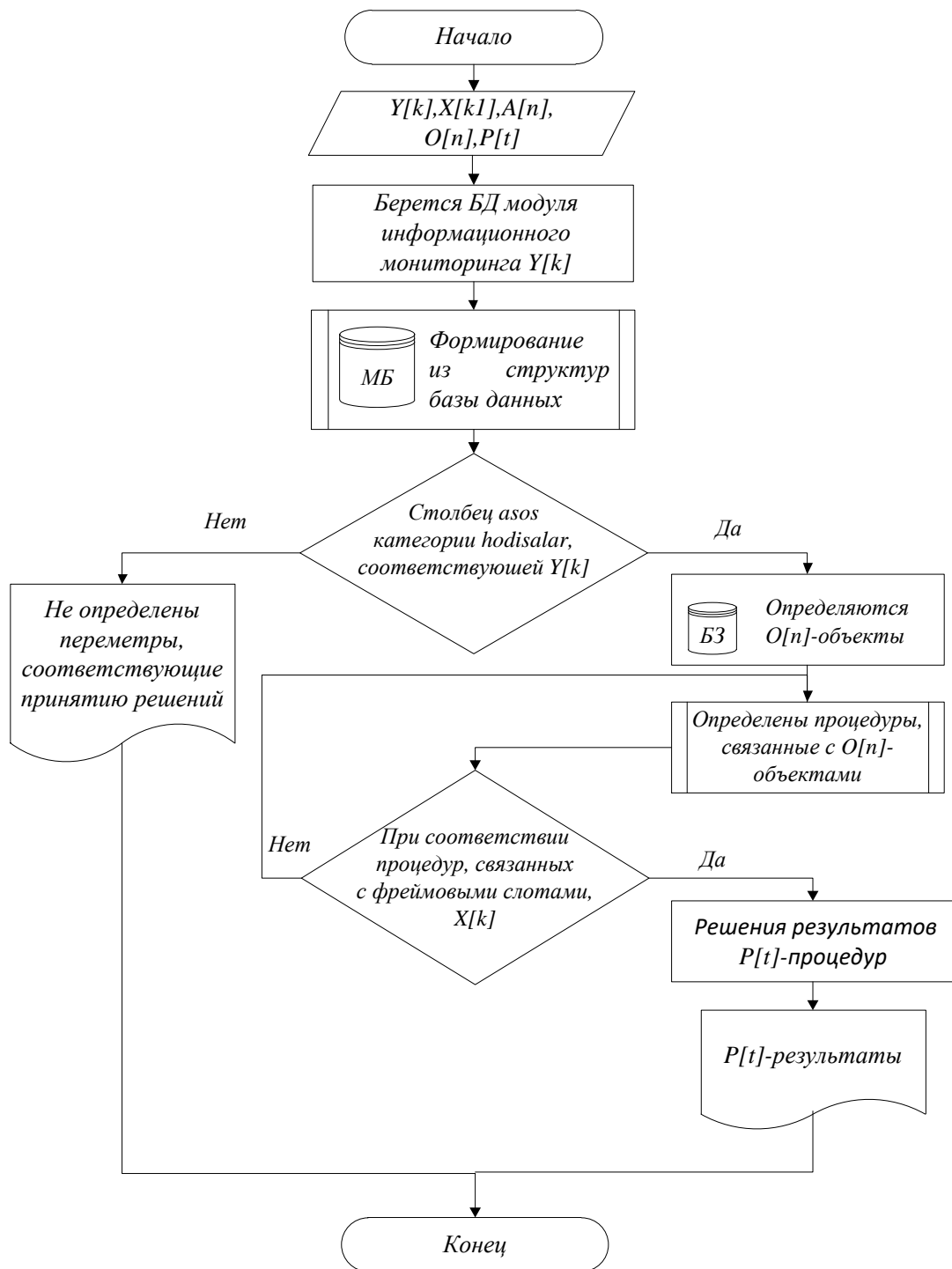
База знаний построена на основе абстрактных классов (рис. 5).



**Рис. 5. Абстрактные классы**

Абстрактные классы включают в себя пространства, состояния и методы. У подклассов, образованных из абстрактных классов, имеются все свойства и методы абстрактных классов.

При принятии решений с помощью базы знаний модулем принятия решения определяются условия  $A=(a_1, a_2, \dots, a_n)$  столбца “Асос” категории “Ҳодисалар” на основе параметров, принятых из модуля информационного мониторинга. Выбираются объекты  $O=(o_1, o_2, \dots, o_n)$ , соответствующие условиям  $A=(a_1, a_2, \dots, a_n)$ . Процедуры, закрепленные за объектами, выполняются на основе параметров  $X=(x_1, x_2, \dots, x_{k1})$ , и принимаются решения  $P=(p_1, p_2, \dots, p_t)$ . Данный алгоритм представлен на рис. 6 в виде блок-схемы.



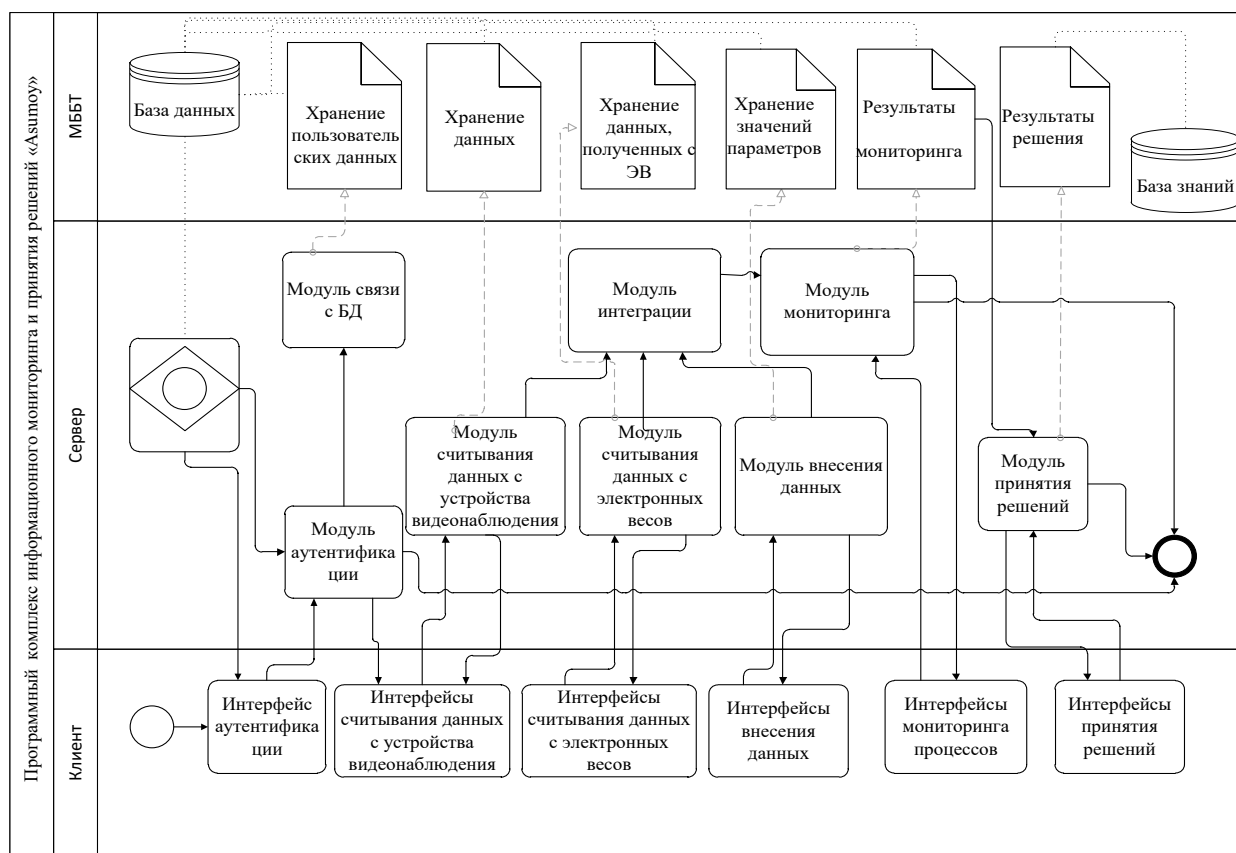
**Рис. 6. Алгоритм принятия решений, соответствующих параметрам информационного мониторинга**

Четвертая глава диссертации «**Внедрение и полученные результаты по программному комплексу информационного мониторинга и принятия решений «Asumoy»**» посвящена принципам работы программных модулей программного комплекса, модели BPMN программного комплекса, необходимым требованиям к использованию аппаратного и программного обеспечения, комплексам программных приложений в программных модулях, процессам обмена данными в них, а также вопросам повышения показателей предприятий в результате внедрения программного комплекса.

Для специалистов, использующих программный комплекс на этапах непрерывного производства, назначены специальные роли, для каждой из которых определены особые процедуры. В зависимости от роли сотрудника предприятия могут пользоваться программным комплексом в рамках своих прав.

Рассмотрен принцип работы модулей программного комплекса информационного мониторинга и принятия решений «Asumoy». При этом разработана модель процессов BPMN (Business Process Model and Notation) в программном комплексе и принципа работы программного комплекса (рис. 7).

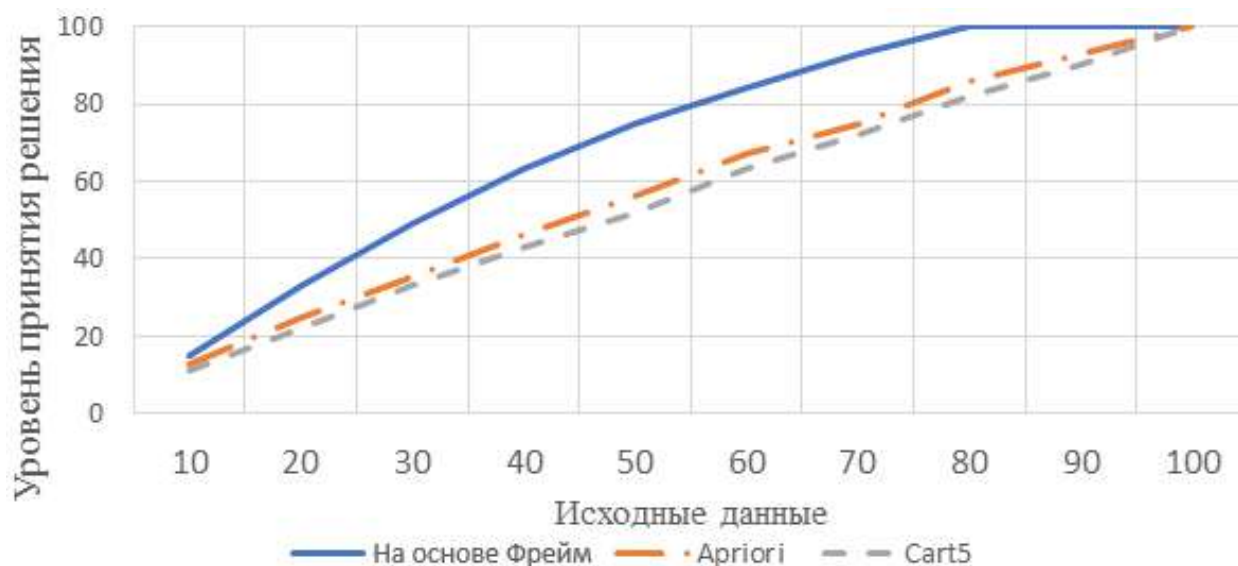
Приводятся функциональные структуры клиент и серверных программных приложений каждого программного модуля.



**Рис. 7. Принцип работы модулей программного комплекса информационного мониторинга и принятия решений «Asumoy»**

Разработаны требования, необходимые для аппаратно-программных средств при внедрении программного комплекса. При этом также разработаны требования для клиентских и серверных компьютеров и контроллеров при внедрении программного комплекса.

Алгоритм принятия решений на базе фреймовой модели представления знаний сопоставляется с алгоритмами Apriori и Cart5, построенных с помощью дерева решений (Рис. 8). Определено что, в алгоритме, разработанном на основе фреймовой модели, при достижении 55% исходных параметров появляется возможность прогнозирования с точностью в 81%.



**Рис. 8. Сравнительный анализ алгоритмов принятия решений**

Программный комплекс «Asumoy» собирает данные в базу данных на централизованных серверных компьютерах с помощью комплекса программных приложений настройки, приема масличных семян, масляной лаборатории, обработки масличных семян, шрот-шелухи, экстракции, рафинации, склада масла.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Осуществлен ретроспективный анализ применения программных средств в производственных процессах, анализ изменения подходов к системам информационного мониторинга и определения их составляющих элементов, перспектив развития систем информационного мониторинга для производственных предприятий, в разрезе классов и моделей принятия решений. Исходя из свойств исследуемых информационных систем мониторинга и сравнительных аналитических таблиц, целесообразно продолжить исследования по разработке программного комплекса, состоящего из программных модулей информационный мониторинг и принятия решений.

2. Разработан алгоритм информационного мониторинга этапов непрерывного производства (на примере предприятий масложировой промышленности) на основе математического обеспечения сети Петри. В результате этого появилась возможность осуществить мониторинг на основе данных на этапах непрерывного производства на предприятии.

3. База знаний для принятия решений на этапах непрерывного производства построена на основе фреймовой модели, решена задача разработки алгоритмов и функции принятия решений. Посредством разработанной модели базы знаний появилась возможность выражения знаний с помощью объектов и принятия решений с помощью базы знаний на основе алгоритма принятия решений.

4. Решена задача интеграции программных модулей программного комплекса информационного мониторинга и принятия решений с помощью разработанного алгоритма на основе онтологического моделирования. Появилась возможность интеграции программных модулей на основе разработанного алгоритма.

5. Решена задача по разработке IDEF0 программного комплекса, функциональной структуры BPMN программных модулей и объектно-ориентированных моделей базы знаний и IDEF1x базы знаний. Определены модули разрабатываемого программного комплекса информационного мониторинга и принятия решений «Asumoy» и их составные элементы, структуры базы данных, базы знаний и вычислительные работы, выполняемые в этих базах.

6. В рамках задачи по разработке программного комплекса и информационной структуры системы информационного мониторинга на основе клиент-серверной архитектуры разработан программный комплекс информационного мониторинга и принятия решений «Asumoy». В результате этого появляется возможность осуществлять информационный мониторинг и принимать решения на этапах непрерывного производства на предприятии.

7. Для пользования разработанным программным комплексом информационного мониторинга и принятия решений «Asumoy» разработаны требования, необходимые для аппаратно-программного обеспечения. Разработаны требования к аппаратно-программному обеспечению для клиентов, сервера и контроллерного устройства с учетом трехчастности системы. Разработка данных требований позволила устранить возможные недочеты и проблемы, которые возникают в процессе использования программным обеспечением.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.13/30.12.2019.T.07.01 AT TASHKENT UNIVERSITY OF  
INFORMATION TECHNOLOGIES**

---

**BUKHARA STATE UNIVERSITY**

**ESHANKULOV KHAMZA ILXOMOVICH**

**ALGORITHMS AND SOFTWARE COMPLEX FOR INFORMATION  
MONITORING AND DECISION-MAKING IN CONTINUOUS  
PRODUCTION STAGES (ON THE EXAMPLE OF OIL AND FAT  
ENTERPRISES)**

05.01.04 –Mathematical and software support of computers, complexes and computer networks

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)  
ON TECHNICAL SCIENCES**

**Tashkent – 2020**



The theme of dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.2.PhD/T1105.

The dissertation has been prepared at Bukhara State University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website ([www.tuit.uz](http://www.tuit.uz)) and on the website of «ZiyoNet» Information and Educational portal ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Scientific adviser:** **Muminov Bahodir Boltayevich**  
Doctor of Technical Sciences, Docent

**Official opponents:** **Babomuradov Ozod Juraevich**  
Doctor of Technical Sciences, Docent

**Khundibaev Abdurakhman Malikovich**  
Candidate of technical sciences

**Leading organization:** **National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek**

The defense will take place « 22 » October 2020 at 14<sup>00</sup> on the meeting of Scientific Council No DSc.13/30.12.2019.T.07.01 at Tashkent University of Information Technologies (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur Street, 108. Tel.: (99871) 238-64-43; fax: (99871) 238-65-52; e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of Tashkent University of Information Technologies (is registered under No 0112). (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur Street, 108. Tel.: (99871) 238-64-43; fax: (99871) 238-65-52).

Abstract of dissertation sent out on « 03 » October 2020 y.  
(mailing report No 15 on « 18 » September, 2020 y.).



**R.Kh. Khamdamov**  
Chairman of the scientific council  
awarding scientific degrees.  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**F.M. Nuraliev**  
Scientific secretary of scientific council  
awarding scientific degrees.  
Doctor of Technical Sciences, Docent

**M.A. Rakhmatullaev**  
Chairman of the academic seminar under the  
scientific council awarding scientific degrees.  
Doctor of Technical Sciences, Professor

## INTRODUCTION (abstract of the PhD thesis)

**The aim of the research work** is to development of algorithms for information monitoring and decision-making at the stages of continuous production of conveyor type and software complex based on client-server architecture.

**The object of the research work** is data, computational complexes and computer networks in the stages of continuous production.

**The scientific novelty of the research work** is as follows:

an algorithm and a mathematical model of information monitoring of the stages of continuous production of a conveyor type based on the software of the Petri net have been developed;

an algorithm for representing knowledge for decision-making at the stages of continuous production of a conveyor type has been developed based on frame software;

an algorithm for the integration of hardware and software modules of information monitoring and data when making decisions based on the ontological approach has been developed;

an algorithm for making decisions and managing the knowledge base of the stages of continuous production has been developed on the basis of frame models for representing knowledge and object interaction.

**Implementation of the research results.** Based on the «Asumoy» software complex, based on algorithms for integrating software modules, information monitoring and decision-making on continuous production stages:

software modules for reading, entering data from electronic scales, information monitoring, developed on the basis of the IDEF0 model of the software package and the algorithm for information monitoring of the stages of continuous production based on the Petri net, have been introduced into practice at JSC «Asaka Yog» (reference of the Association of Oil and Fat Industry Enterprises dated July 6 2020 No. 03/3-753). The results of scientific research have made it possible to increase the efficiency of receiving oil seeds by 1.5 times, to increase the efficiency of forming a product range by 40%;

an algorithm for information monitoring of continuous production stages based on a Petri net, an algorithm and an object model for managing a knowledge base, software modules for information monitoring and decision-making, developed on the basis of algorithms for integrating software modules based on an ontological approach, have been introduced into practice at LLC «Evrosnar» LLC (reference of the Association enterprises of the fat and oil industry dated July 6, 2020 No. 03/3-753). The results of scientific research allowed to increase the efficiency of the process of accepting raw materials by 1.45 times, the efficiency of forming and using the list of products by 1.4 times, and by 1.07 times the efficiency of the production process.

a software package with integrated software modules and developed on the basis of a client-server architecture has been implemented at JSC «Kogon yog' ekstraksiya zavodi» (reference of the Association of Fat and Oil Industry Enterprises

dated July 6, 2020 No. 03/3-753) The results of the scientific research made it possible to reduce by 2 times the time of information monitoring of the stages of continuous production, to increase the speed of decision-making by 1.5 times and to halve the time for generating reports.

**Structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, references and appendices. The volume of the dissertation is 118 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Muminov B.B., Eshankulov Kh. Modelling Asynchronous Parallel Process with Petri Net // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT). –2019.Vol-8, Issue-5S3.-P.400-405 (№3; Scopus; IF=0.41).

2. Muminov B.B., Eshankulov Kh.I. Constructing a model of the process of receiving and storing oilseeds in oil and fat enterprises // International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities. Tashkent, 2019. (ОАК раёсатининг қарори (30.09.2019 й., №269/8)).

3. Eshankulov Kh, Eshonkulov Kh, Architecture of information monitoring system of oil and fat producing enterprise // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. India, 2020. Vol. 7, Issue 2. -P. 13031-13036 (05.00.00; №8).

4. Мўминов Б.Б., Эшанкулов Ҳ.И., Требования к структуре и функционированию автоматизированных систем учёта производства масложировой продукции // «Мухаммад Ал Хоразимий авлодлари» илмий-амалий ва ахборот –таҳлилий журнал. –Тошкент, 2018. №3(5). –Б.51-59. (05.00.00; №10).

5. Мўминов Б.Б., Эшанкулов Ҳ.И. Видеокузатув қурилмалари орқали автомобилларнинг рўйхатдан ўтган давлат рақами белгиларини аниқлаш. // «Бухоро давлат университети илмий ахбороти» журнали. –Тошкент, 2018. №3. –Б.16-19. (01.00.00; №3).

6. Мўминов Б.Б., Эшанкулов Ҳ.И. “Ёғ-мой” корхоналарининг ишлаб чиқариш жараёни ахборот мониторинг тизимларининг интеграциялаш модели. // «ТАТУ хабарлари» журнали. –Тошкент, 2019. №4(50). –Б.13-28. (05.00.00; №31)

7. Мўминов Б.Б., Эшанкулов Ҳ.И. Ишлаб чиқариш корхоналарини автоматлаштиришда суний интеллект тизимлардан фойдаланиш // «Фан ва технологиялар тараққиёти» журнали. –Бухоро, 2019. №2.–Б.126-130. (05.00.00; №24).

8. Эргашев А.А., Хусенов М.З., Эшанкулов Ҳ.И. Билимларни тасвирлашда фреймли моделлардан фойдаланиш // «Бухоро давлат университети илмий ахбороти» журнали. –Бухоро, 2019. №4.–Б.92-95. (01.00.00; №3).

## II бўлим (II часть; II part)

9. Эшанкулов Ҳ.И. Интеллектуальные информационные технологии // «Учёный XXI века» международный научный журнал. №4-2. 2018 г. 20-21 стр.

10. Жумаев Ж., Эшанкулов Ҳ.И., Мурадова Р.Б. Мета модель информационного моделирования производственного процесса // «Учёный XXI века» международный научный журнал. №4. 2019 г. 12-15 стр.

11. Эшанкулов Ҳ.И. Доимий хотира қурилмалари ва хусусиятлари // «Амалий математика ва ахборот технологиялари долзарб муаммолари» халқаро анжуман тезислар тўплами, Бухоро, 2017.-Б.126-127.

12. Бекмуродов У.Б., Эшанкулов Ҳ.И., Файзуллаев А. Маълумотлар базаси бошқаришда мантиқий боғланиши элементлари ва хусусиятлари//«Математик моделлаштириш, алгоритмлаш ва дастурлашнинг долзарб муаммолари» Республика миқёсидаги илмий-амалий конференция материаллари., Тошкент, 2018. –Б.365-368.

13. Мўминов Б.Б., Эшанкулов Ҳ.И., QR-кодларни ҳосил қилиш ва ўқиш учун илова яратиш // «Математик моделлаштириш, алгоритмлаш ва дастурлашнинг долзарб муаммолари» Республика миқёсидаги илмий-амалий конференция материаллари., Тошкент, 2018. –Б.373-377.

14. Мўминов Б.Б., Ҳ.И. Эшанкулов. «Ёғ-мой» корхоналарида хомашёни қабул қилиш жараёни маълумотларининг интеллектуал таҳлил қилишда қарорлар дарахтини қуриш // «Инновацион ғоялар, ишланмалар ва уларни ишлаб чиқариш ҳамда таълимда қўллашнинг замонавий муаммолари» халқаро илмий-амалий конференция. Андижон, 2019.–Б. 135-136.

15. Мўминов Б.Б., Эшанкулов Ҳ.И. «Ёғ-мой мониторинг» дастурий воситасида қарор қабул қилишга кўмаклашувчи тизим модули (ҚҚҚКТМ) ва уни фрейм моделини қуриш // «Амалий математика ва инфорацион технологияларнинг долзарб муаммолари» халқаро анжуман тезислар тўплами, Тошкент, 2019. –Б.254.

16. Eshankulov K.I. Functionality and implementation of the «Asumoy» software complex // «Recent scientific investigation» Proceedings of I International Multidisciplinary Conference. № 5(5). Shawnee, USA, 2020. -P.38-43.

17. Eshankulov K.I. Implementation of the decision-making module through object-oriented programming of the frame knowledge base // сб. ст. по материалам XXXIX Международной научно-практической конференции «Технические науки: проблемы и решения». – № 8(36). – М., Изд. «Интернаука», 2020.

18. Эшанкулов Ҳ.И., Арабов У., Файзиев М. API билан ишлашда Com interop технологиясини қўллаш // «Математик физика ва замонавий анализнинг турдош масалалари» Республика миқёсидаги илмий-амалий анжумани материаллари. Бухоро, 2015.-Б. 406-407.

19. Мўминов Б.Б., Эшанкулов Ҳ.И., Промышленная автоматизация с использованием беспроводных сенсорных сетей // «Иқтисодиётнинг тармоқларини инновацион ривожланишида ахборот-коммуникация технологияларининг аҳамияти» Республика илмий-техник анжуманининг маърузалар тўплами. 1-қисм. Тошкент, 2019. –Б. 380-383.

20. Мўминов Б.Б., Эшанкулов Ҳ.И., Муродова Р.Б., Катта маълумотлардан фойдаланган ҳолда «Ёғ-мой» корхоналари тизимини лойиҳалаш // «Иқтисодиётнинг тармоқларини инновацион ривожланишида ахборот-коммуникация технологияларининг аҳамияти» Республика илмий-техник анжуманининг маърузалар тўплами. 1-қисм. Тошкент, 2019. –Б. 81-85.

21. Эшанкулов Ҳ.И. Фрейм билимлар базаси орқали қарор қабул қилиш алгоритми // «Математика, физика ва ахборот технологияларининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Республика миқёсидаги онлайн илмий-амалий анжумани тезислар тўплами, Бухоро-2020. –Б.347-348.

22. Мўминов Б.Б., Эшанкулов Ҳ.И. Ахборот мониторинг ва қарор қабул қилиш дастурий мажмуасини лойиҳалаш // «Математика, физика ва ахборот технологияларининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Республика миқёсидаги онлайн илмий-амалий анжумани тезислар тўплами. Бухоро, 2020. –Б.346-347.

23. Эшанкулов Ҳ.И. Қарор қабул қилиш модулларининг синфлари // «Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар» мавзусидаги конференция материаллари Тошкент, 2020. –Б.251-253.

24. Эшанкулов Ҳ., Муродова Р. Узлуксиз ишлаб чиқариш жараёнлари ахборот мониторинг тизимларида қарор қабул қилиш модулининг аҳамияти // «Олий таълим тизимида таълим сифати ва илмий-тадқиқот ишларини ривожлантириш истиқболлари: муаммо ва ечимлар» мавзусида Республика миқёсида илмий-амалий конференция материаллари тўплами. Наманган, 2020. –Б.122-124.

25. Эшанкулов Ҳ.И. Аппарат-дастурий модулларини онтологик ёндашув орқали интеграциялаш. // «Олий таълим тизимида таълим сифати ва илмий-тадқиқот ишларини ривожлантириш истиқболлари: муаммо ва ечимлар» мавзусида Республика миқёсида илмий-амалий конференция материаллари тўплами. Наманган, 2020. –Б.124-126.

26. Эшанкулов Ҳ.И., Муродова Р.Б. Автоматлаштирилган мониторинг тизими // O‘zbekiston Respublikasi intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro‘yxatdan o‘tkazilganligi to‘g‘risidagi guvohnoma. № DGU 20170276. – Тошкент, 11.05.2017.

27. Мўминов Б.Б., Эшанкулов Ҳ.И., Мухамадиева К.Б., Муродова Р.Б. «Ёғ-мой» автоматлаштирилган мониторинг тизими // O‘zbekiston Respublikasi intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan

dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma. №DGU 06118. – Toshkent, 26.02.2019.

28. Mўminov B.B., Эшанкулов Ҳ.И., Мухамадиева К.Б., Муродова Р.Б., Арабов У.Ҳ., Эшонкулов Ҳ.И. Мониторинг ва қарор қабул қилишга кўмаклашувчи «Аsumoy» тизими // O'zbekiston Respublikasi intellektual mulk agentligi. Elektron hisoblash mashinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma. № DGU 06118. – Toshkent, 28.12.2019.

Автореферат «Ҳисоблаш ва амалий математика муаммолари» илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнларини мослиги текширилди.