

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**DSc.27.06.2017.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ**

**КАЛАНДАРОВ ИЛЁС ИБОДУЛЛАЕВИЧ**

**ФУНКЦИОНАЛ ЖАДВАЛЛАР АСОСИДА МАНТИҚИЙ БОШҚАРУВ**  
**ТИЗИМЛАРИНИНГ АЛГОРИТМИК ВА АВТОМАТ МОДЕЛЛАРИНИ**  
**ЯРАТИШ УСУЛЛАРИ ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ**

05.01.02 Тизимли таҳлил, бошқарув ва ахборотни қайта ишлаш

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

Тошкент – 2018

**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**

**Каландаров Илѐс Ибодуллаевич**

Функционал жадваллар асосида мантикий бошқарув тизимларининг  
алгоритмик ва автомат моделларини яратиш усуллари ва технологиялари. . . 3

**Каландаров Илѐс Ибодуллаевич**

Методы и технологии создания алгоритмических и автоматных моделей  
логических систем управления на основе таблиц функционирования. . . . . 21

**Kalandarov Pyos Ibodullayevich**

Methods and technologies for creating algorithmic and automatic models of logical  
control systems on the basis of operation tables. . . . . 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ

List of published works . . . . . 43

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.27.06.2017.Т.07.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ**

**КАЛАНДАРОВ ИЛЁС ИБОДУЛЛАЕВИЧ**

**ФУНКЦИОНАЛ ЖАДВАЛЛАР АСОСИДА МАНТИҚИЙ БОШҚАРУВ  
ТИЗИМЛАРИНИНГ АЛГОРИТМИК ВА АВТОМАТ МОДЕЛЛАРИНИ  
ЯРАТИШ УСУЛЛАРИ ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ**

05.01.02 –Тизимли таҳлил, бошқарув ва ахборотни қайта ишлаш

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

Тошкент – 2018

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2017.3.PhD/Т348 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация Навоий давлат кончилик институтида бажарилган.

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

<b>Илмий раҳбар:</b>	<b>Кабулов Анвар Василевич</b> техника фанлари доктори, профессор
<b>Расмий оппонентлар:</b>	<b>Сафаров Ташпулат</b> техника фанлари доктори, профессор
	<b>Нусратов Тулкин Сахибович</b> техника фанлари доктори, профессор
<b>Етакчи ташкилот:</b>	<b>Тошкент давлат техника университети</b>

Диссертация химояси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.Т.07.01 Илмий кенгашнинг 2018 йил « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ соат \_\_\_\_ даги мажлисида бўлиб ўтади. (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 (\_\_\_\_ рақам билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100202, Тошкент шаҳри, Амир Темур кўчаси, 108-ўй. Тел.: (99871) 238-65-44).

Диссертация автореферати 2018 йил « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ да тарқатилди.  
(2018 йил « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ даги \_\_\_\_ 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 диссертациясининг аннотацияси)**

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда бошқарувни автоматлаштиришнинг замонавий босқичи юқори даражадаги ишлаб чиқаришни таъминлайдиган ва халқ хўжалигининг барча жабҳалари учун ишлаб чиқарилаётган машина ҳамда ускуналарнинг кенг кўламда электронлашувига, робототехникага, роторли ва ротор-конвейерли линияларнинг жадал ривожланишига, мукамал автоматлаштирилган ишлаб чиқаришга катта эътибор қаратилмоқда. Бу йўналишда дунёнинг ривожланган мамлакатларида, жумладан АҚШ, Канада, Япония, Буюк Британия, Германия, Франция, Россия ва бошқа давлатларида ишлаб чиқариш тизимларини дастурланадиган мантиқий қурилмалар орқали бошқариш масалалари муҳим аҳамият касб этмоқда.

Жаҳонда турли хўжалик соҳаларига автоматлашган тизимларни киритиш учун замонавий математик усуллар, лойиҳалаштириш, технологик жараён ва ускуналарнинг бошқариш илмий асослари яратилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан, турли интеллектуал бошқарув тизимларини ишлаб чиқиш, уларни тизимли равишда автоматлаштириш ва ахборотларни қайта ишлаш ҳамда бошқарув ечимларини қабул қилиш жараёнларини такомиллаштириш масалалари муҳим вазифалар бўлиб ҳисобланади. Бу борада ишлаб чиқариш мисолидаги мураккаб тизимларни динамик бошқариш моделларини тузиш алгоритми, тадқиқот жараёни ва мураккаб тизимни бошқаришнинг ягона технологияга асосланган алгоритмик усулларини ва математик моделларини ишлаб чиқишни илмий асослаш зарур бўлади.

Республикамизда интеллектуал бошқарув тизимларини ривожлантириш ва ягона ахборот муҳитини ташкил этишга доир қабул қилинаётган комплекс чора-тадбирлар доирасида ахборот-коммуникация технологияларга асосланган бошқарув тизимларини яратишга катта эътибор берилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник ва технологик жиҳатдан янгилаш, ишлаб чиқариш, транспорт-коммуникация ва ижтимоий инфратузилмадаги лойиҳаларни амалга оширишга қаратилган актив инвестиция сиёсатини олиб бориш, ... саноатнинг юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хом-ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш бўйича жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали янада модернизация ва диверсификация қилиш»<sup>1</sup> вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш, жумладан бир қанча алгоритмик тизимларнинг ўрнини босувчи, қарор қабул қилиш жараёнида бошқарув масалаларини қўллаб қувватловчи, мураккаб иерархик тузилишга

---

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

эга бўлган, инструментал ва компьютер усуллари ёрдамида агрегатив интеллектуал тизимларни ишлаб чиқиш муҳим масалалардан ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги ва 2018 йил 19 февралдаги ПФ-5349-сон «Ахборот технологиялари ва коммуникациялари соҳасини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармонлари, 2017 йил 29 августдаги ПҚ-3245-сон «Ахборот-коммуникация технологиялари соҳасида лойиҳа бошқаруви тизимини янада такомиллаштириш чора тадбирлари тўғрисида»ги, 2013 йил 27 июндаги ПҚ-1989-сон «Ўзбекистон Республикаси Миллий ахборот коммуникация тизимини янада такомиллаштириш чора тадбирлари тўғрисида»ги Қарорларихамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади

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

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Сўнги йилларда R.C.Bose, B.K.Chaudhuri, M.Hack, P.H.Halmos, H.E.Vaughan, Z.Amez, R.W.Hamming, R.Knuth, S.Kosaraju, B.M.Глушков, B.C.Михалевич, И.М.Макаров, Г.С.Поспелов, А.Д.Закревский, Ю.И.Журавлев, В.И.Скурихин, М.Б.Игнатъев, В.А.Горбатов, С.А.Майоров, С.П.Митрофанов ва бошқа чет эллик йирик олимлар бошчилигидаги илмий жамоалар томонидан мураккаб тизимларни бошқариш назариясининг фундаментал натижалари олинган.

Ўзбекистонда В.К.Кабулов, Н.Р.Юсупбеков, Ҳ.З.Игамбердиев, М.М.Камилов, Т.Ф.Бекмурадов ва Т.С.Нусратовлар бошчилигидаги илмий жамоалар лойиҳалаштириш ва бошқариш учун математик моделлар, алгоритмик усуллар, ҳисоблаш машиналари учун дастурий воситалар ишлаб чиқишган ва улардан фойдаланилмоқда.

Ҳозирги кунда бошқаришни автоматлаштириш масалаларида муҳим рол ўйнайдиган ва бошқариш жараёнлари қонуниятларини очиб берадиган, бошқарувчи ахборот оқимини аниқлайдиган ва бошқариш алгоритминини танлайдиган, шу билан бирга мураккаб тизимларни (МТ) динамик бошқариш моделларини тузиш алгоритми, тадқиқот жараёни ва мураккаб тизимни бошқаришни ягона технологияга асосланган алгоритмик усулларини ишлаб чиқиш етарли даражада ўрганилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Ўзбекистон Миллий университети, Тошкент ахборот технологиялар университети ҳузуридаги Ахборот коммуникацион технологиялар илмий инновацион маркази ва Навоий давлат кончилиги

институтининг: №БВ-М-Ф4-004-«Мураккаб тизимларни бошқаришни алгоритмлашнинг функционал жадвали алгебрасига асосланган принципларини ишлаб чиқиш» (2017-2020), №ОТ-Атех-2018-486-«Мантиқий бошқарув ва ахборот хавфсизлиги тизимларини дастурлаштирилган мантиқий контроллерлар ва уларни лойиҳаловчи автоматлаштирилган САД мантиқий тизими асосида амалга ошириш» (2018-2020), №И-2017-2-12-«Ёйли пўлат қуйиш печлари энергетик режимларини автоматлаштирилган оптималлаш ва ростлаш тизимларини ишлаб чиқиш ва қўллаш» (2017-2018), №И-2017-2-11-«Олтин таркибли рудаларни бойитиш учун оптоэлектрон интеллектуал системалари тажриба қурилмалари ишлаб чиқиш ва қўллаш» (2017-2018) мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** математик моделлаштириш усуллари ёрдамида мураккаб тизимларда функционал жадваллар (ФЖ) асосида мантиқий бошқарув тизимларининг алгоритмик автомат моделларини яратиш усули ва технологиясини агрегат тизим ҳамда технологик модуллар (ТМ) даражасида ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

функционал жадваллар ёрдамида объектларни ифодаловчи ягона схема асосида мураккаб тизимни бошқариш моделини қуриш ва уларни функционал жадваллар композицияси усули орқали бошқариш учун ишчи ўринни ташкил этишни оптимал умумлаштириш усулини ишлаб чиқиш;

дастурланадиган мантиқий интеграллашган схемалар, ишлаб чиқариш услублари ҳамда чекли автоматлар орқали мантиқий бошқаришни ўрнатилган тизимлари асосида агрегатив тизимларни бошқариш мониторларини қурувчи мантиқий усул ишлаб чиқиш;

қарор қабул қилиш жараёнларини ахамиятга эга аниқ оптимумини топиш ва мураккаб тизимларни бошқариш учун дискрет ва экстремал масалаларни алоҳида синфларини ечиш алгоритмларини ишлаб чиқиш;

мураккаб тизимларни бошқариш моделини қуришнинг унификацияланган стандарт тавсифга асосланган алгоритмлари усулини ишлаб чиқиш;

бошқариш тизимларини қуришнинг алгоритмларини, автоматик модел ва усуллари асосида амалга ошириш учун инструментал тизимни яратиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида бошқарувни таҳлил ва синтез қилиш, бошқарув тизимида бошқарув ахборотларининг оқими каби масалаларни ишлаб чиқариш, технологик модул ва хавф-хатарнинг ҳаракати динамик тарзда ўзгарадиган жараёнлар олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** тадқиқот объектларини рационал ва адекват тавсифлашнинг тамойиллари, усуллари ва алгоритмлаш технологиялари, оптималлаштириш, бошқарув жараёнларининг қонуниятлари, хавф-хатарнинг ҳаракати динамик тарзда ўзгарадиган тадқиқот объектларини рационал ва адекват тавсифлашнинг янги самарали усуллари яратиш орқали мураккаб тизимларни бошқариш алгоритмлари ташкил этади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида мураккаб тизимларни унификацияланган тавсифлаш ғоялари ва усуллари, бошқарув

мониторларини куриш, имитацион моделлаштириш, Петри тармоқлари, чекли автоматлар назарияси, шунингдек агрегат тизимлар ёрдамида катта техник тизимларни тавсифлаш усуллари, С.В.Яблонскийнинг бошқарув тизимлари, функционал жадваллар усулларида фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

функционал жадваллар ёрдамида объектларни ифодаловчи ягона схема асосида мураккаб тизимни бошқариш моделини куришнинг алгоритмик усули ишлаб чиқилган;

чекли автоматлар, ишлаб чиқариш услублари ҳамда дастурланадиган мантиқий интеграллашган схемаларда мантиқий бошқаришни ўрнатилган тизимлари асосида агрегатив тизимларни бошқариш мониторларини қурувчи мантиқий усул ишлаб чиқилган;

мураккаб тизимларни бошқариш ва қарор қабул қилиш жараёнларини аҳамиятга эга аниқ оптимумини топиш учун дискрет ва экстремал масалаларнинг алоҳида синфларини ечиш алгоритми ишлаб чиқилган;

бошқариш тизимларини куришнинг алгоритмлари, автоматик модел ва усулларини амалга ошириш учун инструментал алгоритмли технологияли мантиқий агрегатив тизим (АТЛАС) яратилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

функционал жадваллар ёрдамида мураккаб тизимларни бошқариш алгоритми ишлаб чиқилган;

технологик жараённи алоҳида модуллар, бўлимлар ва яхлит жараён сифатида бошқаришнинг функционал жадваллар ёрдамидаги имитацион моделлари ишлаб чиқилган;

функционал жадваллар ёрдамида гуруҳ технологияларининг оптимал алгоритмик моделлари ва дастурий таъминоти ишлаб чиқилган;

функционал жадваллар орқали оптимизация масаласини ечиш ва бошқарувчи мониторларни куриш технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги бошқарувни моделлаштириш муаммосининг объектларни стандарт ва унификацияланган тавсифи асосида қатъий шакллантирилганлиги, мураккаб тизимларни алгоритмлашнинг назарий ва амалий жиҳатдан асосланган усуллари қўлланилганлиги ва динамик функционал жадвалларнинг объект хусусиятларига мослиги билан асосланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ишлаб чиқилган бошқарув, назорат тизими ва автоматлаштирилган бошқарув ишлаб чиқариш технологик режимларини оптималлаштириш ва барқарорлаштириш, тизим тузилиши ишонччилигини ошириши, турли хил бошқарув тизимларида ўзининг универсаллиги, мослашувчанлиги билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг амалий аҳамияти таклиф этилган бошқарув тизимини алоҳида модуллар, бўлимлар ва яхлит жараён сифатида бошқаришнинг имитацион моделлари, гуруҳ технологиялари, бошқарувчи мониторлари ҳамда оптимизация масалаларини ечишнинг алгоритмлари ва усуллари



бошқарув тизими, маҳсулот сифатини яхшилаш, ишлаб чиқариш суръатини ошириш, хом ашё ва энергия ресурсларини тежаш, ишчилар иш шароитини яхшилаш имкониятларини бериши билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Ишлаб чиқилган функционал жадваллар ёрдамида мантиқий бошқарув тизимларининг алгоритмик усуллари, оптималлашган моделлар ҳамда дастурий мажмуалар бўйича олинган илмий натижалар асосида:

функционал жадваллар ёрдамида мураккаб мантиқий бошқарув тизимларини бошқаришнинг алгоритмик усуллари бўйича «Функционал жадваллар асосида ахборот тизимларини хавфсизлигини таъминлашнинг алгоритмик модели», «Таҳдидларнинг йўллари ва ҳаракатларини визуал хариталаш», «Булл функцияларининг дизъюнктив нормал формалари асосида бошқарув агрегатларини (мониторларини) яратиш» дастурий воситаларига «UNICON.UZ» ДУК томонидан фойдаланиш мумкинлиги тўғрисида хулоса берилган («UNICON.UZ» ДУКнинг 2018 йил 27 сентябрдаги хулосаси). Натижада кимёвий реагентларни аралаштиришни меъёрлаб бошқариш, тизимга кирадиган ҳавф-хатарни бартараф қилиш йўлини визуал кўриш, чекли автоматлар асосида бошқарув мониторларини куриш усуллари ишлаб чиқиш имконияти яратилган;

ишлаб чиқилган функционал жадваллар ёрдамида объектларни ифодаловчи ягона схема асосида мураккаб тизимни бошқариш моделини куриш учун алгоритмлар усули «Навоий Амирбек Нур» МЧЖга жорий қилинган (Навоий кон-металлургия комбинатининг 2018 йил 23 майдаги 02-06-03/6502-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида аввалги услуга нисбатан энергия сарфи, дастурлаштириладиган мантиқий контроллер сонини қисқариши эвазига самарадорликни 20%га ошириш имконини берган;

мураккаб тизимларни бошқариш ва қарор қабул қилиш жараёнларини аҳамиятга эга аниқ оптимум нуқтасини топиш учун дискрет ва экстремал масалаларнинг алоҳида синфларини ечиш алгоритми Ахборот ва жамоат хавфсизлиги марказида жорий қилинган (Навоий кон-металлургия комбинатининг 2018 йил 23 майдаги 02-06-03/6502-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида ҳавф-хатар ва уни бартараф қилиш функционал жадвал кўринишида берилиб, ахборот хавфсизлигини 11%га ошириш имконини берган;

ишлаб чиқилган чекли автоматлар асосида агрегатив тизимларни бошқариш мониторларини қурувчи мантиқий усул Навоий кон-металлургия комбинати марказий илмий-тадқиқот лабораториясида қимматбаҳо металлларнинг концентратлари флотини (сизиб чиқишини) ташкил этиш учун кимёвий реагентларни ва турли хил сульфид рудаларни аралаштиришни меъёрлаб бошқариш жараёнида жорий қилинган (Навоий кон-металлургия комбинатининг 2018 йил 23 майдаги 02-06-03/6502-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида флотоконцентрат олишни оптималлаштириш масалаларини ечиш, назорат тизими ва автоматлиштирилган бошқарувни

қўллаш туфайли технологик режимларни оптималлаштириш ва барқарорлаштириш, тизим фаолияти ишончилигини ошириш, хомашё сарфини камайтириш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари, 10 та халқаро ва 5 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Тадқиқот мавзуси бўйича жами 37 та илмий иш чоп этилган, жумладан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 6 та мақола, 1 таси хорижий, 5 таси республика журналларида нашр этилган ҳамда 3 та ЭХМ учун яратилган дастурий воситаларни қайд қилиш гувоҳномалари олинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 111 бетни ташкил этган.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асослаб берилган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларини ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган. Ишнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предмети кўрсатилган, илмий янгилиги кўрсатилган, олинган натижаларининг назарий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга татбиқ этилиши рўйхати, ишнинг синов натижалари, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилмаси тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг биринчи боби «**Функционал жадваллар алгебраси асосида мураккаб тизимларни бошқариш алгоритмларини куриш муаммосини тадқиқ этиш**» деб номланган.

1.1 параграфда мураккаб тизимларни функционал жадваллар асосида бошқаришни алгоритмлашнинг асосий масалалари қўйилиши баён этилган. Мураккаб тизимнинг бошланғич бўлинмас элементи сифатида координаталар, вақт оралиғи, операциялар ва ҳолатлар билан тавсифланган ишчи ўринлари қабул қилинади.

Белгилар билан боғлиқ ишчи ўринлар тўплами вақтнинг ҳар бир  $t_i$  муайян интервалида бирор бир тармоқ билан аниқланади. Ишчи ўринлар тармоғининг вақтдан боғлиқ ўзгариши функцияси  $F(t)$  билан ифодаланади. Тизимнинг бундай тавсифига тизимнинг функционал жадвали дейилади. График тасвирда  $a_i$  ишчи ўринда  $t_k$  вақтда амалга оширилган ҳар бир  $d_j$  операция  $(i,j,k)$  координаталарга эга. Бу ҳолда динамик функционал жадвал қуйидагича аниқланади:

$$T\Phi = \{P, D, I, O, A, T, \Delta, F\}.$$

Бу ерда  $P, D, I, O, A, T, \Delta, F$  - шунга мувофиқ жойлашувлар (ҳолатлар) тўплами, операциялари (ўтишлари), ишчи ўринлари тизимининг кириш ва чиқиш ҳолатлари, вақт оралиқлари ва координатлари,  $F(t)$  - функционал жадвалнинг вақтдан боғлиқ функцияси.

Агар  $\forall t_i \in T$  ва функция  $F(t) = const$  бўлса, унда функционал жадвал статик (стационар) дейилади. Функционал жадвал ўзгаришларини белгилайдиган  $F(t)$  функцияга умумий тизимнинг бошқарув функцияси ёки тизимдаги жараёни режалаштириш функцияси дейилади.

Бу ҳолда мураккаб тизимларни бошқаришни алгоритмлаш шундай алгоритм топишдан иборат бўладики, бу алгоритм ихтиёрий мураккаб бошқарув тизимининг функционал таснифини функционал жадвал асосида аниқлаш имконини берсин. Бу маънода ҳақиқатан ҳам алгоритмлаш функционал жадвал асосида мураккаб тизимни бошқариш жараёнининг универсал усули эканлиги келиб чиқади. Бошқарув бирлиги (монитори) синтези масаласи ва бошқарув операциясини амалга ошириш учун автоматларни синтез қилиш жараёни ҳам шу тарзда шакллантирилади.

1.2 параграфда функционал жадваллар бўйича алгебра жорий қилинган ва функционал жадваллар бўйича расмий операциялар учун матрица шаклида тегишли қоидалар белгилаб олинган. Ҳар бир  $t_i$  вақт оралиғида функционал жадваллар тавсифи белгига эга Петри тармоқлари кўринишида ифодаланади:

$$M = \{P, D, I, O, \mu\}.$$

Бу ерда  $\mu$  – натурал сонлар  $N$  тўпламидаги  $P$  позициялар тўпламини акс эттирадиган функция:  $\mu: P \rightarrow N$ . Ҳар бир  $\mu$  белги  $\mu = \mu_1, \dots, \mu_n$  вектор сифатида ифодаланиши мумкин. Бу ерда  $n = |P|$  ва  $\forall \mu_i \in N, i = \overline{1, n}$   $\mu$  вектор ҳар бир  $p_i$  тармоқ ҳолати учун чиплар сонини белгилайди, яъни  $\mu_i = p_i, i = \overline{1, n}, \mu(p_i) = \mu_i$ .

Петри тармоқлари  $t_i$  ўзгармас вақт оралиғида технологик давр (ТД) деб аталади. ТД лар Петри тармоғининг кўринишларидан бирини ташкил этиши туфайли Петри тармоқлари аналогияси асосида жараёнларни тавсифлаш учун асосий тил воситаси сифатида қўлланилади.

Агар ўтиш белгиси  $\delta: T \rightarrow \Sigma$  мавжуд бўлса, L-тили L турдаги ТД тилидир, бошланғич белги  $\mu$  ҳамда  $F$  охириги белгиларнинг якуний тўплами эса шундай,

$$L = \{\delta(B) \in \Sigma^* \setminus \tilde{B} \in T\} \text{ ва } \delta(\mu, \tilde{B}) \in F.$$

Бу ерда  $\delta(\mu, \tilde{B})$  – ўтишлар функцияси, яъни  $\tilde{B}(t_{i1}, \dots, t_{ix})$  ҳамда  $\mu$  белгилаш учун  $\mu(\mu, \tilde{B})$  функцияси  $(t_{i1}, \dots, t_{ik})$  нинг кетма-кет ишга туширилиши натижаси ҳисобланади. Кўпгина мураккаб тизимлар тизимости композициялардан иборат бўлади. Тизим остиларнинг ҳар бирини мос ТД тилида тасвирлаш мумкин. ТД тиллари ихтиёрий тартибда амалга ошириладиган бирлашма, кесишма, параллел композициялар ва конкатенация операцияларининг чекли

сондаги бажарилишига нисбатан ёпиқ эканлигини кўриш қийин эмас. Асосий  $\Phi\mathcal{J} = \{T\mathcal{D}_i\}$  тўпламдан ташкил топган тизим бир қатор технологик даврлар ва имзо деб номланган операциялар мажмуи универсал алгебра ҳисобланади, агар  $\Omega$  имзога тегишли бўлган ҳар бир операция ҳамма жойда  $\Phi\mathcal{J} = \{T\mathcal{D}_i\}$  тўпламда белгиланган бўлса. Шундай қилиб, функционал жадваллар устида биз киритган алгебра келажакда бошқарув алгоритмларини яратиш бўйича алгебраик усуллардан фойдаланишга имкон беради. ТД ҳар бир даврда иккита матрица  $C^-$  ва  $C^+$  билан белгиланади, бу ерда  $C^-$  кириш ҳолати ва  $C^+$  эса чиқиш ҳолати векторлар тизимидир.

1.3 параграфда юқорида қайд этилган конкатенация, бирлашма, кесишиш, тиклаш, параллелл композиция ва ўрнига қўйиш операцияларидан фойдаланиб,  $\Phi\mathcal{J}$  ни яқка тартибдаги ИЎ дан синтез қилиш муаммоси ҳал қилинади. ИЎ комплекси қуйидагича таърифланади:

$$A = \{M, G_p\}.$$

Бу ерда  $M$ –алгоритм моделлари тўплами,  $G_p$ –глобал модель параметрлари рўйхати  $G_p = \{X^s, Y^s, B^s\}$ ,  $X^s, Y^s, B^s$ –тизимнинг кириш, чиқиш ва оралик параметрлари.

Ишда ушбу тизим асосида қўйилган қуйидагича масалалар ечилади:

$$\exists \phi \left( x_1, \dots, x_k \xrightarrow{\phi} y_1, \dots, y_k \right).$$

Бу ерда  $x_1, \dots, x_k$ –тизим кириш параметрларининг бирор бир тўпламостиси,  $y_1, \dots, y_k$ –тизим чиқиш параметрларининг бирор бир тўпламостиси.

1.4 параграфда ишлаб чиқариш жараёнини режалаштириш ва бошқаришни амалга оширадиган функцияларнинг уч поғонали тизимдан иборат функционал жадваллар алгебраси асосида бошқарувнинг алгоритмик модели берилган. Мураккаб тизимларни бошқариш қуйидагича  $R:D$  нисбат кўринишига эга, бу ерда  $R$ –ишчи ўринлари тўплами,  $D$ –динамик функционал жадвални кўриш давомида олинган деталлар партияси тўплами бўлиб, янада кенгроқ  $R:D:O$  нисбатни ташкил этувчисидир. Барча муносабатларнинг транзитивлиги  $\Phi\mathcal{J}$  шаклини қуйидагича қайта куриш мумкин:

$$R: D \rightarrow D: O \rightarrow O: U (U = \{BD\}).$$

Шундай қилиб,  $R:U$  кўринишидаги кетма-кет ўзгартириш бошқаришнинг юқори поғонасида амалга ошириладиги, ишлаб чиқариш жараёнини режалаштиришнинг  $R:U$  шаклидаги  $\Phi\mathcal{J}$  олинади, стационар  $\Phi\mathcal{J}$  ларнинг  $D:O$  ва  $O:U$  кўринишидаги нисбатлари эса ишлаб чиқаришнинг технологик тайёргарлик алгоритмларини қўллаш натижасида олинади.

Рухсат этилган ечим асосида  $\Phi\mathcal{J}$  ни таҳлил қилиш матрица шаклидаги иккита тенгламани ечишга асосланган:

$$\bar{Y}_1 = Y_0 + A\bar{x}, \quad A\bar{W} = 0.$$

Биринчи тенгламани таҳлил қилиш асосида  $A$  матрицаси кўринишида берилган ФЖ учун тривиал бўлмаган фундаментал ечимлар тизимининг мавжудлиги аниқланади.  $A$  матрицаси ФЖ ни тавсифловчи  $A^+$  ва  $A^-$  матрицалардан олиниб, улар билан  $A=A^+-A^-$  муносабат билан боғланган.  $W$  векторлар тизимини топиш векторлардан бирининг белгиси остида ФЖ нинг сақланишини англатади. Бу ерда  $Y$  вектори сифатида ФЖ нинг бошланғич ҳолати қаралади,  $x$ - бажарилган операцияларнинг вектори,  $A$ -ФЖ нинг матрица шакли,  $\bar{Y}_1$ -ФЖ нинг якуний ҳолати. ФЖ нинг ўтказувчанлиги бўйича чекловларни аниқлашда биз нормалаштиришни амалга оширамиз, ФЖ даги материал оқимни аниқлайдиган позицияларнинг юқори ва қуйи чегараларини ҳисоблаймиз:

$$t_k, a_{ij} \leq x_{ij} \leq t_k.$$

Бу ерда  $x_{ij}-t_k$  вақт оралиғидаги позициянинг нормалаштирилган қиймати;  $a_{ij}$ - ФЖ даги  $j$ -чи операция учун  $i$ -позициянинг қиймати.

Тармоқ моделига айлантириш қуйидагича амалга оширилади:

$$\sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n [(c_{2j}^k - c_{1j}^k)x_{2j}^k + c_{1j}^k b_j^k] \rightarrow \min$$

Бу ерда  $c_{2j}^k$  -  $j$ -тугун учун  $k$ -маҳсулотига талабнинг нархи;  $c_{1j}^k$  -  $j$ - тугуннинг  $k$ -маҳсулотга таклиф қиймати;  $x_{2j}^k$ -  $i$ - тугунидан  $j$ - тугунга  $k$ - маҳсулотининг оқими;  $b_j^k$ -  $k$ - маҳсулот учун  $j$ -тугуннинг талаби, агар қуйидаги ўринли бўлса:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=1}^m x_{2j}^k + S_{1j} = U_{2j} \\ \sum_{j=1}^n x_{1j}^k = -a_2^k \quad j = \overline{1, n}, \quad k = \overline{1, n} \\ \sum_{j=1}^n S_{2j} = \sum_{j=1}^n U_{2j} - \sum_{j=1}^m a_2^k \end{array} \right.$$

Бу ерда  $a_2^k$ - $j$ -тугуннинг  $k$ -маҳсулот учун таклифи,

$$x_{2j}^k + x_{1j}^k = b_j^k S_{2j} + S_{1j} = U_{2j} + U_{1j} - \sum_{k=1}^m b_j^k x_{ij}^k, S_{ij} \geq 0, i = \overline{1, 2}, j = \overline{1, n}, \\ k = \overline{1, \infty} \text{ ёки } x_{2j} \leq x_{ij}^k, S_{2j} \leq U_{2j} + U_{1j} - \sum_{k=1}^m b_j^k.$$

Ушбу тармоқ моделининг ечими максимал оқим масаласини ечишда қўлланиладиган усуллардан бири ёрдамида олиниши мумкин.

Шундай қилиб,  $R:D$  ва  $R:O$  нисбатлар билан ФЖ бизга дастурий таъминотни бошқариш учун зарур бўлган дастлабки технологик маълумотни

беради. Маҳаллий бошқарув поғонасида  $R:U$  нисбатдаги динамик ФЖ лар белгилаб кўйилган тартибда  $R:U$  нисбатли стационар ФЖ лар учун бошқарув мониторларига юкланади. Қайта ишлаш операциялари устидан назорат  $R:O$  билан стационар ФЖ да амалга оширилади.

Диссертациянинг «**Мураккаб тизимлар технологик модулларини мантикий бошқаришнинг ўрнатилган тизимларини алгоритмлаштириш**» деб номланган иккинчи бобида матрицали катта интеграл схемалар (КИС) да қурилган микропрограммали автоматлар асосида МТ технологик модулларини мантикий бошқариш учун ўзида ўрнатилган тизимларни алгоритмлаш муаммоси кўриб чиқилган.

Алгоритмлаш муаммоси икки босқичда ҳал этилади: биринчи босқичда - МТ нинг ташкилий ва технологик лойиҳалаш жараёнида юзага келган вазифалари, иккинчи босқичда - ТМ фаолияти алгоритмлари асосида ТМ нинг мантикий бошқарув тизимини яратиш вазифалари ечилади.

2.1, 2.2 параграфларда конструктив ва технологик хусусиятлар ҳамда операциялар бўйича деталларни гуруҳлаш, оптимал технологик маршрутни ва гуруҳ ускуналарини танлаш вазифалари кўриб чиқилган ҳамда улар бир-бирини бекитиши, кўп қийматли функцияларнинг ўзгармас давоми масалаларини ечишга олиб келинган, ҳамда уларни ечиш учун алгоритмлар таклиф этилади.

Фараз қилайлик, комплекс деталларнинг  $P^k = \{d_1^k, d_2^k, \dots, d_m^k\}$  ва элементлари ускуналар турини белгилайдиган  $CT = CT_1, CT_2, \dots, CT_m$  тўпламлари мавжуд бўлсин. Унда ускуна танлаш масаласини ҳал қилиш учун  $B = \|\beta_{ij}\|_{m \times n}$  матрицани шакллантиришимиз мумкин:

$$\beta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{агар } d_j \text{ га } CT_i \text{ бўйича ишлов берилса,} \\ 0, & \text{акс ҳолда (} i = 1, j = 1, n \text{).} \end{cases}$$

$j$ -чи детални  $i$ -станокда қайта ишлаш қийматини  $C_{ij}$  билан белгилаб оламиз. Жадваллар қаторларининг  $P_i$  вазнларини киритамиз:

$$P_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} C_{ij}, P_1, \dots, P_m.$$

$CT_1, CT_2, \dots, CT_m$  станокларнинг вазнлари бўлсин.  $\beta$  матрицанинг қаторларини устунлар билан тўлдириш муаммосининг ечими аниқланган СТ дан энг маъқул станокларни танлаш имконини беради ва унинг ёрдамида барча  $D_i, i=1, n$  деталларни қайта ишлаш технологиясини ташкил қилиш мумкин бўлади. Энди  $P'_1, \dots, P'_L$  навбати  $S_1, \dots, S_l$  йўналишларига эга бўлсин. Унда оптимал технологик йўналишни топиш муаммоси  $A$  матрицанинг устунларини қаторлар билан минимал қоплаш муаммосига олиб келинади.

2.3 параграфда «Технологик модуллар фаолиятининг оптимал даврийлигини яратиш алгоритми»ни яратиш масаласи кўриб чиқилган. Масалани ечиш учун модел ва алгоритм қурилган.

2.4 параграфда дастурлаштирилдиган мантикли матрица (ДММ) ва

доимий хотира қурулмаси (ДХҚ) асосида микропрограммалаш автоматларда қўлланиладиган технологик модулларни мантикий бошқаришни лойиҳалаш алгоритмлари қурилган. Замонавий ишлаб чиқариш номенклатурасининг ўзгариши ва маҳсулотларни ишлаб чиқариш технологиясининг мураккаблиги ҳар бир алоҳида технологик модулни ва умуман модулларнинг яхлит комплексини бошқариш муаммосини келтириб чиқаради. Бошқариш тизимларини қуришда қўлланилишнинг универсаллиги принципи кенг жорий этилади. Бундай универсал бошқарув тизимлари одатда ДММ ва ДХҚ га асосланган дастурлаштирилладиган контроллерлар (ДК) деб аталади. Асосий элемент-ДК процессори мантикий функцияларни бажаради, кириш сигналлари устида операцияларни бажаради ва мос чиқиш сигналларини ишлаб чиқаради. Микро ЭХМ дан фарқли ўлароқ, ДК процессорларда микропроцессор элементларидан фойдаланилмайди ва бу ҳол ташқи таъсирларга тебраниш, электр шовқинлари, намлик, юқори ҳароратга берилмасликка қўйилладиган техник талабларга боғлиқ. ДК процессорининг мослашувчанлиги муайян ҳолатларда дастурнинг алоҳида фрагментлари (тармоқлари ёки блоклари) дан фойдаланиш, шунингдек дастурни сақлаш учун хотиранинг алмаштирилувчи модулларидан фойдаланиш орқали таъминланади.

2.5 параграфда дискрет монотон функцияларнинг (д.м.ф.) максимал юқори нолини (м.ю.н.) изоҳ қилиш ва топишнинг процедуралари келтирилган ва ушбу процедуралардан фойдаланиб масалалар ечиш усуллари берилганки, улардан мураккаб тизимларни лойиҳалаш ва бошқаришда технологик модулларни бошқарув тизими ва мантикий бошқариш тизимларини оптимал синтез қилиш жараёнида фойдаланилади.

Монотон Булл функцияларининг м.ю.н. ни топиш масаласи қуйидагича: агар бирор бир  $f \in M_n$  функция  $A_f$  оператор ёрдамида берилган бўлса,  $A_f$  операторга мурожаатлар сони минимал бўлганида,  $f(x_1, \dots, x_n)$  функциянинг ҳеч бўлмаганда битта м.ю.н.ни топиш талаб этилади. Шубҳасиз, худди шундай вазифа  $f \in M_n$  функциянинг минимал пастки бирликларини  $A_f$  операторга мурожаатлар сониминимал бўлган ҳолида топиш ҳисобланади.

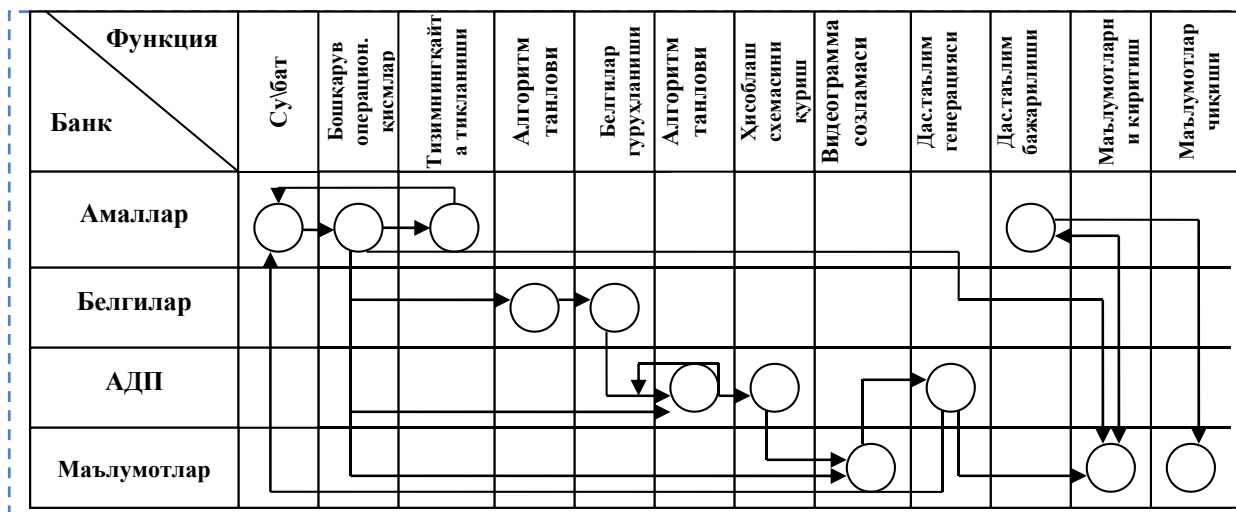
Оператор  $A_f$  ёрдамида ихтиёрий  $f \in M_n$  функциянинг м.ю.н. ни топадиган алгоритмлар тўплами  $\{B\}$  бўлсин.  $A_f$  операторга м.ю.н. ни топиш учун етарли бўлган мурожаатлар сонини ифодаловчи  $\mu(B, f)$  функцияни киритамиз.  $\mu(n) = \min \max \mu(B, f)$  функцияси Шеннон функцияси деб аталади.

Маълумки, аксарият экстремал масалалар Булл функциясининг м.ю.н. ини қидиришга келтириб олинади. Ушбу параграфда масала Шеннон усули бўйича ечилган.  $C_n^{\lfloor n/2 \rfloor} + 1$  дан кам қадамлар орқали ечиш мумкин бўлмаган  $n$  ўзгарувчили монотон Булл функцияси келтирилган. Ихтиёрий  $n$  ўзгарувчили монотон Булл функцияси учун м.ю.н. ни топишда қадамлари сони  $C_n^{\lfloor n/2 \rfloor} + 1$  дан ортмайдиган  $B_1$  алгоритм қурилган. Шундай қилиб,  $\mu(n)$  сони учун  $\mu(n) = C_n^{\lfloor n/2 \rfloor} + 1$  тенглик ўринлидир.

Диссертациянинг «Бошқарувнинг АТЛАС алгоритмик тизими ташкил этиш ва жорий этиш тамойиллари» деб номланган учинчи бобида

мураккаб тизимни бошқаришнинг ФЖ асосидаги алгоритмини яратиш масалаларини, «АТЛАС» тизимининг тавсифига бағишланган. «АТЛАС» тизимини яратиш учун техник тизимларни моделлаштириш ва бошқариш жараёнини шакллантириш учун алгоритмик усул ишлатилган.

3.1 параграфда «АТЛАС» тўртта: амалий дастурлар пакети (АДП) банки, маълумотлар банки, белгилар банки ва операциялар банкидан ташкил топган тизим сифатида қурилган. Алгоритмик тизимнинг ишлаш схемаси расмда келтирилган.



**Алгоритмик тизимнинг ишлаш схемаси**

Ҳар бир компонентнинг операцион қисми банкнинг ахборот қисми устида амалга ошириладиган операциялар ва қоидаларини белгилайди. У ҳолда банкнинг ахборот қисми мураккаб мантиқий тузилишга эга.

3.2 параграфда алгоритмик тизимнинг ядроси ҳисобланган операциялар банки тавсифланган. Унинг асосий вазифалари қуйидагилардан иборат: фойдаланувчи билан мулоқот, алгоритмик тизимлар банкларининг операцион қисмларини бошқариш, тизимни ишга тайёрлаш ва муваффақиятсиз уринишдан кейин тизимни тиклаш. Банкнинг фаолияти беш босқичдан иборат: тизимни ишга тушириш, белгиларни танлаш, масала моделни танлаш, дастурий таъминотни созлаш ва ҳисоблашлар.

Белгилар банкида вазифалар белгилари жойлаштирилганки, бу тизим учун мақбул бўлган белгилар гуруҳ асосида масала учун зарурий моделлар ва алгоритмларни аниқлаш ва уларга мос дастурларни танлаш имконини беради. Белгилар банкнинг таркибий-ахборот қисми беш поғонали иерархик тузилишга эга.

3.3 параграфда масала моделлари ва технологик жараёнларнинг тавсифи модул банкида операцион жадваллар шаклида сақланиши кўрсатилган. Бошқарув тизими операцион ходимларининг тизимлар модуллари банки билан мулоқоти асосида ва белгилар банки маълумотларига кўра бошқарув тизимининг умумий модели тузилган ҳамда таҳлил қилинган. Ушбу ҳолатда



биринчи бўлиб вазифалар турлари аниқланади. Алгоритмик «АТЛАС» тизимида масалаларнинг уч гуруҳи фарқланади: 1) операцион режалаштириш, 2) назорат қилиш, 3) ишлаб чиқариш ҳолатини таҳлил қилиш ва ростлаш.

Ҳар бир иш тури учун уларга мос келадиган моделлар ушбу хусусиятлар бўйича аниқланади. Биринчи турдаги режалаштириш моделлари ва оптималлаштириш мезонлари маълум бир хусусиятга ва ишлаб чиқариш турига қараб белгиланади. Мулоқотда белгиланган хусусиятларга асосан, тезкор амаллар учун кириш-чиқиш шакллари, шунингдек, қуйи ва юқори бошқарув даражалари таҳлил қилинади ва танланади. Кириш ва чиқиш шаклларини созлаш учун ушбу ёндашув кесишмайдиган, реквизитлар тўпламларини намоиш қилиш учун ягона маълумотлар базасидан фойдаланиладт.

3.4 параграфда келтирилган маълумотларга кўра, маълумотлар банки тавсифлари тизим белгилари банкида жойлашган маълумотларнинг ташкилий рўйхатли тузилмасига эга.

Кириш маълумотларининг миқдори олдиндан аниқланмайди ва ечилаётган масалалар соҳасига боғлиқ. Маълумотлар банки ўз мақсадига кўра, алоҳида масалаларни ечишда вақт захираларини тўғри тақсимлашга, шунингдек ахборотларни сақлашни ва уларнинг ишончилигини таъминлашга йўналтирилган.

Тўртинчи боб «**Алгоритмик АТЛАС тизими ва ўзида ўрнатилган мантикий бошқарув тизимларини жорий этиш тажрибаси**»ни тавсифлашга бағишланган. «АТЛАС» алгоритмик тизимини ишлатишдан мақсад ишлаб чиқариш шароитлари динамик равишда ўзгариб турадиган жараёнларда ФЖ асосида алоҳида турдаги дискрет характерга эга МТ ни бошқариш алгоритминини яратиш ва реал вақтда технологик жараённинг ҳолатини таҳлил қилиш учун имитацион моделни киритишдан иборат.

4.1 ва 4.2 параграфларда «АТЛАС» мураккаб тизимни бошқариш алгоритминини куриш учун қўлланилган. Ишлаб чиқариш тизимида технологик жараённинг функционал жадвали  $D^+$ ,  $D^-(D^+(D^-))$  - ФЖ ўтишининг чиқиш (кириш) позицияларининг матрицаси) қуйидаги тарзда тасаввур этилиши мумкин. Матрица  $D = \|a_{ij}\|$ .  $D^+$  ва  $D^-$  матрицалари  $43 \times 120$  ўлчамларга эга, бу ерда 43 – ўтишлар сони, 120 – ҳолатлар сони. Улар диагональ кўринишидаги матрицаларга яқин ва жуда сийрак. ФЖ ни таҳлил қилиш учун қуйидаги тенглама ечилади:

$$D\bar{W} = 0.$$

Бу ерда  $D=D^+-D^-$ ,  $W$ - қийматлари тенглама юқоридаги тенглама ечимларининг асосий тизимига мос келадиган ўзгарувчан векторлар тизими.

$W$  нинг камида битта компонентаси нолдан фарқли ва у маркерлар белгиларини ўзида сақлайди. Тузилган моделнинг тўғри ишлашини текшириш учун биз қуйидаги тенгламани ечамиз:



4.3 параграфда аниқ оптималликни топиш учун дискрет экстремал масалаларни ечишнинг алгоритмлари берилган. Аниқланиш соҳаси  $E_n^2$  да сатҳлари  $U_p, \dots, U_{p+1}, i, p \in \{0, 1, \dots, n\}$  бўлган  $n$  ўзгарувчили  $f(x_1, \dots, x_n)$  симметрик Булл функциясини кўриб чиқамиз. Қисқартирилган  $f(x_1, \dots, x_n)$  функцияси дизюнктив нормал ҳолати элементар конъюнкциядан иборат  $D_c^f$  максимал  $\bigcup_{j=0}^i U_{p+j}$  интервалга мос келади. Тадқиқотнинг мақсади  $D_c$  дизюнктив нормал ҳолат ва  $D_c^f$  қисқартирилган дизюнктив ҳолат функцияси ва бунда  $N_{f'} \subset N_f$ . Элементар конъюнксия миқдори  $N \leq 2^m$  ва  $m=5, 6$  бўлганида дизюнктив нормал ҳолат  $D_c'$  ўрганилади.

## ХУЛОСА

«Функционал жадваллар асосида мантиқий бошқарув тизимларининг алгоритмик ва автомат моделларини яратиш усуллари ва технологиялари» мавзусидаги диссертация иши бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Мураккаб тизимларни таснифли хусусиятлари ёрдамида моделлаштириш ва бошқаришда мавжуд ҳолатни таҳлил қилиш асосида унификацияланган стандарт функционал жадвал кўринишидаги таснифи ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган ФЖ кўринишидаги тасниф мураккаб тизимлар моделларини, бошқариш алгоритмларини (бошқарув агрегатлари, мониторлари ва автоматларни), қарорларни қабул қилиш жараёнлари ва мураккаб тизимларни бошқариш мақсадида оптимал моделларни куриш усуллари формал тасвирлаш имконини берди.

2. Функционал жадвалларга алгебрани жорий этиш асосида мураккаб тизимларни бошқаришнинг алгебраик модели, функционал жадвалларда шакл алмаштириш ва ишчи ўринлар мажмуаси синтезининг алгоритмик усуллари тадқиқ этиш цех, участка ва технологик модул даражасидаги дискрет хусусиятга эга бўлган ишлаб чиқариш ташкилотлари учун бошқарув тизими ишлаб чиқилди. Моделлаштиришнинг формал математик усулларидан фойдаланиш, кўшимча харажатларсиз янги дастурий таъминотни ишлаб чиқиш «Навоий Амирбек Нур» МЧЖ да энергия сарфи, дастурлаштириладиган мантиқий контроллер сони қисқариши эвазига самарадорликни 20%га ошириш имконини берди.

3. Функционал жадваллар асосида мураккаб тизимларни бошқариш ва қарор қабул қилиш жараёнларини аҳамиятга эга аниқ оптимумини топиш учун дискрет ва экстремал масалаларни алоҳида синфларини ечиш алгоритми ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган функционал жадваллар асосида мураккаб тизимлар бошқаруви «Ахборот ва жамоат хавфсизлиги маркази» да хавф-хатар ва уни бартараф қилиш функционал жадвал кўринишида берилганда ахборот хавфсизлигини 11%га ошириш имконини берди.

4. Инструментал алгоритмик технологик мантиқий агрегатив тизим (АТЛАС) ишлаб чиқилди. Ушбу тизим ишлаб чиқариш объекларида алгебра

асосида функционал жадваллар орқали бошқарув тизимларини ишлаб чиқиш воситаси сифатида хизмат қилади.

5. Чекли автоматлар, ишлаб чиқариш услублари ҳамда дастурланадиган мантиқий интеграллашган схемаларда мантиқий бошқаришни ўрнатилган тизимлари асосида агрегатив тизимларни бошқариш мониторларини қурувчи мантиқий усул ишлаб чиқилди. ФЖ асосида мураккаб тизимни бошқариш реал вақт режимида тизим фаолиятининг иммитация моделини кўриш ва кузатиш НКМК Марказий илмий текшириш лабораториясида технологик режимларни оптималлаштириш ва барқарорлаштириш, тизим фаолияти ишончилигини ошириш, хом ашё ва энергия ресурсларини истеъмол қилишни камайтириш, ходимларнинг иш шароитларини яхшилаш имкониятларини берди.

6. Ўзида ўрнатилган катта интеграл схема матричасига асосланган бошқарув тизимларини лойиҳалаш услубияти ишлаб чиқилди. Унга кўра қисқа муддатда технологик модулларни мантиқий бошқариш тизимларини sanoat усулида ишлаб чиқиш ва тайёрлаш имконини берди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.Т.07.01  
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ  
УНИВЕРСИТЕТЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

---

**НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**

**КАЛАНДАРОВ ИЛЁС ИБОДУЛЛАЕВИЧ**

**МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ И  
АВТОМАТНЫХ МОДЕЛЕЙ ЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
НА ОСНОВЕ ТАБЛИЦ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

05.01.02 – Системный анализ, управление и обработка информации

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

Ташкент – 2018

**Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2017.3.PhD/Т348**

Диссертация выполнена в Навоийском государственном горном институте.

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

**Научный руководитель:** **Кабулов Анвар Васильевич**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Сафаров Ташпулат**  
доктор технических наук, профессор

**Нусратов Тулкин Сахибович**  
доктор технических наук, профессор

**Ведущая организация:** **Ташкентский государственный технический университет**

Защита диссертации состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г. в \_\_\_\_ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.T.07.01 при Ташкентском университете информационных технологий. (Адрес: 100202, г.Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Корпус А Ташкентского университета информационных технологий, 2 этаж, малый зал. 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 (зарегистрирована за № \_\_\_\_). (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108.Тел.: (99871) 236-65-52, e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

Автореферат диссертации разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 года.  
(протокол рассылки №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 года.)

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

**Ф.М.Нуралиев**  
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 уделяется большое внимание современному этапу развития управления народным хозяйством характеризуется он широкой электронизацией машин и оборудования, выпускаемых для всех отраслей народного хозяйства, быстрым развитием робототехники, роторных и роторно-конвейерных линий, фактором полной автоматизации производства, обеспечивающих высокую производительность. В этой области в развитых странах мира, включая США, Канаду, Японию, Великобританию, Германию, Францию, Россию и т.д. проводятся широкомасштабные исследования имеющие важные значения.

В мире создаются научные основы автоматизированных системы в различных отраслях хозяйства, современные математические методы и целевые научные исследования, направленные в первую очередь на проектирование технических процессов и устройств, а также управление ими. В этом направлении, задачи разработки различных интеллектуальных систем, их автоматизация, обработка информации, их анализ и усовершенствование процессов принятия управленческих решений являются одними из актуальными задачами. В связи с этим, необходимо научно обосновать алгоритмы построения динамических моделей управления сложными системами производства, процесса исследования и управления сложными системами, основанные на единых технологических алгоритмических методах и математических моделей.

В Республике большое внимание уделяется в рамках, принятых комплекса мер по развитию интеллектуальных систем управления и создания единой информационной среды разработке и внедрению систем управления на основе информационно-коммуникационных технологий. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 гг. отмечены задачи, в том числе «...проведение активной инвестиционной политики, направленной на модернизацию, технического и технологического обновления производства, реализации проектов производственной, транспортно-коммуникационной и социальной инфраструктуры, ... дальнейшая модернизация и диверсификация промышленности путем перевода его на качественно новый уровень, направленного на опережающее развитие высокотехнологичных обрабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов»<sup>2</sup>. Выполнение данных задач, в том числе разработка ряда алгоритмических систем, поддерживающих процесс принятия решения в задачах управления, имеющих сложную иерархическую структуру, агрегативных интеллектуальных систем с

---

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. №УП-4947 «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

помощью инструментальных и компьютерных методов являются важными задачами.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», №УП-5349 от 19 февраля 2018 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию сферы информационных технологий и коммуникаций», постановлением Президента Республики Узбекистан №ПП-3245 от 29 августа 2017 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы управления проектами в сфере информационно-коммуникационных технологий», №ПП-1989 от 27 июня 2013 года «О мерах по дальнейшему развитию Национальной информационно-коммуникационной системы Республики Узбекистан», а также других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий IV. «Информатизация и развитие информационно-коммуникационных технологий».

**Степень изученности проблемы.** В последние годы научными коллективами под руководством R.C.Bose, B.K.Chaudhuri, M.Hack, P.H.Halmos, H.E.Vaughan, Z.Amez, R.W.Hamming, R.Knuth, S.Kosaraju, В.М.Глушкова, В.С.Михалевича, И.М.Макарова, Г.С.Поспелова, А.Д.Закревского, Ю.И.Журавлева, В.И.Скурихина, М.Б.Игнатъева, В.А.Горбатова, С.А.Майорова, С.П.Митрофанова и других крупных ученых за рубежом получены фундаментальные результаты в теории управления сложными системами (СС).

В Узбекистане научными коллективами под руководством В.К.Кабулова, Н.Р.Юсупбекова, М.М.Камилова, Т.Ф.Бекмурадова, Х.З.Игамбердиева и Т.С.Нусратова разработаны и применяются математические модели, алгоритмические методы и средства вычислительной техники в планировании и управлении.

В настоящее время алгоритмизация процессов управления с применением современных средств вычислительной техники для совершенствования управления на всех уровнях динамического моделирования управляющих систем, создание новых эффективных методов рационального и адекватного описания объектов исследования, оптимизации и построения алгоритма управления по единой технологии изучены недостаточно.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках научных проектов Национального университета Узбекистана, Научно-инновационного центра информационно-коммуникационных



технологий при Ташкентском университете информационных технологий и Навоийского государственного горного института: №БВ-М-Ф4-004-«Разработка принципов алгоритмизации управления сложными системами на основе алгебры над таблицами функционирования» (2017-2020), №ОТ-Атех-2018-486-«Разработка систем логического управления и информационной безопасности на базе программируемых микроконтроллеров (заказных программируемых логических контроллеров) и системы САД проектирования программируемых логических контроллеров» (2018-2020), №И-2017-2-12-«Разработка и внедрение автоматизированных систем оптимизации и регулирования энергетических режимов дуговых сталеплавильных печей» (2017-2018) и №И-2017-2-11-«Разработка и внедрение оптоэлектронной интеллектуальной системы лабораторных исследований по обогащению золотосодержащих руд» (2017-2018).

**Целью исследования** является разработка методов и технологий создания алгоритмических автоматных моделей управлений сложными системами (СС) на уровне агрегатных систем и технологических модулей (ТМ) методами математического моделирования на языке таблиц функционирования (ТФ).

**Задачи исследования:**

разработка алгоритмического метода построения модели управления сложными системами на основе единой схемы представления объектов с помощью ТФ, оптимального синтеза комплексов рабочих мест (РМ) для построения моделей сложных систем и управления ими методами композиции ТФ;

разработка логического метода построения управляющих мониторов агрегатных систем на основе конечных автоматов и методики разработки и создания встроенных систем логического управления на программируемых логических интегральных схемах;

разработка алгоритмов для решения отдельных классов дискретных экстремальных задач на отыскание точного оптимума, существенного для реализации процесса принятия решения и управления сложными системами;

разработка алгоритмического метода построения модели управления сложными системами на основе их стандартного и унифицированного описания;

создание инструментальной системы для реализации предложенных алгоритмических и автоматных моделей и методов.

**Объектом исследования** являются задачи анализа и синтеза управления, описания потоков управляющей информации в системе управления производством, технологическим модулем и объектами с динамически изменяющимися действиями угроз.

**Предметом исследования** являются принципы, методы и технологии алгоритмизации, разработка и оптимизация алгоритмов управления сложными системами путем создания новых эффективных методов, рационального и адекватного описания потоков управляющей информации

объектов с динамически изменяющимися действиями угроз, оптимизации и построения алгоритма управления, закономерности процессов управления.

**Методы исследования.** В процессе исследования применяются идеи и методы унифицированного описания сложных систем, построения управляющих мониторов, имитационного моделирования, сетей Петри, теории конечных автоматов, а также методы описания больших технических систем с помощью агрегатных систем, управляющих систем С.В.Яблонского, таблиц функционирования.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

разработан алгоритмический метод построения модели управления сложными системами на основе единой схемы представления объектов с помощью ТФ;

разработаны управляющие мониторы агрегатных систем на основе конечных автоматов и оптимальной технологии создания встроенных систем логического управления на программируемых логических интегральных схемах;

разработаны алгоритмы решения дискретных экстремальных задач на отыскание точного оптимума методами расшифровки и поиска максимального верхнего нуля (м.в.н.) монотонных дискретных функций;

создана инструментальная алгоритмическая технологическая логическая агрегативная система (АТЛАС) для реализации предложенных алгоритмических и автоматных моделей и методов в построении управляющих систем.

**Практические результаты исследования** заключается в следующем:

сформирован алгоритм управления сложными системами с помощью таблиц функционирования;

с помощью таблиц функционирования введены имитационные модели технологического процесса управления как отдельными модулями, участками, так и процессом в целом;

разработаны программные комплексы и оптимальные алгоритмические модели групповой технологии с использованием таблиц функционирования;

созданы управляющие мониторы, решены оптимизационные задачи с помощью таблиц функционирования.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования обосновывается строгой формализацией проблемы алгоритмического моделирования, управления на основе унифицированного и стандартного описания объектов, с использованием теоретически и практически обоснованных способов алгоритмизации сложных систем и соответствием динамических таблиц функционирования особенностям объекта.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научное значение результатов исследования объясняется тем, что разработанные системы управления, контроля и автоматизированного управления позволяют оптимизировать и стабилизировать технологические

режимы производства, повышают надежность конструкции системы, отличаются универсальностью и гибкостью применительно к различным системам управления.

Практическая значимость результатов исследований объясняется тем, что предложенная система управления отдельными модулями, цехами и целым процессом в виде имитационных моделей, групповых технологий, управляющих мониторов и алгоритмов и методов решения оптимизационных задач позволяет улучшить качество продукции, укоряют темпы производства, экономить ресурсы сырья и энергии, улучшает условия труда персонала.

**Внедрение результатов исследования.** На основании полученных научных результатах алгоритмических методов систем логического управления, оптимизированных моделях и программных комплексах с помощью разработанных таблиц функционирования:

получено заключение от ГУП «UNICON.UZ» о возможности использования программного обеспечения «Алгоритмическая модель комплексного обеспечения безопасности информационных систем на основе таблиц функционирования», «Визуальной отображения путей и действий угрозы к информационным системам», «Программа синтеза управляющего агрегата (монитора) на основе булевых функций в классе дизъюнктивных нормальных форм» для разработки алгоритмического метода управления сложными системами на основе таблиц функционирования (заключения от ГУП «UNICON.UZ» 27 сентября 2018 года). Результат даёт возможность управлять процессом смешивания и дозирования химических реагентов, отображать пути входа источников угрозы к защищаемым информационным системам, строить управляющие мониторы на основе конечных автоматов;

разработанный алгоритмический метод построения модели управления сложными системами на основе единой схемы представления объектов с помощью ТФ внедрен в ООО «Навоий Амирбек Нур» (Справка от 23.05.2018 года №02-06-03/6502 Навоийского горно-металлургического комбината). В результате исследования достигнуто сокращение энергозатрат по отношению действующей модели и увеличение эффективности производства на 20% за счет сокращения количества программируемых логических контроллеров;

разработанная методика решения отдельных классов дискретных экстремальных задач на отыскание точного, существенного для реализации процесса оптимума принятия решения и управления сложными системами внедрена в Центре информационной и общественной безопасности (Справка от 23.05.2018 года №02-06-03/6502 Навоийского горно-металлургического комбината). В результате исследования опасность и ее устранение задавали с помощью ТФ, что позволило увеличить безопасность информации на 11%;

разработанный логический способ создания управляющих мониторов агрегатных систем на основе конечных автоматов внедрен в Центральной научно-исследовательской лаборатории Навоийского горно-металлургического комбината (Справка от 23.05.2018 года №02-06-03/6502 Навоийского

горно-металлургического комбината) в процессе управления дозировки химических реактивов и смешивания различных сульфидных руд для организации флотации концентрата драгоценных металлов. В результате научного исследования решены оптимизационные задачи получения флотоконцентрата, оптимизированы и стабилизированы технологические режимы, увеличена надежность функционирования систем, уменьшено потребление сырьевых ресурсов.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 10 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано 37 научных работ. Из них 7 научных статей в журналах, в том числе 1 в зарубежном и 6 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, также получены 3 свидетельства о регистрации программных продуктов для ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация содержит 111 страниц и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Сформулированы цель и задачи, указаны объект и предмет, научная новизна исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта их теоретическая и практическая значимость, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, об опубликованных работах и структуре диссертации.

Первая глава диссертации «**Исследование проблемы алгоритмизации управления сложными системами на основе алгебры над таблицами функционирования**» состоит из четырех параграфов.

В параграфе 1.1 излагается постановка основных задач алгоритмизации управления сложными системами на основе таблиц функционирования. В качестве элементарного неделимого элемента сложной системы принимается РМ, для которого существуют следующие характеристики: координаты, интервалы времени, операции и состояния.

Множество РМ, связанных по признакам, определяется некоторой сетью в каждый интервал времени  $t_i$ . Изменения сети РМ во времени дается функцией изменения сети  $F(t)$ . Такое описание системы называется таблицей функционирования системы. Графически каждая операция  $d_j$ , выполняемая на РМ  $a_i$ , в момент времени  $t_i$  имеет координаты  $(i,j,k)$ . Тогда динамические таблицы функционирования будут определяться следующим образом:

$$T\Phi = \{P, D, I, O, A, T, \Delta, F\}.$$

Здесь  $P, D, I, O, A, T, \Delta, F$  – соответственно множеству позиций (состояний), операций (переходов), входных и выходных состояний РМ, интервалов времени и координат РМ системы;  $F(t)$  – функция изменения таблицы функционирования во времени.

Если  $\forall t_i \in T$  и функция  $F(t) = const$  то такая ТФ называется статической (стационарной). Функция  $F(t)$ , задающая изменения ТФ, называется функцией управления агрегатной системой или функцией планирования процессов в системе.

Алгоритмизация управления СС в этом случае состоит в том, чтобы найти алгоритм, который позволяет для любой сложной управляющей системы по ее ТФ найти функциональную характеристику. В этом смысле алгоритмизация представляет собой, по существу, универсальный метод моделирования процесса управления СС на основе ТФ. Также формулируется задача синтеза управляющего агрегата (монитора) и процесс синтеза автоматов для реализации операции управления.

В параграфе 1.2 вводится алгебра над ТФ и для формальных операций над ТФ определяются соответствующие им правила в матричной форме. В каждый интервал времени  $t_i$  описание ТФ представляется в виде маркированной сети Петри:

$$M = \{P, D, I, O, \mu\}.$$

Здесь  $\mu$  – функция, отображающая множество позиций  $P$  в множество  $N$  натуральных чисел:  $\mu: P \rightarrow N$ . Каждая маркировка  $\mu$  может быть представлена как вектор

$$\mu = \mu_1, \dots, \mu_n.$$

Здесь  $n = |P|$  и  $\forall \mu_i \in N, i = \overline{1, n}$ . Вектор  $\mu$  определяет для каждой позиции  $p_i$  сети количество фишек, т.е. для  $\mu_i = p_i, i = \overline{1, n}, \mu(p_i) = \mu_i$

Интервалы времени  $t_i$ , в течение которых сеть Петри не изменяется, будем называть технологическими циклами (ТЦ). ТЦ являются разновидностью сетей Петри, поэтому по аналогии с сетями Петри определяются основные языковые средства для описания процессов.

Говорят, что язык  $L$  является языком ТЦ  $L$ -типа если существует помечение переходов  $\delta: T \rightarrow \Sigma$ , а начальная маркировка  $\mu$  и конечное множество заключительных маркировок  $F$  такие, что

$$L = \{\delta(B) \in \Sigma^* \setminus \tilde{B} \in T\} \text{ и } \delta(\mu, \tilde{B}) \in F.$$

Здесь  $\delta(\mu, \tilde{B})$  – функция переходов, т.е. для  $\tilde{B}(t_{i1}, \dots, t_{ik})$  и маркировки  $\mu$  функция  $\mu(\mu, \tilde{B})$  есть результат последовательного запуска  $(t_{i1}, \dots, t_{ik})$ . Многие сложные системы представляют собой композицию подсистем. Каждую из

подсистем можно представить соответствующим ТЦ со своим языком. Нетрудно заметить, что языки ТЦ замкнуты по отношению к любому конечному числу выполнения операций объединения, пересечения, обращения, параллельной композиции и конкатенации, осуществляемых в любом порядке. Система, состоящая из основного множества  $T\Phi = \{TЦ_i\}$ – множества технологических циклов и совокупности операций, называемой сигнатурой, является универсальной алгеброй, если каждая из операций, принадлежащих сигнатуре  $\Omega$ , всюду определена на множестве  $T\Phi = \{TЦ_i\}$ .

Таким образом, введенная нами алгебра над таблицами функционирования позволяет нам в дальнейшем использовать алгебраические методы построения алгоритмов управления, где в ТЦ каждый цикл может быть описан двумя матрицами  $C^-$  и  $C^+$ , причем  $C^-$  ( $C^+$ ) является системой векторов входных (выходных) состояний.

В параграфе 1.3, используя описанные выше операции конкатенации, объединения, пересечения, обращения, параллельной композиции и подстановки, можно решать задачу синтеза ТФ из отдельных РМ. Комплекс РМ определяется следующим образом:

$$A = \{M, G_p\}.$$

Здесь  $M$ – множество моделей алгоритмов;  $G_p$ – глобальный список параметров моделей;

$$G_p = \{X^s, Y^s, B^s\};$$

Здесь  $X^s, Y^s, B^s$ – соответственно множество входных, выходных и промежуточных параметров системе.

В работе решаются задачи, поставленные следующим образом:

$$\exists \phi(x_1, \dots, x_k \xrightarrow{\phi} y_1, \dots, y_k,$$

Здесь  $x_1, \dots, x_k$ – некоторое подмножество входных параметров системы;  $y_1, \dots, y_k$ – некоторое подмножество выходных параметров системы.

В параграфе 1.4 дается алгоритмическая модель управления на основе алгебры над таблицами функционирования, представляющая собой трехуровневую систему, реализующую функцию проектирования (планирования) и управления производственным процессом. Модель управления СС следующая. Отношение вида  $R:D$ , Здесь  $R$ – множество рабочих мест, а  $D$  множество партий деталей, полученные в результате построения динамической таблицы функционирования, является составной частью более широкого отношения  $R:D:O$ . В силу транзитивности всех отношений можно построить следующее преобразование ТФ:

$$R: D \rightarrow D: O \rightarrow O: U (U = \{УП\}).$$

Следовательно,  $R:U$ . Такое последовательное преобразование осуществляется на верхнем уровне управления, когда при планировании производственного процесса получается ТФ с отношением вида  $R:D$ , а стационарные ТФ с отношениями вида  $D:O$  и  $O:U$  получаются в результате работы алгоритмов технологической подготовки производства.

Анализ ТФ на допустимость решения основан на разрешении двух уравнений в матричном виде:

$$\bar{Y}_1 = Y_0 + A\bar{x}, \quad A\bar{W} = 0.$$

На основе анализа первого уравнения определяется существование нетривиальной фундаментальной системы решения для ТФ, заданной в виде матрицы  $A$ . Матрица  $A$  получается из матриц  $A^+$  и  $A^-$ , описывающих ТФ, и связана с ними отношением  $A=A^+-A^-$ . Нахождение системы векторов  $W$  означает сохранение ТФ при разметке одним из векторов. Здесь в качестве вектора  $Y$  используется начальное состояние ТФ,  $x$ – вектор выполненных операций,  $A$ – матричная форма ТФ,  $\bar{Y}_1$ – конечное состояние ТФ. Решение уравнений опирается на мажорантные локальные алгоритмы Ю.И.Журавлева. При определении ограничений на пропускную способность ТФ произведем нормирование, вычислим верхнюю и нижнюю границы позиций, определяющих материальный поток в ТФ:

$$t_k, a_{ij} \leq x_{ij} \leq t_k.$$

Здесь  $x_{ij}$ – нормированное значение позиции в  $t_k$ -й интервал времени;  $a_{ij}$ – значение  $i$ -й позиции для  $j$ -й операции в ТФ.

Преобразование в сетевую модель производится следующим образом:

$$\sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n [(c_{2j}^k - c_{1j}^k)x_{2j}^k + c_{1j}^k b_j^k] \rightarrow \min$$

Здесь  $c_{2j}^k$ –стоимость спроса  $k$ -го продукта для  $j$ -го узла;  $c_{1j}^k$ – стоимость предложения  $k$ -го продукта  $j$ -го узла;  $x_{2j}^k$  – поток  $k$ -го продукта из  $i$ -го узла в  $j$ -й узел;  $b_j^k$ – спрос  $j$ -го узла для  $k$ -го продукта, при условии, что

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=1}^m x_{2j}^k + S_{1j} = U_{2j} \\ \sum_{j=1}^n x_{1j}^k = -a_2^k \quad j = \overline{1, n}, \quad k = \overline{1, n} \\ \sum_{j=1}^n S_{2j} = \sum_{j=1}^n U_{2j} - \sum_{j=1}^m a_2^k \end{array} \right.$$

Здесь  $a_2^k$  – предложения  $j$ -го узла для  $k$ -го продукта,

$$x_{2j}^k + x_{1j}^k = b_j^k, S_{2j} + S_{1j} = U_{2j} + U_{1j} - \sum_{k=1}^m b_j^k; x_{ij}^k, S_{ij} \geq 0, i = \overline{1,2}, j = \overline{1,n}, k = \overline{1,\infty}, x_{2j} \leq x_{ij}^k, S_{2j} \leq U_{2j} + U_{1j} - \sum_{k=1}^m b_j^k.$$

Решение данной сетевой модели может быть получено одним из методов решения задачи максимального потока.

Таким образом, ТФ с отношениями  $R:D$  и  $R:O$  дают нам основную исходную технологическую информацию, необходимую для управления программным оборудованием. На локальном уровне управления динамические ТФ с отношением  $R:U$  загружаются в управляющие мониторы в порядке, предписанном стационарной ТФ с  $R:U$ . Контроль за выполнением операций обработки осуществляется по стационарной ТФ с  $R:O$ .

Во второй главе «**Алгоритмизация проектирования встроенных систем логического управления технологическими модулями сложных систем**» рассматривается проблема алгоритмизации проектирования встроенных систем логического управления технологическими модулями СС на основе микропрограммных автоматов на матричных БИС.

Проблема алгоритмизации решается в два этапа: на первом задачи, возникающие в процессе организационно-технологического проектирования СС, на втором – на основе алгоритмов функционирования ТМ строится система логического управления ТМ.

В параграфах 2.1, 2.2 рассматриваются задачи группирования деталей по конструктивно-технологическим признакам и операциям, выбора оптимального технологического маршрута и группового оборудования, которые формируются как задачи о покрытии, инвариантного продолжения многозначных функций и предлагаются алгоритмы их решения.

Предположим, что существуют множество  $P^k = \{d_1^k, d_2^k, \dots, d_m^k\}$  комплексных деталей и множество  $CT = CT_1, CT_2, \dots, CT_n$ , элементами которого являются типы оборудования; тогда можно составить матрицу  $B = \|\beta_{ij}\|_{m \times n}$  для решения задачи подбора оборудования:

$$\beta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } d_j \text{ обрабатывается по } CT_i, \\ 0, & \text{в противном случае } (i = 1, j = 1, n). \end{cases}$$

Обозначим через  $C_{ij}$  стоимость обработки  $j$ -й детали на  $i$ -м станке. Введем веса  $P_i$  строк таблиц:

$$P_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} C_{ij}.$$

Пусть  $P_1, \dots, P_m$  – веса станков  $CT_1, CT_2, \dots, CT_m$ , соответственно. Ясно, что решение задачи о покрытии столбцов матрицы  $B$  строками дает возможность выбора наиболее рациональных станков из множества  $CT$ , с помощью которых можно организовать технологию обработки всех деталей  $D_i, i=1, n$ .



Пусть теперь  $P'_1, \dots, P'_l$  – веса маршрутов  $S_1, \dots, S_l$ , соответственно. Тогда задача поиска оптимального технологического маршрута состоит из решения задачи о минимальном покрытии столбцов матрицы  $A$  строками.

В параграфе 2.3 «Алгоритм построения оптимального цикла работы технологических модулей» решается задача построения оптимального цикла работы технологических модулей. Строятся модель и алгоритм решения задачи.

В параграфе 2.4 производится алгоритмизация проектирования встроенных систем логического управления технологическими модулями, реализованных на микропрограммных автоматах на базе ПЛМ и ПЗУ. Изменение номенклатуры современного производства и сложность технологии изготовления изделий ставят проблему управления каждым отдельным технологическим модулем и всем комплексом модулей в целом. При построении систем управления широко используется принцип универсальности применения. Такие универсальные системы управления принято называть программируемыми контроллерами (ПК) на базе ПЛМ и ПЗУ. Основным элемент–процессор ПК–выполняет логические функции, производит операции над входными сигналами и вырабатывает соответствующие выходные сигналы. В отличие от микро ЭВМ в процессоре ПК не используются микропроцессорные элементы, что связано с техническими требованиями по устойчивости к внешним воздействиям – вибрации, электрическим помехам, влажности, высоким температурам. Гибкость процессора ПК обеспечивается использованием для конкретных случаев отдельных фрагментов (ветвей или блоков) программы, а также наличием сменных модулей памяти для хранения программы.

В параграфе 2.5 даются процедуры расшифровки и нахождения м.в.н. дискретных монотонных функций, даются методы решения задач, использующих процедуры расшифровки и поиска м.в.н. дискретных монотонных функций, которые используются при проектировании и управлении СС в процессе оптимального синтеза управляющих систем и систем логического управления технологическими модулями.

Задача поиска максимального верхнего нуля монотонных булевых функций следующая. Если некоторая функция  $f \in M_n$  задана оператором  $A_f$ , то при минимальном числе обращений к оператору  $A_f$  требуется найти хотя бы один максимальный верхний нуль функции  $f(x_1, \dots, x_n)$ . Очевидно, что тождественной задачей является поиск минимальной нижней единицы функции  $f \in M_n$  при минимальном числе обращений к оператору  $A_f$ .

Пусть  $\{B\}$  – множество алгоритмов, находящих максимальный верхний нуль произвольной функции  $f \in M_n$  с помощью оператора  $A_f$ . Введем функцию  $\mu(B, f)$  – число обращений к оператору  $A_f$ , достаточное для нахождения максимального верхнего нуля функции  $f \in M_n$ .

Функция  $\mu(n) = \min \max \mu(B, f)$  называется функцией Шеннона.

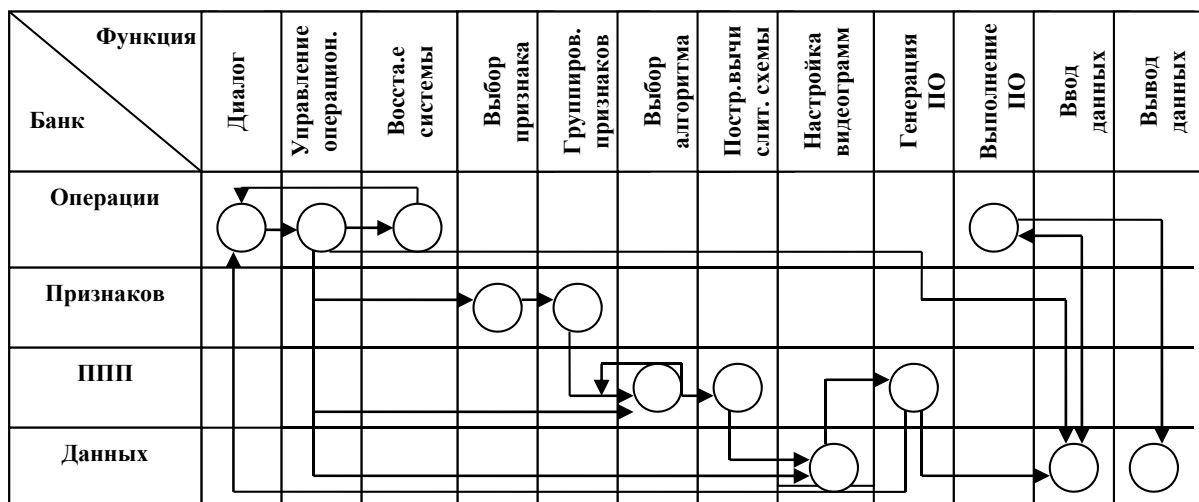
Известно, что многие экстремальные задачи сводятся к поиску максимального верхнего нуля булевой функции. В этом параграфе указанная

задача решена в шенноновской постановке. Приведена монотонная булева функция от  $n$  переменных, для которой невозможно решить эту задачу за число шагов, меньшее  $C_n^{\lfloor n/2 \rfloor} + 1$ . Построен алгоритм  $V_1$  который для произвольной монотонной булевой функции от  $n$  переменных позволяет находить ее максимальный верхний нуль за число шагов, не превосходящее  $C_n^{\lfloor n/2 \rfloor} + 1$ . Таким образом, для числа  $\mu(n)$  имеет место равенство

$$\mu(n) == C_n^{\lfloor n/2 \rfloor} + 1.$$

Третья глава диссертации «Принципы организации и реализация алгоритмической системы управления АТЛАС» посвящена описанию системы АТЛАС для решения задачи построения алгоритма управления СС на основе ТФ. Для построения системы АТЛАС используется алгоритмический метод формализации процесса моделирования и управления техническими системами.

В параграфе 3.1 АТЛАС строится как система, состоящая из четырех банков: банк ППП, банк данных, банк признаков и операционный банк. Схема функционирования алгоритмической системы представлена на рисунке.



**Схема функционирования алгоритмической системы**

Операционная часть каждого компонента определяет операции и правила выполнения их над информационной частью банка. Информационная часть банка в таком случае имеет сложную логическую структуру и соответствующих средств доступа к ней из операционной части банка.

В параграфе 3.2 описан банк операций, который в алгоритмической системе является ядром системы. Основными функциями его являются: ведение диалога с пользователем, управление операционными частями банков алгоритмической системы, инициализация системы (подготовка к работе) и восстановление системы после сбоев. Работа банка состоит из пяти

этапов: инициализация системы, выбор признаков, выбор моделей задач, настройка программного обеспечения и счет.

В банке признаков размещены признаки задач, позволяющие на основании допустимой для данной системы группы признаков определить необходимые модели и алгоритмы задачи и провести выбор соответствующих им программ. Структурно-информационная часть банка признаков представляет собой иерархическую систему, состоящую из пяти уровней.

В параграфе 3.3 указано, что модели задач и описание технологических процессов хранятся в банке модулей в виде таблиц функционирования. По результатам взаимодействия оперативного персонала СУ банком модулей системы в режиме диалога и по данным банка признаков создается и анализируется общая модель системы управления. При этом, прежде всего, определяются типы задач. Для алгоритмической системы АТЛАС выделяются три группы задач: 1) оперативного планирования, 2) контроля, 3) анализа и регулирования производственных ситуаций.

Для каждого типа задач по заданным признакам определяются и соответствующие им модели. Для первого типа по заданному характеру и типу производства определяются модели планирования и критерии оптимизации. По определенным в диалоге признакам анализируются и выбираются формы ввода-вывода для оперативного персонала, а также смежных и верхних уровней управления. Такой подход к настройке входных и выходных форм позволяет использовать единую базу данных для отображения непересекающихся комплектов реквизитов.

Согласно материалам параграфа 3.4, банк данных по своему составу представляет организационные списковые структуры данных, описание которых находится в банке признаков систем. Количество исходных данных заранее не определяется и зависит от области решаемых задач. По своему назначению банк данных предназначен для сглаживания временных резервов между отдельными решаемыми задачами, а также для централизованного хранения и обеспечения достоверности и надежности информации.

Четвертая глава посвящена описанию **«Опыта реализации алгоритмической системы АТЛАС и встроенных систем логического управления»**. Целью применения алгоритмической системы АТЛАС является построение алгоритма управления СС с дискретным характером функционирования на основе ТФ в процессе динамического изменения производственных ситуаций, ведение имитационной модели в реальном масштабе времени для анализа состояния технологического процесса.

В параграфах 4.1, 4.2 рассматривается АТЛАС для построения алгоритма управления СС. Таблицу функционирования ТП производства МПП можно представить в виде матриц  $D^+, D^-(D^+(D^-))$  – матрица выходных (входных) позиций переходов ТФ) следующим образом. Матрица  $D = \|a_{ij}\|$ . Матрицы  $D^+$  и  $D^-$  имеют размерности  $43 \times 120$ , где 43 – количество переходов,



внутренний таймер, отсчитывающий заданное время, прием сигналов обратной связи.

Параметры базовой схемы, реализованной на базовом ТЭЗ, следующие: число входных полюсов – 32, выходных – 32, элементов памяти – 8, функций возбуждения, значения которых формируются на выходах ПЛМ, – 4, число ПЛМ – 4, число ПЗУ – 3, кратность ПЛМ (общее количество ПЛМ в базовой схеме определяется перемножением числа ПЛМ на кратность ПЛМ) – 2. С помощью САПР «Синтез» на ЭВМ получается управляющая программа для настройки ПЛМ и ПЗУ базового ТЭЗ на программирующем оборудовании.

В параграфе 4.3 дается машинная реализация алгоритмов решения дискретных экстремальных задач на отыскание точного оптимума. Рассмотрим симметрическую булеву функцию  $f(x_1, \dots, x_n)$  от  $n$  переменных, областью определения которой являются наборы уровней  $U_p, \dots, U_{p+1}$  в  $E_n^2$ ,  $i, p \in \{0, 1, \dots, n\}$ . Сокращенная дизъюнктивных нормальных форм (д.н.ф.)  $D_c^f$  функции  $f(x_1, \dots, x_n)$  состоит из элементарной конъюнкции (э.к.), соответствующих максимальным интервалам в  $\bigcup_{j=0}^i U_p + j$ . Объектом исследования является д.н.ф.  $D_c$ , состоящая из э.к. сокращенной д.н.ф.  $D_c^f$  функции  $f$ , причем  $N_{f'} \subset N_f$ . Исследуются д.н.ф.  $D_c^f$  с количеством элементарной конъюнкции  $N \leq 2^m$  и  $m=5, 6$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного диссертационного исследования на тему «Методы и технологии создания алгоритмических и автоматных моделей логических систем управления на основе таблиц функционирования» сводятся к следующим выводам:

1. На основе анализа существующего положения в моделировании и управлении сложными системами по их характерным особенностям предложены ТФ–унифицированное стандартное описание сложных систем. Разработанное на основе ТФ описание позволяет формализованное представление моделей сложных систем, алгоритмов управления (управляющих агрегатов, мониторов, автоматов), процессов принятия решений и методов построения оптимизационных моделей с целью управления сложными системами.

2. На основе алгебры ТФ разработаны алгебраические модели управления сложными системами, исследования алгебраических методов путем изменения ТФ и синтеза комплекса РМ и управляющая система для производственных предприятий с дискретным характером производства на уровне цеха, участка и ТМ. Использование формальных методов математического моделирования при разработке новых программных средств позволило сократить объем затрат энергии и увеличить эффективность производства на 20% в ООО «Навои Амирбек Нур» за счет сокращения количества программируемых логических контроллеров без дополнительных затрат.

3. На основе ТФ разработан алгоритм решения отдельных классов дискретных и экстремальных задач для нахождения точного оптимума, который играет важную роль при управлении сложными системами и принятии решения по ним. Разработанное управление сложными системами на основе ТФ применялось в Центре информационной и общественной безопасности: использование ТФ при описании опасностей и устранения их позволило увеличить безопасность информации на 11%.

4. Разработана инструментальная алгоритмическая технологическая логическая агрегативная система «АТЛАС». Данная система использована в качестве средства разработки системы управления на основе алгебры над ТФ в производственных системах.

5. Разработан логический метод построения управляющих мониторов агрегативных систем на основе конечных автоматов, способов производства и систем встроенных программируемых логических интегральных схем. Управление сложными системами на основе ТФ, построение и ведение имитационной модели функционирования системы в реальном режиме времени позволили в Центральном научно-исследовательском лабораторий НГМК организовать оптимальные и устойчивые технологические режимы, увеличить надежность работы систем, уменьшить потребление энергетических и сырьевых ресурсов, улучшить условия работы персонала.

6. Разработана методика проектирования встроенных систем управления на матричных БИС. Применение ее позволяет разрабатывать и изготавливать системы логического управления технологическими модулями промышленным способом в короткие сроки.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
DSc.27.06.2017.T.07.01 AT TASHKENT UNIVERSITY OF  
INFORMATION TECHNOLOGIES**

---

**NAVOI STATE MINING INSTITUTE**

**KALANDAROV ILYOS IBODULLAYEVICH**

**METHODS AND TECHNOLOGIES FOR CREATING ALGORITHMIC  
AND AUTOMATIC MODELS OF LOGICAL CONTROL SYSTEMS ON  
THE BASIS OF OPERATION TABLES**

05.01.02 – Systemic analysis, management and information processing

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

**Tashkent – 2018**

**The theme of doctor of philosophy (PhD) of technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2017.3.PhD/T348.**

The dissertation has been prepared at Navoi state mining institutes.

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

**Scientific adviser:** **Kabulov Anvar Vasilovich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Official opponents:** **Safarov Tashpulat**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Nusratov Tulkin Saxibovich**  
Doctor of Technical Sciences, Professor

**Leading organization** **Tashkent State Technical University**

The defense at dissertation will take place on “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2018 at \_\_\_\_\_ the meeting of Scientific Council DSc.27.06.2017.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 could be reviewed at the Information Resourse Centre of Tashkent University of Information Technologies at (is registered under No.\_\_\_\_). (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel.: (+99871) 238-64-43, fax: (+99871) 238-65-52).

The abstract of dissertation is distributed on “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2018 y.  
(Protocol at the register No. \_\_\_\_ on “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2018 y.).

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

**F.M.Nuraliev**  
Scientific Secretary of the Scientific Council  
awarding scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Dotsent

**M.A.Rakhmatullayev**  
Chairman of the Scientific Seminar of the  
Scientific Council awarding scientific degrees,  
Doctor of Technical Sciences, Professor



## INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

**The aim of the research work** is to develop methods and technologies of creation of algorithmic automatic models of complex system controls at the level of aggregate systems and technological modules (TM) by methods of mathematical modeling in the language of functioning tables (FT) and their practical application in specific integrated systems.

**The object of the research work** is analyze and synthesize the of control, system to work out development of management information flows in the controlling system, technological modules and research orcas that have change in the risk exposures.

### **Scientific novelty of the research work:**

an algorithmic method of building a control model of the complex system based on a single scheme of representation of objects using FT;

control monitors of aggregate systems on the basis of finite state machines and optimal technology of creation of built-in systems of logical control on programmable logic integrated circuits were worked out;

algorithm for solving discrete extremely problems for finding the exact optimum, methods for decoding and searching for the upper level of monotone discrete functions was developed;

an instrumental algorithmic technological logic aggregate system (ATLAS) for the implementation of the proposed algorithmic and automatic models and methods in the construction of control systems was created.

**Implementation of the research results.** On the basis of algorithmic and automatic systems of logical control systems with the operation method, optimization models and scientific results software systems:

algorithmic methods for managing complex logical systems based on tables, functioning conclusions are obtained on the possibility of using software from the State Unitary Enterprise «UNICON.UZ» (conclusions from the SUE «UNICON.UZ» on September 27, 2018). «Algorithmic model of integrated security of information systems based on functioning tables», «Visual display of the ways and actions of information systems threats», «The program of information systems of the control unit (monitor) based on Boolean functions in the class of disjunctive normal forms». As a result, it gives the possibility to control the process of mixing and dosing of chemical reagents, mapping entry paths sources of treat to our protected information systems, construction of control monitors based on finite automation;

the developed algorithmic method of construction of the complex system control model on the basis of a single scheme of representation of objects with the help of FT is implemented in LLC «Navoi Amirbek Nur» (Certificate No.02-06-03/6502 as of may 23, 2018 of the Navoi Mining and Metallurgical Combine). The result of scientific research has shown that the energy consumption compared to the previous method has been increased 20% by reducing the number of programmed logic controls;

the algorithm for Discrete and Extreme Disaggregation problems were implemented in the information and public security Center to find the optimality of complex system management and decision making processes (Certificate No.02-06-03/6502 as of may 23, 2018 of the Navoi Mining and Metallurgical Combine). As a result of scientific research, the risk and its elimination have improved functionality and increased information security by up to 11%;

logical method of monitoring aggregative systems on the basis of finite state machines in the Central Scientific Laboratory of Navoi Mining and Metallurgical Combine, the process of standardization of mixing of chemistry reagents and concentrates were implemented (Certificate No.02-06-03/6502 as of may 23, 2018 of the Navoi Mining and Metallurgical Combine). As a result of scientific research optimization stables use of control system and automatic control system enables optimization of floconcentrate extraction has been solved, optimization stabilization of technological mood, improvement of reliability of the system and reduction of materials cost.

**Structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of an Introduction, four Chapters, Conclusion and bibliography. The volume of dissertation is 111 pages.

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

1. Кабулов А.В., Каландаров И.И. Алгоритмические модели проектирования встроенных систем информационной безопасности микропрограммными автоматами на матричных больших интегральных схемах // «Горный вестник Узбекистана», № 1 (64). 2016. С.104-108(05.00.00; №7).

2. Кабулов А.В., Норматов И.Х., Каландаров И.И. Алгоритмический подход управления сложными системами на примере производственных объектов // Доклады Академии наук Республики Узбекистан. 2017. №1, С.33-35(05.00.00; №9).

3. Каландаров И.И. Алгоритм выбора оптимального технологического маршрута и группового оборудования // «Информатика ва энергетика муаммолари».№6. 2016.С.14-19.(05.00.00; №5).

4. Каландаров И.И. Логические методы группирования деталей по конструктивно-технологическим признакам и операциям // «Информатика ва энергетика муаммолари». №1. 2017.С.33-39.(05.00.00; №5).

5. Кабулов А.В., Каландаров И.И. Алгоритмический метод управления производственными системами на основе таблиц функционирования // «Горный вестник Узбекистана». № 4. 2017.С.82-86(05.00.00; №7).

6. Kabulov A.V., Normatov I.X., Kalandarov I.I., Karimov A.A. Algorithmic Method of Organization of Specialized Workshops // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (India) № 4. 2018. P.5670-5675 (05.00.00; №8).

7. Кабулов А.В., Норматов И.Х., Каландаров И.И. Алгоритмическая модель управления на основе алгебры над таблицами функционирования. // «Проблемы вычислительной и прикладной математики». №2. 2016. С.19-23.

8. Кабулов А.В., Каландаров И.И. Задачи расшифровки и поиска максимального верхнего нуля монотонных функций алгебры логики. // «Вестник ТАТУ», №4. 2017. С.30-37.

9. Kabulov A.V, Normatov I.H., Kalandarov I.I. Algorithmic model of management on the basis of algebra over functioning tables (FT) // «Science and world» International scientific journal, № 1. 2015. Volgograd.P.10-13.

10. Kabulov A.V, Normatov I.H., Kalandarov I.I. Algorithmic method of the conversion functioning tables (FT) for control industrial systems. // «Science and world» International scientific journal. №8. 2015. Volgograd.P.14-17.

11. Кабулов А.В., Норматов И.Х., Каландаров И.И. Алгоритмизация управления сложными системами на основе таблиц функционирования // Центр разработки программных продуктов и аппаратно-программных комплексов при ТУИТ Республиканской научно-технической конференции. «Современное состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении». 7-8 сентябрь 2015. С.40-46.

12. Кабулов А.В., Норматов И.Х., Каландаров И.И. Ахборотни химоя қилиш тизимлари моделлари.// Центр разработки программных продуктов и аппаратно-программных комплексов при ТУИТ Республиканской научно-технической конференции. «Современное состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении».г. Ташкент 7-8 сентябрь 2015. С.390-396.

13. Kabulov A.V, Normatov I.H., Kalandarov I.I. Problems of algorithmization of management of difficult systems on the basis of algebra over functioning tables (FT). // «Science and Education»Materials Of the IX international Research and practice conference October 1st – 2nd, 2015 Munich, Germany 2015 P.148-151.

14. Кабулов А.В., Муминов М.У., Каландаров И.И. Опыт реализации встроенных систем логического управления. // VIII Международная научно-техническая конференция «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития» НГГИ Узбекистан, г. Навоий 19-21 ноября 2015. С.481.

15. Кабулов А.В., Каландаров И.И., Жабборов К.Г. Алгоритмическая модель управления технологическою агрегативной системой.//VIII Международная научно-техническая конференция «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития» НГГИ Узбекистан, г. Навоий 19-21 ноября 2015.С.466.

16. Кабулов А.В., Каландаров И.И., Ашуров Б.Б. Алгоритмические модели проектирования встроенных систем информационной безопасности микропрограммными автоматами на матричных БИС. //Республиканской научно-технической конференция «Проблемы информационных и телекоммуникационных технологий» ТУИТ Узбекистан, г. Ташкент 10-11 март 2016. С.83-85.

17. Кабулов А.В., Норматов И.Х., Каландаров И.И. Разработка принципов алгоритмизация в теория управляющих систем.// Международная научная конференция (CSII)«Инновация 2016» ТГТУ, г. Ташкент 2016.С.258-259.

18. Кабулов А.В., Норматов И.Х., Каландаров И.И. Разработка принципов алгоритмизации в теории управляющих систем. // Республиканской научно-технической конференция «Современное состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении» ЖПИ Узбекистан, г. Джизак 5-6сентябр 2016. С.411-413.

19. Кабулов А.В., Норматов И.Х., Каландаров И.И. Методика алгоритмизации проектирования встроенных систем управления на основе распределенных микропроцессорных систем на матричных БИС. // Республиканской научно-технической конференция «Современное состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении» ЖПИ Узбекистан, г. Джизак 5-6сентябр 2016. С.413-417.

20. Кабулов А.В., Норматов И.Х., Каландаров И.И., Болтаев Ш.Т. Алгоритмизация в оптимальном управлении больших систем. //

Международная научная конференция «Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий Аль-Хорезми 2016», 9-10 ноябрь 2016. г. Бухара. С.53-57.

21. Кабулов А.В., Норматов И.Х., Каландаров И.И., Болтаев Ш.Т. Алгоритмические модели управления сложными системами на основе алгебра над таблицами функционирования. // Международная научная конференция «Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий Аль-Хорезми 2016», 9-10 ноябрь 2016. г. Бухара. С.57-61.

22. Каландаров И.И., Болтаев Ш.Т., Муродов Г. Маълумот тизими хавфсизлиги автомат моделлари. // Международная научная конференция «Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий Аль-Хорезми 2016», 9-10 ноябрь 2016. г. Бухара. С.159-162.

23. Каландаров И.И. Алгоритмический метод управления сложными системами на примере производственных систем. // Международная научная конференция «Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий Аль-Хорезми 2016», 9-10 ноябрь 2016. г. Бухара. С.61-63.

24. Каландаров И.И. Алгоритмические автоматные модели исследования сложных систем. // Международная научная конференция «Актуальные проблемы прикладной математики и информационных технологий Аль-Хорезми 2016», 9-10 ноябрь 2016. г. Бухара. С.24.

25. Кабулов А.В., Каландаров И.И., Муродов Г. Микропроцессорная система логического управления. // IX республиканская научно-техническая конференция «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития» НГГИ, г. Навоий 15-16 ноября 2016. С.355.

26. Кабулов А.В., Каландаров И.И. Алгоритмические модели проектирования встроенных систем логического управления в информационные безопасности на базе программируемого микроконтроллера // IX республиканская научно-техническая конференция «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития» НГГИ, г. Навоий 15-16 ноября 2016. С.436.

27. Кабулов А.В., Норматов И.Х., Каландаров И.И. Алгоритмический модели управления сложными системами на основе таблиц функционирования. // Сборник статей победителей II международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации» 15-декабря 2016. г. Пенза. С.66-69.

28. Кабулов А.В., Каландаров И.И., Болтаев Ш.Т. Реализация системы защиты информации программируемыми контроллерами (ПК) на базе ПЛМ и ПЗУ. // IX Международная научно-техническая конференция «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса» 12-14 июня 2017. г. Навои. С.470.

29. Kabulov A.V, Normatov I.H., Kalandarov I.I. Algorithmic models of complex systems control on the basis of algebra over the operation tables. // Vol.4, №1.The 4th International conference on big data applications and services (BIGDAS 2017) proceeding August 15-18. 2017. Tashkent, Uzbekistan. National University of Uzbekistan and Korea Big Data Service Society P.318-323.

30. Kabulov A.V, Kalandarov I.I., Boltayev Sh.T. Experience in implementing embedded logic management systems. // Vol.4, №1.The 4th International conference on big data applications and services (BIGDAS 2017) proceeding August 15-18. 2017. Tashkent, Uzbekistan. National University of Uzbekistan and Korea Big Data Service Society P.298-299.

31. Кабулов А.В., Норматов И.Х., Каландаров И.И. Автоматизированная технологическая система управления. // Республиканской научно-технической конференция «Современное состояние и перспективы применения информационных технологий в управлении» ТУИТ Узбекистан, г. Ташкент 5-6сентябр 2017. С.27-30.

32. Kabulov A.V., Kalandarov I.I. Algorithmic models of designing built-in management systems of microprogrammeautomators on matrix BIS on the example of mehanography. // Proceedings of the international conference on integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects 26-27 October, 2017. Navoi. Uzbekistan, Volume II. P.59-62.

33. Кабулов А.В., Каландаров И.И., Болтаев Ш.Т., Сайманов И. Задача синтеза управляющего агрегата для реализации алгоритмов информационной безопасности и криптографии. //«Приоритетные направления развития науки и образования» сб.ст Международной научно-практической конференции, 10.02.2018. г. Пенза С.75-80.

34. Кабулов А.В., Каландаров И.И. Описание архитектуры алгоритмической системы АТЛАС. // XVI Уральская горнопромышленная декада VII Международная научно-техническая конференция «Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений» Екатеринбург. 2018.С.470-475.

35. Кабулов А.В., Варисов А.А., Каландаров И.И., Болтаев Ш.Т., Хабибуллаев М.Х. Алгоритмическая модель комплексного обеспечения безопасности информационных систем на основе таблиц функционирования. // Программа для ЭВМ. №ЕС-01-001295 European depository international online copyright office INTEROCO August 30.2017.

36. Кабулов А.В., Варисов А.А., Каландаров И.И., Болтаев Ш.Т., Хабибуллаев М.Х. Визуальной отображения путей и действий угрозы к информационным системам. Система комплексной защиты информационных систем. // Программа для ЭВМ. №3137 Asian Intelektual Property 30.08.2017.

37. Кабулов А.В., Норматов И.Х., Каландаров И.И., Болтаев Ш.Т., Юлдашов В.А. Программа синтеза управляющего агрегата (монитора) на основе булевых функций в классе дизъюнктивных нормальных форм. // Программа для ЭВМ. №3208 Asian Intelektual Property 28.12.2017.

Автореферат «Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари» илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журналитаҳририятидатаҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнларини мослиги текширилди.

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитура рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табоғи: 3. Адади 100. Буюртма №18.

«Тошкент кимё-технология институти» босмаҳонасида чоп этилди.  
100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 32-уй.