

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

---

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**АЪЗАМОВ ТЕМУР НАЗРУЛЛАЕВИЧ**

**ДИСКРЕТ ЎЗГАРУВЧАН КИРУВЧИ ПАРАМЕТРЛИ ОБЪЕКТЛАРНИ**  
**ВАЗИЯТЛИ БОШҚАРИШ АЛГОРИТМЛАРИ**

05.01.02 – Тизимли таҳлил, бошқарув ва ахборотларини қайта ишлаш

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

Тошкент – 2020

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

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

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

**Аъзамов Темур Назруллаевич**

Дискрет ўзгарувчан кировчи параметрли объектларни вазиятли  
бошқариш алгоритмлари ..... 3

**Аъзамов Темур Назруллаевич**

Алгоритмы ситуационного управления объектами с дискретно  
переменными входными параметрами..... 23

**Azamov Temur Nazrullayvich**

Algorithms for situational control of objects with discretely variable input  
parameters..... 43

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works ..... 47

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

---

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ УНИВЕРСИТЕТИ**

**АЪЗАМОВ ТЕМУР НАЗРУЛЛАЕВИЧ**

**ДИСКРЕТ ЎЗГАРУВЧАН КИРУВЧИ ПАРАМЕТРЛИ ОБЪЕКТЛАРНИ**  
**ВАЗИЯТЛИ БОШҚАРИШ АЛГОРИТМЛАРИ**

05.01.02 – Тизимли таҳлил, бошқарув ва ахборотларини қайта ишлаш

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

**Тошкент – 2020**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.4.PhD/Т442 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент ахборот технологиялари университетида бажарилган.

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

**Илмий раҳбар:** Якубов Мақсадхон Сулганиязович  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:** Саидов Абдусобиържон Абдурахмошович  
техника фанлари доктори

Тухтаназаров Дилмурод  
PhD

**Етакчи ташкилот:** Тошкент давлат техника университети

Диссертация химояси Тошкент ахборот технологиялари университети ҳузуридаги DSc.13/30.12.2019.Т.07.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2020й. «26» ноябр да соат 14<sup>00</sup> 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-уй. Тел.:(99871)238-65-44.

Диссертация автореферати 2020 йил «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ куни тарқатилди.  
(2020 йил «22» октябрь даги 20 рақамли реестр баённомаси)



*Handwritten signature of R. X. Hamdamov*

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

*Handwritten signature of F. M. Nuralliev*

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

*Handwritten signature of A. V. Kobulov*

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

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда ахборот технологиялари асосида ўзгарувчан параметрли объектларда ҳам ашёлар шакли ва хусусиятлари бўйича бир биридан фарқ қилувчи керамик маҳсулотлар ишлаб чиқиш тизимларини яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Инфратузилмаларнинг изчил такомиллашгаётган даврида дискрет ўзгарувчан параметрли объектларда керамик маҳсулотларни ишлаб чиқариш иқтисодий динамика ривожланишининг муҳим соҳаларидан бири ҳисобланади. Бу борада туннелли ёки барабанли печларда қоришмаларни куйдириш ва қуришиш технологик жараёнларини автоматлаштириш, оптимал ҳарорат режимини аниқлаш усуллари ва печда вагонлар ҳаракатларини бошқариш тизимларини такомиллаштиришга бўлган эҳтиёж ва талаб ортиб бормоқда. «ONS Қурилиш материаллари ассоциацияси маълумотларига кўра 2012 йилдан буён жаҳон бозорида қурилиш материалларига бўлган талаб ўсиб келмоқда. Хусусан 2014 йилда 2012 йилга нисбатан 10.4%, 2015 йилда 14.8%, 2016 йилда 18.7%, 2017 йилда 23.8%, 2018 йилда 23.9% ўсиш суръати кузатилган»<sup>1</sup>. Бу йўналишда Хитой, Польша, Озарбайжон, Қозоғистон, Россия Федерацияси ва бошқа давлатларда туннелли печда керамик қурилиш материалларини ишлаб чиқариш жараёнларини бошқариш усулларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Жаҳонда ресурстежамкор керамик маҳсулотлар ишлаб чиқариш, дискрет ўзгарувчан қирувчи параметрли объектларда (ДЎКПО) ҳам ашёнинг физик ва кимёвий таркибига мос технологик режими ва печ ҳароратини аниқлаш, ДЎКПО куйдириш ва қуришиш жараёнларини математик модели ва бошқариш алгоритминини ишлаб чиқиш, технологик жараёнларни автоматлаштиришга йўналтирилган илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада дискрет ўзгарувчан қирувчи параметрли объектларда керамик маҳсулотлар ишлаб чиқиш жараёнларнинг ўзига хос хусусиятлари, талаблари, тамойиллари ва мезонларига асосланиб қоришмани куйдириш ва қуришиш жараёнларида печ ҳароратини аниқлаш усулларини ишлаб чиқиш, маҳсулот турига қараб печларнинг ДЎКПО технологик жараёнлари ҳарорати ва вагонлар ҳаракати тезлигини бошқариш усулини ишлаб чиқишни илмий асослаш зарур бўлмоқда.

Республикамизда турли мақсадларга мўлжалланган турли таркибли ва шакллардаги керамик маҳсулотларни ишлаб чиқиш технологик жараёнларини модернизациялаш, печларда вагонлар ҳаракати тезлиги, печлар ҳароратини аниқлаш, қоришмаларни куйдириш ва қуришиш жараёнларини бошқариш усулларини ишлаб чиқиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикасининг 2017-2021 йилларда янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... саноатни юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий ҳам-

<sup>1</sup>[www.constructionproducts.org.uk](http://www.constructionproducts.org.uk) ONS, Construction Products Association

ашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори кўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш бўйича жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали янада модернизация ва диверсификация қилиш»<sup>2</sup> вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга оширишда, жумладан, дискрет ўзгарувчан параметрли объектларда керамик қурилиш материалларини ишлаб чиқиш жараёнларини автоматлаштирилган тузилмаси, ДЎКПО қоришмани куйдириш ва қуриштириш жараёнлари моделларини, вагонлар ҳаракати даврида печ ҳароратини аниқлаш усулларини ишлаб чиқиш, жараёнларни бошқариш алгоритм ва усулларини такомиллаштиришга мўлжалланган ихтисослашган математик таъминот ва дастурлар мажмуасини яратиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 20 февралдаги ПҚ-4198-сон «Қурилиш материаллари саноатини тубдан такомиллаштириш ва комплекс ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сон «Қурилиш материаллари саноатини жадал ривожлантиришга оид кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида»ги Қарорларида ҳамда мазкур фаолиятга тегишли барча меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти маълум 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.** Дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли объектларда керамик қурилиш материалларини ишлаб чиқариш жараёнларини моделлаштириш ва вазиятли бошқариш алгоритмлари ва усулларини тадқиқ этишга доир бир қатор илмий ва амалий натижалар олинган. Жумладан хорижий олимлардан А. Шепард, Д.Э. Арнолд, О.Рйэ, Л.А. Растринг, В.М.Массон, И.С.Жущиховской, С.В.Иванов, В.Ф.Генинг, А.А.Бобринский, Д.В.Деопик, А.В.Смирнов, М.С.Белопольский, Т.З.Лыгина, И.И.Архипов, Б.Л.Залищак, И.С.Каменецкий, Д.В.Абдрахимов, П.Райе, И.А.Альперович, Д.П.Айрапетов, П.И.Боженев, В.П.Гинзбург, Р.К.Садыков, А.В.Корнилов ва бошқаларнинг ишларида кўриб чиқилган.

Ўзбекистонда керамик қурилиш материаллари ишлаб чиқариш корхоналари фаолиятини ташкил этиш масалалари бўйича К.А.Ахмедов, Н.Ўразов, И.Б.Табакман, М.А.Исмоилов, Т.С.Нусратов, Б.М.Турсунов, Р.Садуллаев, А.Кабилджанов, Н.Раджабов ва бошқа олимлар ишлаб чиқиш жараёнларини моделлаштириш, оптималлаштириш ва автоматлаштирилган бошқарув тизимини такомиллаштириш усул ва алгоритмларини ишлаб чиқишга муносиб ҳисса қўшганлар.

---

<sup>2</sup>Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги фармони

Шу билан бирга, ҳозирги кунда ахборот коммуникация технологиялари ёрдамида керамик қурилиш материалларини ишлаб чиқариш жараёни моделлари ва вазиятли бошқарув алгоритми ва тизимини ишлаб чиқиш, ҳам ашёнинг физик ва кимёвий ўзгаришлари, печ ҳароратининг турли таркибли ва шаклли тайёр керамик маҳсулотлари сифат кўрсаткичига таъсири масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент ахборот технологиялари университетининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг А5-025 – «Иқтисодий-технологик модернизация қилишда интернет маркетинг тадқиқоти логистик бошқарув тизимининг тадқиқи» (2015-2017), И-2015-4-8–«Ахборот коммуникацион технологиялари тизимида юқори технологик виртуал ОС GNU операцион тизимини жорий этиш» (2015-2017), ҳамда И-2017-4-4–«Ахборот тизимларида маълумотларга интеллектуал ишлов бериш ва ишлаш моделларини яратиш ва жорий этиш» (2017-2018) мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** Дискрет ўзгарувчан қирувчи параметрли объектларни вазиятли бошқариш алгоритмлари ва дастурий мажмуасини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

дискрет ўзгарувчан қирувчи параметрли объектларнинг ўзига хос хусусиятлари, ишлов берилаётган ҳам ашёнинг таркибий ўзгаришларини турлилигини инобатга олган ҳолда вазиятли бошқариш усуллари ва алгоритмларини такомиллаштиришнинг ёндошувларини шакллантириш;

дискрет ўзгарувчан қирувчи параметрли объектларнинг технологик хусусиятлари, физик ва кимёвий ўзгаришлари, информатив параметрларни саралаш асосида вазиятли бошқарув тизимини модел ва алгоритмларини ишлаб чиқиш;

дискрет ўзгарувчан қирувчи параметрли керамик қурилиш материалларини қуйдириш ва қуриштириш кўрсаткичлари мезонларини шакллантириш, маҳсулот сифат кўрсаткичларини белгиловчи факторларни таснифлаш асосида объектларнинг вазиятли бошқариш алгоритми ва моделини ишлаб чиқиш;

дискрет ўзгарувчан қирувчи параметрли объектларда керамик материалларини қуйдириш ва қуриштириш жараёнларини оптималлаштириш мезонларига мос бошқарув ва печнинг ҳарорат режимини ҳисоблаш алгоритмларини ишлаб чиқиш;

тунелли печда ғишт маҳсулотларини қуйдириш ва қуриштириш жараёнларини вазиятли бошқариш ва башоратлаш моделлари, дастурий мажмуаси асосида ўзгарувчан қирувчи параметрлар хусусиятларига мувофиқ вазиятли бошқариш тизимини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида дискрет ўзгарувчан қирувчи параметрли объектларда вазиятли бошқариш тизими олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** сифатида дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли объектларда вазиятли бошқарув тизимини яратиш усул, модел, алгоритм ва дастурий мажмуаси олинган.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида оптималлаштириш, башоратлаш ва факторли таҳлил усуллари, ахборот ва математик моделлаштириш, маълумотларга ишлов бериш усуллари, технологик жараёнлар ва классификациялаш усуллари, математик статистика, қарор қабул қилиш ва бошқарув усулларида фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли объектларнинг ўзига хос хусусиятлари, ишлов берилаётган хом ашёнинг таркибий ўзгаришларини турлилигини инобатга олган ҳолда вазиятли бошқариш усуллари ва алгоритмларини такомиллаштиришнинг ёндошувлари шакллантирилган;

дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли объектларнинг технологик хусусиятлари, физик ва кимёвий ўзгаришлари, информатив параметрларни саралаш асосида вазиятли бошқарув тизимини модел ва алгоритмлари ишлаб чиқилган;

дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли керамик қурилиш материалларини куйдириш ва қуришиш кўрсаткичлари мезонларини шакллантириш, маҳсулот сифат кўрсаткичларини белгиловчи факторларни таснифлаш асосида объектларнинг вазиятли бошқариш алгоритми ва модели ишлаб чиқилган;

дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли объектларда керамик материалларини куйдириш ва қуришиш жараёнларини оптималлаштириш мезонларига мос бошқарув ва печнинг ҳарорат режимини ҳисоблаш алгоритмлари ишлаб чиқилган;

тунелли печда ғишт маҳсулотларини куйдириш ва қуришиш жараёнларини вазиятли бошқариш ва башоратлаш моделлари, дастурий мажмуаси асосида ўзгарувчан кирувчи параметрлар хусусиятларига мувофиқ вазиятли бошқариш тизими ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли объектларни вазиятли бошқарув тизимини такомиллаштиришнинг асосий омиллари асосида бошқариш модел ва алгоритмлари ишлаб чиқилган;

тунелли печда куйдирилаётган маҳсулотларнинг хусусиятлари ва нуқсонларини башорат қилиш ва олинган натижаларни технологик жараёнлар параметрларини, авария ҳолатларда иқтисодий зарар кўриш ва жараённи нооптимал юритилаётганини ўз вақтида бартараф этиш тизими яратилган;

керамик маҳсулотларни куйдириш жараёни экспериментал тадқиқоти натижасида қилинган ғишт ҳоссаларини тақсимлаш хусусиятлари аниқланган, уларнинг статистик таҳлилидан кейин маҳсулотларнинг ҳоссаларини моделлаштириш учун қисқартмалар шакллантирилган, ҳамда назорат қилинувчи технологик ўзгарувчиларнинг статистик таҳлилинини ўтказиш,



математик моделларга киритиш учун омиллар аниқланган;

дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли объектларда маҳсулотларнинг ҳусусиятларини башорат қилиш учун қолипда мустаҳкамликнинг энг кичик қиймати ва намлик ютишнинг ўртача қиймати моделлари олинган ва моделлар яроқсиз маҳсулотларни пайдо бўлишини башоратлашда қўлланилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги услубий жиҳатдан асосланган амалий ҳисоб-китоблар, кўп поғонали таҳлилий тизимларни қуришнинг назарий асосланган концепцияларининг қўлланилиши, автоматик таҳлил назариясининг синалган усуллари ва алгоритмларнинг ишлатилиши, назарий ва амалий тадқиқотларнинг олинган натижалари ва уларнинг ўзаро мувофиқлаштирилганлиги ҳисоблаш экспериментлари натижаларини умумқабул қилинган мезонлар асосида айнан берилганлар билан қиёсий таҳлили билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли объектларда керамик қурилиш материалларини ишлаб чиқариш жараёнларининг башоратлаш моделларини ишлаб чиқиш, ҳамда керамик маҳсулотларни куйдириш ва қуришиш жараёнларида печнинг ҳарорат режимини мувофиқлаштириш усуллари ва вазиятли бошқариш алгоритмларини ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти вазиятли бошқарув масаласининг шакллантирилиши, оптималлик мезонини танланиши, куйдириш майдонида ҳарорат чекловлари, печ вагонларини ҳаракатланиш тезлиги, шунингдек, маҳсулот қолипида мустаҳкамликнинг энг кичик қиймати ва намлик ютишнинг ўртача қийматининг шакллантирилиши, маҳсулот қолипи бўйича мустаҳкамликни тақсимлаш моделидан фойдаланиш, ҳарорат майдони ва маҳсулот ҳоссасини мувофиқлаштириш билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларини жорий қилиниши.** Дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли объектларда керамик қурилиш материалларини куйдириш ва қуришиш жараёнларини оптималлаштириш ва печнинг ҳарорат режимини бошқариш мақсадида яратилган усул, математик модел, дастурий мажмуа ва алгоритмлари бўйича олинган илмий натижалар асосида:

дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли объектларда керамик қурилиш материалларини куйдириш ва қуришиш жараёнларини моделлари ва вазиятли бошқариш усуллари ва маълумотлар базасини мувофиқлаштиришнинг дастурий воситаси Фарғона вилояти «Шурсув ғишт заводи» МЧЖга жорий этилган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 3 декабрдаги 33-8/8553-сон маълумотномаси). Натижада керамик маҳсулотларини ишлаб чиқиш жараёнида етказилиши мумкин бўлган эҳтимолий техник ва иқтисодий зарар миқдорини 1.18 баробарга камайтиришига эришилди;

турли физик ва кимёвий хусусиятларга ва шаклларга эга бўлган керамик қурилиш материалларини ишлаб чиқариш жараёнларини башоратлаш моделлари ва вазиятли бошқариш усуллари Самарқанд вилояти «Сифат Ғишт Қурилиш» МЧЖга жорий этилган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 3 декабрдаги 33-8/8553-сон маълумотномаси). Натижада турли таркибли керамик қурилиш материалларини туннелли печларда куйдириш ва қуриштириш жараёнларида вагонларнинг ҳаракат тезлиги ва печ ҳарорати режимини мувофиқлаштириш, ёқилғи сарф харажати тежаш корхонанинг йиллик соф фойда миқдорини 1,18 баробарга ошириш имконини берди;

керамик қурилиш материалларини куйдириш ва қуриштириш жараёнларини бошқариш алгоритм ва усуллари, печнинг тузилмавий хусусиятларига мувофиқ иссиқлик узатиш коэффициентлари ҳарорат режимини ҳисоблашнинг дастурий воситаси Самарқанд вилояти «Азиза Кредо Макс» МЧЖга жорий этилган (Ахборот технологиялари ва коммуникацияларини ривожлантириш вазирлигининг 2019 йил 3 декабрдаги 33-8/8553-сон маълумотномаси). Натижада керамик маҳсулотларни куйдириш ва қуриштириш жараёнлари, ахборот ресурслари оқими ва бошқарув тизими фаолиятини мувофиқлаштириш техник ва иқтисодий зарар миқдорини 1,21 баробарга камайтириш имконини берди.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 8 та, жумладан 4 та халқаро ва 4 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 33 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 4 таси хорижий илмий журналларида, бундан 2 таси Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертацияларини асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этган илмий нашрларда ва 19 та республика илмий журналларда, бундан 18 таси Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертацияларини асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этган илмий нашрларда илмий мақолалар чоп этилди ҳамда 2 та ЭҲМ учун яратилган дастурий воситаларни қайд қилиш гувоҳномалари олинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурлик даражаси асослаб берилган, мақсад ва вазифалар шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предмети аниқланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларининг устувор йўналишларига мослиги белгиланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари кўрсатиб ўтилган, олинган натижаларнинг ҳаққонийлиги асослаб берилган, олинган натижалар-

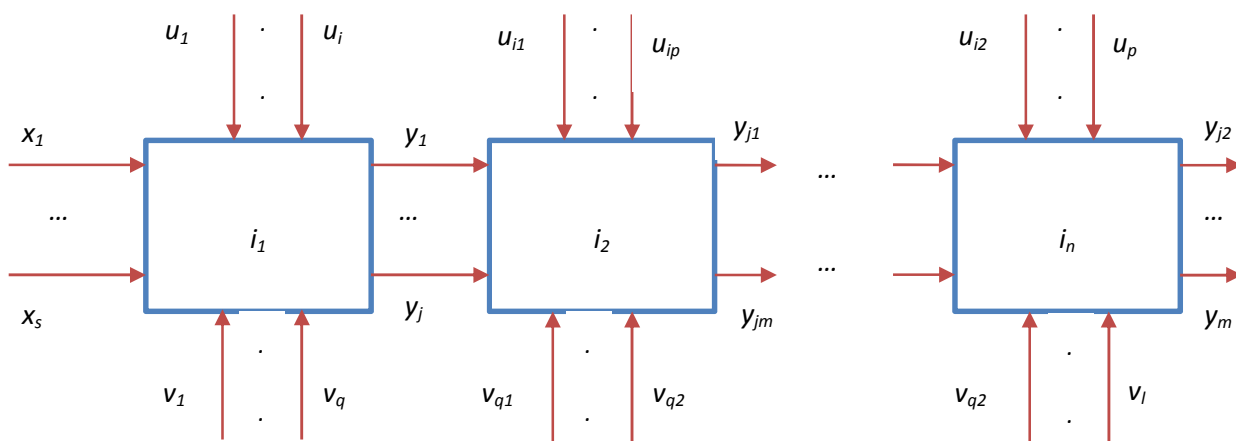
нинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг амалиётга татбиқ этилиши рўйхати, ишни синаш натижалари, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилмаси тўғрисидаги маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «Дискрет ўзгарувчан кировчи параметрли объектларни бошқаришнинг замонавий ҳолати» деб номланган биринчи бобида дискрет ўзгарувчан кировчи параметрли объектларда керамик материаллар ишлаб чиқариш жараёнларини бошқариш тизимининг ҳозирги ҳолати таҳлили, ишлаб чиқаришнинг технологик хусусиятлари, ишлаб чиқариш жараёнларини бошқариш тизимини такомиллаштириш усуллари ва стратегиясини белгилашга бағишланган.

Замонавий ишлаб чиқариш дискрет ўзгарувчан кировчи параметрли объектларнинг жараёнлари 1-рasm кўринишида ифодаланади. Объектнинг кириш қисми ўзгарувчи вектор параметрлари  $X(t)$  ташкил этувчилари  $X_1(t), X_2(t), \dots, X_n(t)$  маълум бир тўпламга  $X, x(t) \in X$  тегишли.

Бошқарувчи параметрлар  $U(t)$  ташкил этувчилари  $U_1(t), U_2(t), \dots, U_l(t)$  орқали белгиланиб тизим ҳаракатини бошқариш учун фойдаланилади. Улар таркибига ҳом ашё сарфи, майдаланганлик даражаси, зичлиги, намлиги, қовушқоқлиги, ҳарорати, энергия сарфи каби параметрлар киради.

Тасодифий параметрлар  $V(t)$  ҳом ашё хоссалари, ҳом ашё таркибидаги металллар ва минераллар, ёпишқоқлик хусусиятлари (заррача шакли ва ўлчами), гранулаларнинг йириклиги, эзилиши, моддий оқимнинг ҳажми ва зичлиги, ҳом-ашё таркиби, бошқарувчи параметрларнинг сифати, турғунлиги ва ҳарорати ҳисобланади. Бу параметрлар ўрнатилган технологик режимни ўзгаришига олиб келади.



1. расм. Мураккаб ДЎКПО жараёнининг блок схемаси

бу ерда  $x_1(t), \dots, x_s(t)$  – компонентлар,  $s$ -ўлчамли вектор  $x(t) = (x_1(t), \dots, x_s(t))$  кировчи параметрлар;  $u_1(t), u_2(t), \dots, u_p(t)$  бошқарув компонентлари  $p$ -ўлчамли вектор  $u(t) = (u_1(t), \dots, u_p(t))$  бошқарувчи таъсирлар;  $y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t)$  –  $m$  - ўлчамли векторнинг чиқувчи компонентлари,  $y(t) = (y_1(t), \dots, y_m(t))$  бошқариш координат;  $v_1(t), v_2(t), \dots, v_l(t)$  -  $l$  - ўлчамли векторнинг салбий таъсир компонентлари  $v(t) = (v_1(t), \dots, v_l(t))$  ташқи таъсирлар.

Тизимнинг ҳолатини ифодаловчи вектор параметрлар  $y(t)$  қуйидаги кўринишда ифодаланади  $y(t)=y_1(t),y_2(t),\dots,y_m(t)$ . Бу кўрсаткичларга олинган маҳсулот ёки ярим тайёр маҳсулот кимёвий таркиби, ўлчами, миқдори, нархи ва ҳ.зо киради. Бу ерда  $t$  (дискрет ёки узлуксиз вақтни ифодалайди) маълум бир  $T$  тўпламдаги вақт.

Реал шароитларда катта миқдордаги турли тасодифий таъсирлар туфайли оператор-технолог объект бошқарувини белгиланган даражада ушлаб туриши мушкул ҳисобланади. Шунинг учун амалда оператор-технолог альтернатив ечимлар вариантдан фойдаланади, энг яхши вариантини танлаш интуитив ҳолатда амалга оширилади. Бу ўз навбатида оптимал вариантдан йўқотишга олиб келади.

ДЎКПОни бошқарув тизимини ишлаб чиқиш кўзланган маҳсулотни олиш учун локал участкаларни танлаш, моделлаштириш масаласини тадқиқ этиш, вазиятли бошқарув алгоритми ва тизимини ишлаб чиқишни тақозо этади. Бу ўз навбатида ишлаб чиқариш самарадорлиги ва ишончилигини ошириш, маҳсулот сифатини ошириш, корхона қувватидан самарали фойдаланиш, бошқарув восита ва усуллариини такомиллаштиришни талаб этади.

ДЎКПОларни бошқарув тизимининг умумий алгоритмик схемаси 2-расмда келтирилган. Бошқарилувчи объектда кечаётган жараён ҳақидаги жорий маълумотларни йиғишдан бошлаб бошқарув объектига таъсир кўрсатишигача бўладиган ҳаракатларни бажарувчи бошқарув тизимига тушади.

Объектдан тушадиган маълумот тизим фаолияти мақсадини инобатга олган ҳолда бошқарув тизимига қўйилган талаб билан солиштирилади. Солиштирув натижалари таҳлил қилинади шундан сўнг қарор қабул қилинади. Таъкидлаш жоизки, маълумотларни йиғиш ва уларга ишлов беришда бошқарув тизимининг элементи сифатида инсон муҳим рол ўйнайди. Масалан, у визуал жараённи кузатиши ва объектга таъсир кўрсатишни шакллантириш ва қарор қабул қилиши мумкин.

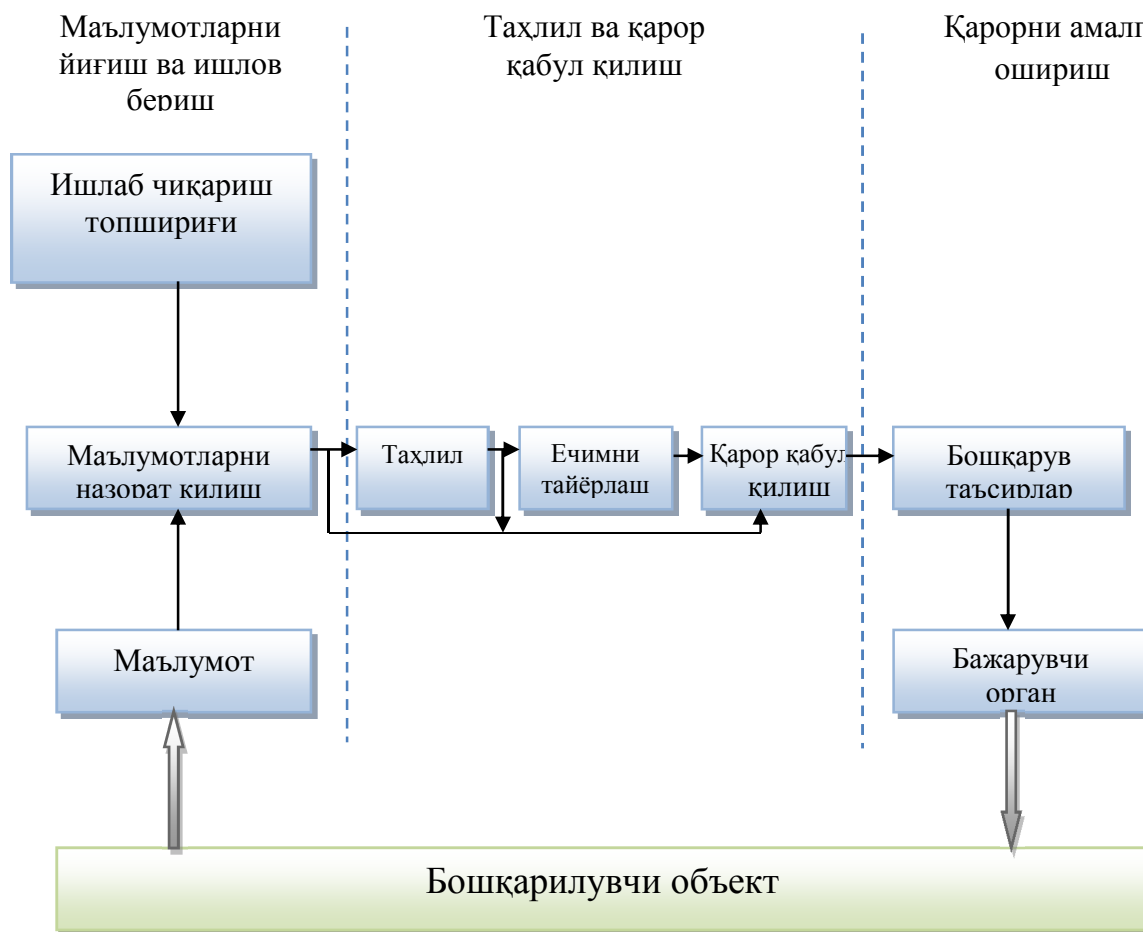
Бошқарув қарорини қабул қилиш одатда объектнинг жорий ҳолатини баҳолаш ва бошқарув таъсирларини ёки бошқарув бўйича талаб этилган ҳолатга олиб келувчи босқичлар кетма-кетлигини танлаш билан боғлиқ. Бунда асосий эътибор турли альтернатив вариантларни таққослаш ва баҳолаш имконини берувчи математик моделларни яратиш ва рационал мезонларни танлаш билан боғлиқ бошқарув ечимларини қабул қилиш усуллариини ишлаб чиқишга қаратилади.

Бошқарув тизимини яратишга бўладиган сарф харажат мезонлардан бири ҳисобланади, мақсадга эришишда тизимли ёндошув тамойилларини қўллаган ҳолда ушбу кўрсаткични минималлаштиришга ҳаракат қилинади.

Иккинчи зарур бўлган мезон бу яратишнинг даври. Бу мезонни минималлаштириш бошқарув тизимини яратиш технологиясини оптималлаштиришнинг зарурий шarti ҳисобланади. Сарф харажатларни камайтириш мумкин лекин айрим ишларни бажариш вақти узаяди, корхона зарар кўради.

Учинчи асосий мезон юқоридаги икки мезонга боғлиқ бўлган ҳар бир босқичда қарор қабул қилиш имкониятини яратиш услубини танлаш ҳисоб-

ланади. Бошқарув тизимини яратишда қулай жараёнларни танлаш учун ушбу мезонни минималлаштириш жуда зарур. Агар услубият нотўғри танланган бўлса, сарф харажатларни ва вақтни минималлаштириш мумкин бўлмайди.



2-расм. ДЎКПО бошқариш схемаси

Натижада рационал бўлмаган ечимларни қабул қилиш эҳтимоли юқори бўлганлиги туфайли умумий мақсадга эришиб бўлмайди.

Диссертациянинг иккинчи «Дискрет ўзгаурвчан кирувчи параметрли объектларни бошқаришни ташкил этиш» номли бобида ишлаб чиқариш жараёнларини бошқариш тизими тамойиллари шакллантирилган, керамик маҳсулотлар характеристикалари ва хоссаларини тарқалиш характери аниқланган, технологик жараёнлар параметрлари классификацияланган.

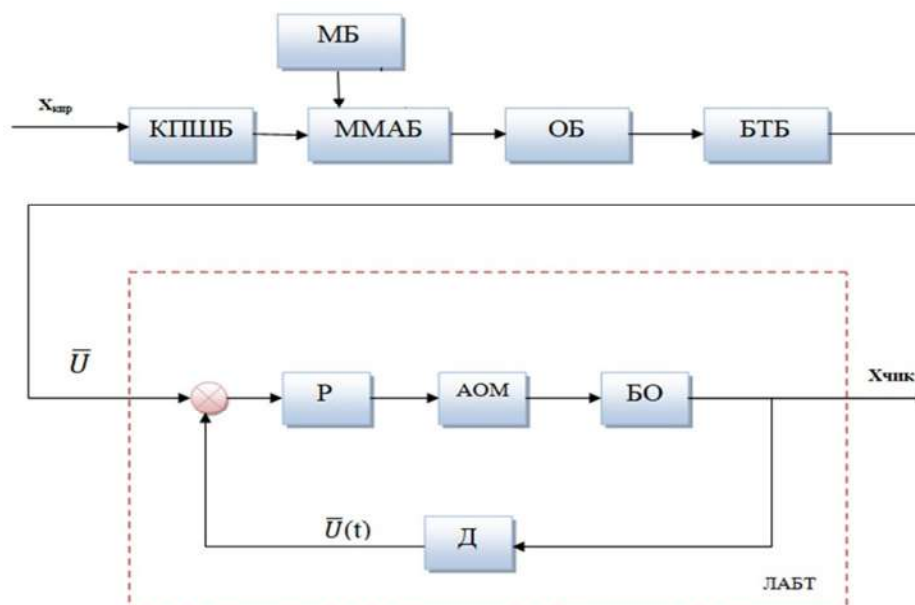
Декомпозиция усули майдон бўйича автономик технологик жараёнларни локал бошқарув масаласи кўринишида ифодалаш имконини беради. Бажариладиган операциялар бўйича эквивалентлик технологик агрегатларнинг, шунингдек босқич бошқарув тизими математик ва дастурий таъминотини турлилигини камайтиради. Дискрет ўзгаурвчан кирувчи параметрли объектларни бошқарув жараёнларининг тузилмавий схемаси 3-расмда келтирилган.

ДЎКПО бошқарув жараёнлари қуйидаги 3-расмда келтирилган кетма-кетлик асосида амалга ошади.

Зарур бўлган ҳолларда оптимизация блокада (ОБ) оптимал бошқарув параметри вектор қийматини  $\bar{U}_{\text{опт}} = (U_{1\text{опт}}, U_{2\text{опт}}, \dots, U_{n\text{опт}})$  аниқлаш учун қуйидаги оптимизация масаласи ечилади

$$Q(U) \rightarrow \min_{U \in \Omega}$$

$$\Omega = \left\{ R^n \left| \begin{array}{l} x_{i\text{min}} \leq x_i \leq x_{i\text{max}}, i = \overline{1, n}; \\ U_{j\text{min}} \leq U_j \leq U_{j\text{max}}, j = \overline{1, m}; \varphi \leq \varphi_{\text{бер}} \end{array} \right. \right\}.$$



3-расм. ДЎКПО вазиятли бошқарув жараёнларининг тузилмавий схемаси.

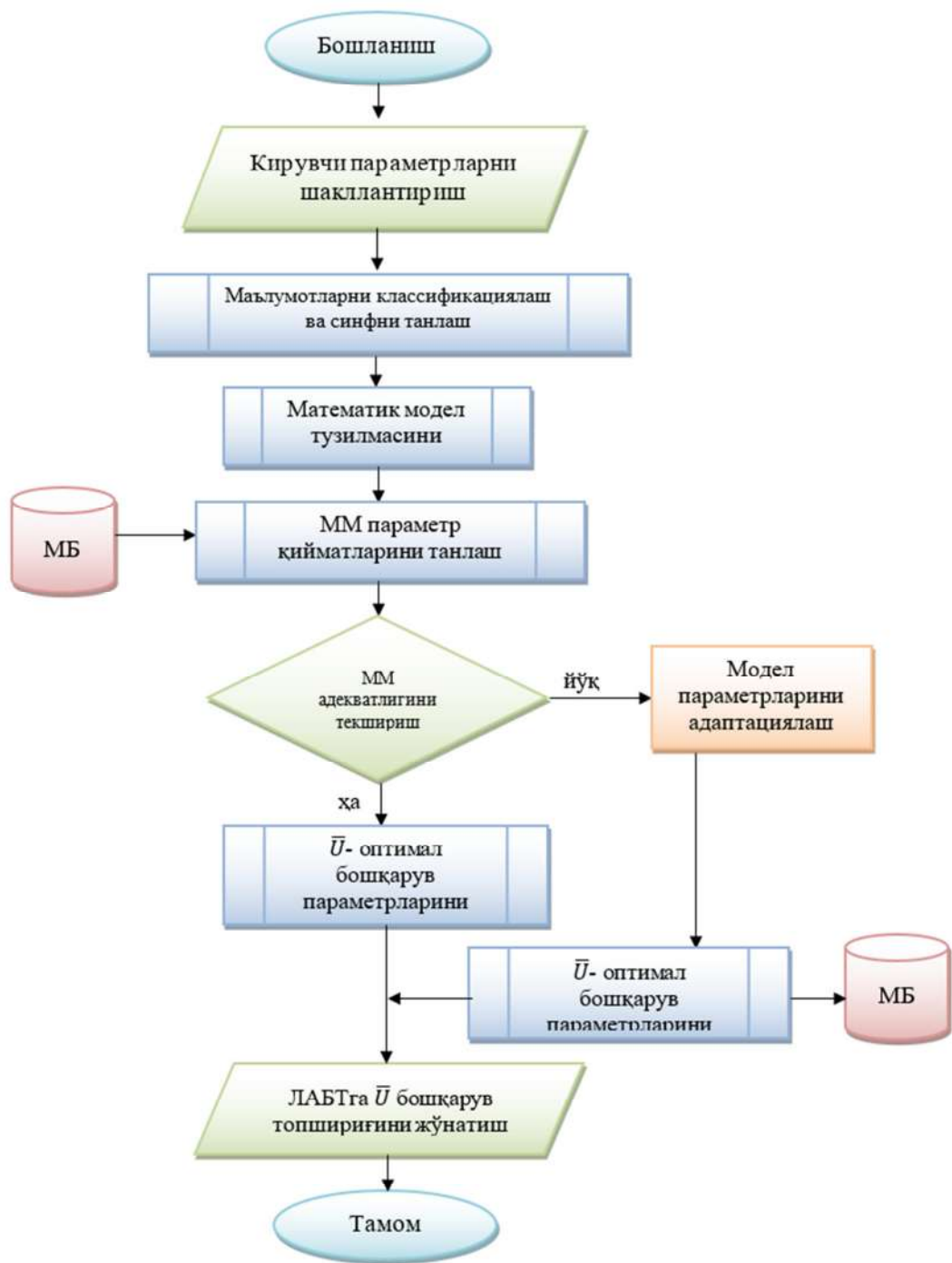
бунда  $x_{\text{кир}}$  – кирувчи параметрлар, КПШБ – кирувчи параметрларни шакллантириш блоки, ММАБ – математик моделни адаптациялаш блоки, МБ – маълумотлар базаси, ОБ – оптималлаштириш блоки, БТБ – бошқарув топшириғи блоки, ЛАБТ – локал автомат бошқарув тизими, Р – регулятор, АОМ – амалга оширувчи механизм, Д – датчик, БО – бошқарув объекти,  $x_{\text{чик}}$  – чиқувчи параметрлар.

Бошқарув топшириғи блокада (БТБ) ҳисобланган  $\bar{U}_{\text{опт}}$  га асосан бошқарув топшириғи ( $\bar{U}_{\text{бер}}$ ) тузилади ва локал автомат бошқарув тизими (ЛАБТ)га узатилади.

$$\bar{U}_{\text{бер}} = (U_{1\text{бер}}, U_{2\text{бер}}, \dots, U_{n\text{бер}}).$$

Тузилган бошқарув қонуниятига  $\bar{U}_{\text{бер}}$  га асосан локал автомат бошқарув тизими бошқарув параметр қийматларини тасдиқлайди ва бошқарувни амалга оширади.

ДЎКПО вазиятли бошқаришнинг 4-расмда келтирилган алгоритмида биринчи блокада кирувчи параметрларни йиғиш ва уларга ишлов бериш амалга оширилади. Иккинчи блокда тўпланган кирувчи параметрлар классификацияланади. Учинчи блокда математик модел тузилмаси танланиб, тўртинчи блокда математик модел параметрларига мос келувчи қийматлар маълумотлар базасидан танланади. Математик моделнинг адекватлиги бешинчи блокда текширилади.



4-расм. Дискрет ўзгарувчан параметрли объектни вазиятли бошқариш алгоритми.

Математик моделнинг адекватлиги бажарилмаганда олтинчи блокда адекватлик юзага келгунга қадар модел параметрлари коррективка қилинади ва еттинчи блокда  $\bar{U}$  оптимал бошқарув параметрларини ҳисоблаш амалга оширилади ва олинган қиймат маълумот базасида қайд этилиб, тўққизинчи блокка йўналтирилади.

Агар бешинчи блокда математик модел адекватлиги тасдиқланса саккизинчи блокда  $\bar{U}$  оптимал бошқарув параметрлари маълумотлар базасидан мос қийматлари танланиб тўққизинчи блокка йўналтиради. Тўққизинчи блокда локал автомат бошқарув тизимига  $\bar{U}$  бошқарув топшириғи жўнатилади.

Диссертациянинг учинчи «Керамик қурилиш материалларини ишлаб чиқариш технологик жараёнларини вазиятли бошқариш модел ва алгоритмини» номли бобида керамик материалларни куйдириш ва қуриштириш жараёнларини моделлаштириш усуллари тадқиқ этилган. Жараёнларни ифодаловчи параметрлар мажмуаси таҳлил этилиб уларнинг таркибидан устуворлари танлаб олинган ҳамда керамик материалларни куйдириш ва қуриштириш жараёнлари моделлари ишлаб чиқилган.

Куйдириш жараёнини моделлар ёрдамида бошқариш вақтидаги печ каналида кечаётган жараёнларнинг ностационар бўлганлиги учун доимий равишда уларни мослаштириб туриш лозим. Ностационарлик технологик қурилмаларнинг бузилиши, қолипнинг геометрик хусусиятлари, печда ҳавосўрғичининг мавжудлиги, атмосфера ҳавоси ва табиий газ хусусиятлари, ярим тайёр маҳсулот хоссаларининг барқарор эмаслиги ва ҳ.к. томонидан вужудга келган бўлиши мумкин. Ушбу таъсирлар математик моделларда, регрессион тенгламалар параметрларида инобатга олинади.

Маҳсулот сифатини башоратлаш учун қолипда нам ютувчанликнинг ўрта қиймати ( $VP$ ) ва мустаҳкамликнинг энг кам қиймати ( $Pr_{II,13}$ ) танланган. Бундай танлов, экспериментал тадқиқотлар натижаларига кўра айнан шу қийматларнинг ғишда носозлик мавжудлигини аниқлаш кўрсаткичлари эканлиги билан тасдиқланган.

Моделлаштириш учун барча экспериментал маълумотлар икки эркин қисмга бўлинган, улардан бири берилган тузилма модели параметрларини танлаш учун қўлланилган, иккинчиси эса олинган боғлиқликлар хусусиятининг башорати сифатини текшириш учун хизмат қилган.

Куйидаги тенгламалар, экспериментал маълумотларни ифодалаб берган.

I.  $Pr_{II,13}$  ни аниқлаш учун

$$Pr_{II,13} = b_0 + \sum_{i=1}^{12} b_i x_i, \quad (1)$$

$$i = \overline{1,3} \quad x_i = \{T25, T26, T28\},$$

$$i = 4,5 \quad x_i = \{K_{y3z}, W_{pf}\},$$

учун

$$i = \overline{6,8} \quad x_i = \{T25^2, T26^2, T28^2\},$$

$$i = \overline{9,12} \quad x_i = \{T25 \cdot C_{Al2O3}, T26 \cdot C_{Al2O3}, T26 \cdot C_{(CaO+MgO)}, T28 \cdot C_{Al2O3}\},$$

$$Pr_{II,13} = b_0 + \sum_{i=1}^{13} b_i x_i, \quad (2)$$

$$i = \overline{1,3} \quad x_i = \{T25, T26, T28\},$$

$$i = 4,5 \quad x_i = \{K_{y3z}, W_{pf}\},$$

учун

$$i = 6,7 \quad x_i = \{T25^2, T26^2\},$$

$$i = \overline{8,11} \quad x_i = \{T25 \cdot C_{Al2O3}, T26 \cdot C_{Al2O3}, T26 \cdot C_{(CaO+MgO)}, T28 \cdot C_{Al2O3}\},$$

$$i = 12,13 \quad x_i = \{(T25 \cdot C_{Al2O3})^2, (T26 \cdot C_{Al2O3})^2\}.$$

II. Нам ютувчанлик учун.

$$VP = C_0 + \sum_{i=1}^6 c_i x_i, \quad (3)$$

$$i = \overline{1,3} \quad x_i = \{T25, T26, T28\},$$



$$\begin{aligned}
i = 4 \quad x_i &= \{K_{\dot{y}_{32}}\}, \\
\text{учун} \\
i = 5 \quad x_i &= \{T26 \cdot C_{(CaO+MgO)}\}, \\
i = 6 \quad x_i &= \{(T26 \cdot C_{(CaO+MgO)})^2\}. \\
VP = C_0 + \sum_{i=1}^8 c_i x_i, & \tag{4} \\
i = \overline{1,3} \quad x_i &= \{T25, T26, T28\}, \\
i = 4 \quad x_i &= \{K_{\dot{y}_{32}}\}, \\
\text{учун} \\
i = 5,6 \quad x_i &= \{T25 \cdot C_{(CaO+MgO)}, T26 \cdot C_{(CaO+MgO)}\}, \\
i = 7,8 \quad x_i &= \{(T25 \cdot C_{(CaO+MgO)})^2, (T26 \cdot C_{(CaO+MgO)})^2\}.
\end{aligned}$$

Экспериментал тадқиқотларнинг статистик таҳлили натижаларига кўра, моделларга киритилиши тавсия этилган 20та омил танланган. Катта буғ корреляция коэффицентига эга омиллар танлаб олиниб, тузилмавий тўйинганликка эришиб, ўзига назария ва амалиёт нуқтаи назаридан керакли бўлган буғли корреляция коэффиценти кам бўлган омиллар киритилган тенгламалар олинган. Шу сабабли, тузилмавий идентификация, омилларнинг турли танловларидан бошлаб ўтказилган. Шу орқали ҳар бир маҳсулот хусусияти учун иккита тенгламанинг мавжудлиги сабабини изоҳлаш мумкин.

Ҳосил бўлган моделларнинг тўғрилиги текширилган. Бунинг учун Фишернинг F-мезони қўлланилган:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_{sm}^2} \left\{ \frac{N-(M+1)}{\sum_{u=1}^U P-u} \right\},$$

бу ерда  $S_{ad}^2$  –тўғрилик дисперсияси.

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_1)^2}{N-M+1}, \tag{5}$$

бу ерда  $y_i - \hat{y}_1$  – ғишт кўрсаткичининг модел бўйича экспериментал ва ҳисобланган қиймати;  $N$ –модел қурилган нуқталар сони;  $M$ –моделга киритилган омиллар сони;  $S_{sm}^2$  -  $k = \sum_{u=1}^U (P - u)$ . эркинлик даражаси билан ишлаб чиқариш дисперсияси.

Ишлаб чиқариш шароитида  $S_{sm}^2$  ҳисоблаш мақсадида барча печ вагонлари учун бир хил шароит яратиш имконияти мавжуд эмас. Печ вагонининг турли пакетларидан, лекин бир хил жойидан олинган сифат кўрсаткичлари қиймати параллел тажриба натижалари ҳисобланади.

$$S_{scn}^2 = \frac{\sum_{u=1}^U \sum_{p=1}^P (y_{pu} - M_u)^2}{\sum_{u=1}^U (P - u)},$$

бу ерда  $U$ -намуналар танлаб олинган қаторлар;  $P$ - ҳар бир қатордан танлаб олинган ғиштар сони.

Математик моделлар (1)-(4)  $\alpha=0,05$  аҳамиятлилик даражасида экспериментал маълумотларга мос деб топилди. Моделларнинг аниқлиги мезони сифатида мослик дисперсияси танланган (5). Бундан ташқари, мустаҳкамлик ва нам ютувчанликни баҳолашнинг оралиқлигини инобатга

олган ҳолда экспериментал ва башоратланган қийматларнинг битта ораликга тушиши шarti текширилган, (1)-(4) моделларнинг тадқиқот натижалари 1, 2-жадвалларда келтирилган. Кўриниб турибдики, улардан у - (1), (4) моделлар бўйича ҳисобланган, маҳсулот кўрсаткичларининг қиймати,  $S_{ад}^2$  дан кам ва кўпинча экспериментал қийматлар билан битта ораликда жойлашган бўлади.

1-жадвал.

Мустақамлик учун экспериментал ва башоратланган қийматларни таққослаш

№ нукта-лар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	21	22
$Pr_{II,13эксп}$	11,	9,8	11,4	17,9	7,3	8,4	20,4	19,1	11,7	15,2	...	11,0	8,7
$Pr_{II,13}(1)$	11,	11,3	14,4	19,0	8,1	8,6	19,1	19,6	11,7	14,0	...	11,1	8,7
$S_{ад}^2$	1,93												
Ораликга тушиши	+	-	-	+	+	+	-	+	+	“	...	+	+
$Pr_{II,13}(2)$	11,	10,6	11,5	17,7	8,1	7,0	20,0	18,6	11,5	15,6	...	11,6	8,7
$S_{ад}^2$	1,34												
Ораликга тушиши	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	...	+	+

2-жадвал.

Нам ютувчанлик учун экспериментал ва башоратланган қийматларни таққослаш

№ нукта-лар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	21	22
$VP_{эксп}$	16,9	20,2	17,0	15,9	21,3	20,2	16,8	16,2	17,8	18,6	...	21,2	20,8
$VP(3)$	16,6	17,9	16,7	17,3	20,9	20,6	18,2	17,2	17,4	18,9	...	21,3	20,5
$S_{ад}^2$	0,61												
Ораликга тушиши интервали	+	-	+	+	+	“	-	+	-	+	...	+	+
$VP(4)$	17,1	17,8	16,9	17,2	20,7	20,5	17,4	16,5	17,5	19,0	...	21,5	20,5
$S_{ад}^2$	0,57												
Ораликга тушиши	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	...	+	+

Ўтказилган статистик таҳлил шуни кўрсатдики,  $\alpha=0,05$  қиймат даражасида (1)-(3) ва (3)-(4) моделларнинг аниқлик қиймати ўзаро тенг.

Регрессион моделлар (1)-(4) аниқлигини ва бошқа эмпирик боғлиқликларни таққослаш 1, 2-жадвалларда келтирилган (ҳисоб  $\tau=1, 2, 3$  башоратлаш аниқлиги учун ўтказилган). Тажрибадан (1)-(4) моделларининг  $\alpha=0,05$  аҳамиятлилик даражасида аниқлиги, бошқа эмпирик боғлиқликлардан юқори деб топилган, шунинг учун ғишт хусусиятларини башорат қилиш учун яратилган регрессион тенгламаларни қўллаш қарори қабул

қилинган. Олинган натижаларни таҳлил қилиб, ҳар бир хусусият учун иккитадан модел, (2) ва (4)ни асосий сифатида, (1) ва (3)ни эса улар билан рақобатлашувчи сифатида қолдириш қарори қабул қилинган.

Диссертациянинг тўртинчи «**Керамик материалларни куйдириш ва қуритиш жараёнларини вазиятли бошқариш тизимини тадбиқ этиш**» номли бобида керамик материалларни куйдириш ва қуритиш жараёнларини оптималлаштириш масаласи ва мезонлари келтирилган. Шунингдек туннелли печнинг ҳарорат режимини ҳисоблаш алгоритми ва жараёнларни оптимал бошқариш тизими ишлаб чиқилган.

Бошқарув тизимининг асосий масаласи сифатида куйдирилаётган ғишт учун тайёр маҳсулот сифатини оширишга, оптимал ҳарорат майдонини аниқлашга қаратилган. Куйдириш жараёнининг ўзига хос хусусиятларини инобатга олган ҳолда оптималлик мезонларига қолипда маҳсулотлар мустаҳкамлигини тезкор аниқлаш ва ҳисобини тақсимлаш каби талаблар қуйилган. Оптималлаштиришнинг эҳтимолий мезонлари орасида қуйидагилар кўриб чиқилган. Ҳар бир вагон учун яроқсиз маҳсулот улуши

$$I_1 = \frac{N_{яр}}{N_{ум}}$$

бу ерда  $N_{яр}$ ,  $N_{ум}$  - яроқсиз ғиштлар сони ва печ вағонидаги ғиштларнинг умумий сони, минг/дона.

Ушбу мезон, ҳар бир қолипда яроқсиз маҳсулотлар сонини мониторинг қилиш учун хизмат қилиши мумкин. Унинг камчилиги шундан иборатки,  $(N_{яр} - N_{бр})$  маҳсулотлар сифати ҳисобланади, бунда маҳсулотларнинг сон қиймати умуман инобатга олинмайди.

Ҳар бир вагон маҳсулот бирлиги учун табиий газ сарфи

$$I_2 = \frac{G_{mг}}{N_{ум}}$$

бу ерда  $G_{mг}$ —печда вағонни куйдириш учун сарф қилинган табиий газ ҳажми, м<sup>3</sup>.

Келтирилган мезон корхона томонидан табиий газни тежашга уриниши сабабли долзарб ҳисобланади. Лекин, фақат табиий газ сарфини бошқа электр ташувчиларсиз (хусусан, электр энергия) ҳисобини юритиш тўғри ҳисобланмайди. Ушбу параметрлар турли ўлчамга эгаллиги боис ушбу фарқни мослаштириш имконини берувчи мезон топиш зарурати юзага келади. Кейинги мезон ушбу камчиликни тузатиш имконини берган. Ҳар бир вагон маҳсулотларини куйдириш учун энергия харажатлари сарфи

$$I_3 = \frac{a_1 G_{mг} + a_2 E}{N_{ум}}$$

бу ерда  $E$  -  $N_{ум}$  маҳсулотларни куйдиришга сарф этилган энергия миқдори,  $кВт * соат$ ;  $a_1$ ,  $a_2$  –табиий газ ва электр энергияси бирликлари сарфининг нархи.

Куйдириш жараёнини ўтказишга кетган харажатларнинг соф қисми

$$I_4 = \frac{a_1 G_{mz} + a_2 E + L_1 + L_2 + L_3}{\sum_{j=1}^6 B_j},$$

бу ерда  $L_1$  – вагоннинг печдаги вақтига тегишли тўлиқ иш харажати, сум./соат;  $L_2$  — вагоннинг печдаги вақтига тегишли цех харажатлари (хизмат кўрсатувчи шахснинг иш хақи, амортизация ўтказмалари ва ҳ.к.), сум./соат;  $L_3$  — вагоннинг печдаги вақтига тегишли умуминсоний харажатлар, сум./соат;  $\sum_{j=1}^6 B_j$  – вагоннинг печдаги вақтида корхонанинг умумий харажатлари;  $B_1$ - хом маҳсулот харажатлари, сум.;  $B_2$ – электр энергиясига харажатлар, сум.;  $B_3 = a_1 G_{тр}$  - табиий газ харажатлари, сум.;  $B_4$ – иш хақи харажатлари, сум.;  $B_5$ – цехни ижараси учун харажатлар, сум.;  $B_6$  – қурилмаларга хизмат кўрсатиш харажатлари, сум.  $L_1$ - $L_3$  ва  $B_4$ - $B_6$  параметрларини доимий ўзгармас деб ҳисоблаш мумкин. Мезон, печнинг технологик режимини тезкор бошқариш учун қўлланилиши мумкинлиги боис, унинг ўзгарувчи таркибини кўриб чиқиш мақсадга мувофиқ.

$$I_4^* = \frac{a_1 G_{mz} + a_2 E}{B_1 + B_2 + B_3}.$$

Бошқарув объектининг сезиларли даражада энергия талаб этиши оқибатида, энергия ресурсларини тежаш нуқтаи назаридан  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$  ва  $I_4^*$  мезонларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

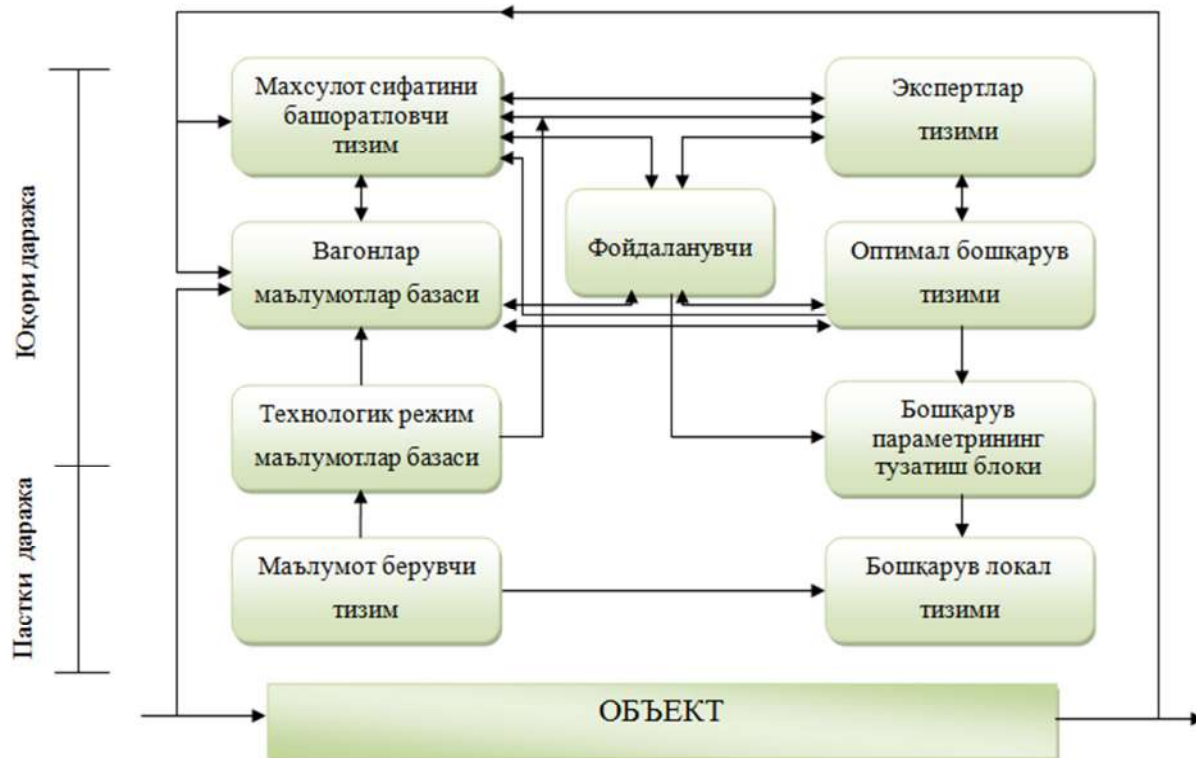
Оптимал бошқарув масаласи қуйидагича ифодаланади: печнинг берилган ишлаб чиқариш ҳажми саноатнинг аввалги босқичларидаги технологик қурилмаларнинг ҳолати ва қоришма таркибида  $I$  мезонининг чекловларни ҳисобга олган ҳолда максимал миқдорга эришишини амалга оширувчи  $\bar{U}$  омиллар векторини топиш лозим. Буни математик кўринишда қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\begin{aligned} I(x) &\rightarrow \max; \\ T_{imin} &\leq T_i \leq T_{imax}, (i = 20, \dots, 29) \\ \Delta t_{opmin} &\leq \Delta t_{op} \leq \Delta t_{opmax} \\ Pr_{min} &\leq Pr_{II,13}(\bar{U}) \leq Pr_{max} \\ Pr_{I,7} &\leq Pr_{max} \\ VP_{min} &\leq VP(\bar{U}) \leq VP_{max} \\ x &= \{T_i, \Delta t_{op}, Pr_{II,13}, VP\}, \end{aligned}$$

бу ерда  $Pr_{I,7}$  - 7 (ўрта) қаторда  $I$  гуруҳи пакетларининг мустаҳкамлик қиймати.

Ишлаб чиқилган куйдириш жараёнини бошқариш алгоритмлари икки босқичли бошқарув тизими ёрдамида амалга оширилади (Расм 5). Биринчи, пастки даража - печнинг ичида аэродинамик ва ҳарорат майдонларини барқарорлаштириш, ҳаво ва табиий газ харажатлари нисбатини меёрлаштириш, ёқилғи гуруҳларига табиий газ ва асосий ҳаво киришини технологик блоклаш учун мўлжалланган. Унга, технологик жараён-нинг кечиши

ҳақида маълумот олишни таъминловчи (датчиклар, ўзгартиргичлар), алоҳида локал автоматика воситалари ҳамда ижрочи механизмлар киради. Улар бошқарувчи сервер билан боғланган. Иккинчи юқори даража оптимал ҳарорат майдонини аниқлаш, маҳсулот хусусиятларини башоратлаш, носозликлар юзага келган вазиятларни бартараф этиш масалаларини ҳал қилади. Ушбу функциялар махсус қуйи тизимлар орқали бажарилади.



5-расм. Ғишт куйдириш жараёнини бошқариш тизимининг тузилмавий схемаси.

Оптимал бошқарув қуйи тизими саноат самарадорлигини ошириш мақсадида печда оптимал ҳарорат майдонини топиш масаласини ечади. Бузилишлар ва авария вазиятларни олдини олиш муаммоси, барча технологик жараёнларни бошқариш тизимини ишлаб чиқишда юзага келади.

## ХУЛОСА

«Дискрет ўзгарувчан кировчи параметрли объектларни вазиятли бошқариш алгоритмлари» мавзусидаги диссертация бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Дискрет ўзгарувчан кировчи параметрли объектларда керамик қурилиш материалларини ишлаб чиқариш жараёнларини анъанавий бошқарув тизими, технологик хусусиятлари, физик ва кимёвий ўзгаришларини тизимли таҳлиллаш асосида керамик маҳсулотларни куйдириш ва қуритиш жараёнини бошқарув тизимини такомиллаштириш усули ёқилғи миқдорини тежаш ва печдаги ҳарорат режимини мувофиқлаштириш имконини беради.
2. Дискрет ўзгарувчан кировчи параметрли объектларда керамик қурилиш материалларини ишлаб чиқариш жараёнларини анъанавий бошқарув тизими, технологик хусусиятлари, физик ва кимёвий ўзгаришларини тизимли

тахлиллаш асосида керамик маҳсулотларни куйдириш ва қуритиш жараёнини бошқарув тизимини такомиллаштириш усули ёқилғи миқдорини тежаш ва печдаги ҳарорат режимини мувофиқлаштириш имконини беради.

3. Дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли объектларда керамик қурилиш материалларини куйдириш ва қуритиш усулларини тадқиқ этиш, керамик маҳсулот кўрсаткичларини белгиловчи факторларни таснифлаш асосида куйдириш ва қуритиш жараёнларини бошқариш тамойилларини шакллантирилиши ҳам ашёнинг физик ва кимёвий таркибига мувофиқ ёқилғи сарфини режалаштириш ва бошқариш имконини беради.
4. Дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли объектларда керамик қурилиш материалларини куйдириш ва қуритиш жараёнларини информатив параметрларини танлаш асосида ишлаб чиқилган адаптив моделлар технологик жараёнларнинг оптимал режимини (печ ҳарорати, иссиқлик узатиш режими, вагонлар ҳаракати тезлиги, ёқилғи сарфи) аниқлаш имконини беради.
5. Керамик материалларини куйдириш ва қуритиш жараёнларини оптималлаштириш мезонларини шакллантириш ва печнинг ҳарорат режимини ҳисоблаш алгоритмлари ишлаб чиқарилаётган маҳсулот сифат кўрсаткичларини ошириш ва яроқсиз маҳсулотлар миқдорини камайтириш имконини беради.
6. Тунелли печда куйдириш ва қуритиш жараёнларини бошқариш тизимини такомиллаштириш алгоритмлари ва дастурий мажмуаси турли таркибли ҳам ашёнинг физик ва кимёвий хусусиятларига мувофиқ ёқилғи ва иссиқлик энергияси сарфини таъминлашга хизмат қилади.
7. Дискрет ўзгарувчан кирувчи параметрли объектларда керамик қурилиш материалларини куйдириш ва қуритиш жараёнларини моделлари ва бошқариш усуллари ва маълумотлар базасини мувофиқлаштириш дастурий воситасининг «Шурсув ғишт заводи» МЧЖга жорий қилиниши керамик маҳсулотларини ишлаб чиқиш жараёнини самарали ташкил этиш ҳам ашёнинг таркибий қисмига мувофиқ қоришмани куйдириш ва қуритиш учун сарфланаётган иссиқлик энергияси миқдорини 1,18 баробарга қисқартириш имконини беради.
8. Турли физик ва кимёвий хусусиятларга ва шаклларга эга бўлган керамик қурилиш материалларини ишлаб чиқариш жараёнларини башоратлаш моделлари ва вазиятли бошқариш усулларини «Сифат Қурилиш Ғишт» МЧЖга жорий қилиниши турли таркибли керамик қурилиш материалларини тунелли печларда куйдириш ва қуритиш жараёнларида вагонларнинг ҳаракат тезлиги ва печ ҳарорати режимини мувофиқлаштириш, ёқилғи сарф харажатини тежаш ҳисобига корхонанинг йиллик соф фойда миқдорини 1,18 баробарга ошириш имконини беради;
9. Керамик қурилиш материалларини куйдириш ва қуритиш жараёнларини бошқариш алгоритмлари ва усуллари, печнинг тузилмавий хусусиятларига мувофиқ иссиқлик узатиш коэффициентлари ҳарорат режимини ҳисоблашнинг дастурий воситасини «Азиза Кредо Макс» МЧЖга жорий қилиниши керамик маҳсулотларни куйдириш ва қуритиш жараёнлари, ахборот ресурслари оқими ва бошқарув тизими фаолиятини мувофиқлаштириш техник ва иқтисодий зарар миқдорини 1,21 баробарга камайтириш имконини беради.

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

---

**ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**АЪЗАМОВ ТЕМУР НАРЗУЛЛАЕВИЧ**

**АЛГОРИТМЫ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ  
С ДИСКРЕТНО ПЕРЕМЕННЫМИ ВХОДНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ**

05.01.02 – Системный анализ, управление и обработка информации

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

**Ташкент - 2020**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2019.4.PhD/Т448.

Диссертация выполнена в Ташкентском университете информационных технологий.  
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:** Якубов Мақсадхон Султанйезович  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** Саидов Абдусобирижон Абдурахмонович  
доктор технических наук  
Тухтапазаров Дилмурод  
PhD


**Ведущая организация:** Ташкентский государственный технический университет


Защита диссертации состоится « 26 » ноябрь 2020 года в 14<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.13/30.12.2019.T.07.01 при Ташкентском университете информационных технологий. (Адрес: 100202, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108. Тел.: (99871) 238-64-43; факс: (99871) 238-65-52; e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).


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

Автореферат диссертации разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 года.  
(протокол рассылки № 22 от « 22 » ОКТАБРЬ 2020 года.)



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

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

  
А.В. Кобулов  
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 на объектах с переменными параметрами уделяется пристальное внимание созданию системы производства керамических изделий, отличающихся друг от друга по формам и свойствам сырьевых ресурсов, на основе информационных технологий. В условиях интенсивного совершенствования инфраструктуры производство керамических изделий объектов с дискретно-переменными параметрами является одним из важных отраслей динамического развития экономики. В этом аспекте повышаются потребность и нужды в автоматизации технологических процессов обжига и сушки в туннельных и барабанных печах, в совершенствовании методов определения оптимальных температурных режимов и системы управления движением вагонов в печах.

Согласно данным ассоциации строительных материалов ONS с 2012 года на мировом рынке повышается потребность в строительных материалах. В частности, «в 2014 году по сравнению с 2012 годом рост составил 10,4%, в 2015 году - 14,8%, в 2016 году - 18,7%, в 2017 году - 23,8%, в 2018 году - 23,9%»<sup>3</sup>. В связи с этим важно разработать методы управления производством керамических строительных материалов в туннельных печах. В Китае, Польше, Российской Федерации, Азербайджане, Казахстане и других странах разработка методов управления процессами производства керамических строительных материалов в туннельной печи приобретает существенное значение.

В мире особую важность в производстве ресурсосберегающих керамических изделий приобретают определение технологических режимов и температура печи с соответствующим физико-химическим составом исходного сырья в объектах с дискретно-переменными входящими параметрами (ОДПВП), разработка математических моделей процессов обжига и сушки, алгоритмов управления ОДПВП и ведутся научно-исследовательские работы, ориентированные на автоматизацию технологических процессов. В этом отношении возникает необходимость научно обосновать разработку методов определения температуры печи во время процесса обжига и сушки смесей, в зависимости от видов продукции, разработку методов управления скоростью движения вагонов и температурой технологических процессов печей ОДПВП на основе учёта специфических особенностей технологических процессов производства керамической продукции в ОДПВП, принципов, требований и критериев.

В республике по поводу решения задачи модернизации технологических процессов производства керамической продукции различной формы и структуры, ориентированных к различным целям, разработке методов управления процессами обжига и сушки смесей, определения температуры

---

<sup>3</sup>[www.constructionproducts.org.uk](http://www.constructionproducts.org.uk) ONS, Construction Products Association

печей и скорости движения вагонов в печах проводятся широкомасштабные комплексные меры.

В стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годах определены задачи, в том числе «...дальнейшая модернизация и диверсификация промышленности путем перевода ее на качественно новый уровень, направленные на опережающее развитие высокотехнологичных обрабатывающих отраслей, прежде всего по производству готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на базе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов»<sup>4</sup>. Реализация этих задач, в том числе, автоматизация структуры процессов производства керамических строительных материалов ОДПВП, разработка модели процессов обжига и сушки смесей и методов определения температур печи в период движения вагонов, создание специализированного математического обеспечения и программного комплекса, ориентированного на совершенствование методов и алгоритмов управления процессами, является одной из важных проблем на сегодняшний день.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных в постановлениях Президента Республики Узбекистана ПП-4335 от 23 мая 2019 года «О дополнительных мерах интенсивного развития промышленности строительных материалов», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

**Степень изученности проблемы.** Изучены научно-исследовательские работы зарубежных и отечественных ученых, таких как А. Шепард, Д.Э.Прнолд, О.Рйэ, Л.А.Растринг, П.Райе, В.М.Массон, И.С.Жущиховской, С.В.Иванов, В.Ф.Генинг, А.А.Бобринский, Д.В.Деопик, А.В.Смирнов, М.С.Белопольский, П.И.Боженев, Т.З.Лыгина, И.И.Архипов, Б.Л.Залищак, И.С.Каменецкий, Д.В.Абдрахимов, И.А.Альперович, Д.П.Айрапетов, В.П.Гинзбург, Р.К.Садыков, А.В.Корнилов и др.

В Узбекистане по вопросам организации деятельности производственных предприятий керамических строительных материалов К.А.Ахмедов, И.Б.Табакман, Н.Ўразов, М.А.Исмоилов, Т.С.Нусратов, Б.М.Турсунов, Р.Садуллаев, А.Кабилджанов, Н.Раджабов и другие учёные внесли огромный вклад в разработку методов и алгоритмов совершенствования автоматизированных систем управления, оптимизации и моделирования производственных процессов.

---

<sup>4</sup>Указ Президента Республики Узбекистан УП № 4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

Вместе с тем, недостаточно изучены вопросы создания системы и алгоритмы ситуационного управления и модели процесса производства керамических строительных материалов на основе информационно-коммуникационных технологий, физико-химическое изменение свойств исходного сырья, влияние температуры печи на качественные показатели структуры и формы готовых керамических изделий.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках научных проектов согласно плану научно-исследовательских работ Ташкентского университета информационных технологий А5-025 – «Применение системы логистического управления интернет маркетинговых исследований в модернизации экономики» (2015-2017), И-2015-4-8 – «Внедрение в системы информационно-коммуникационных технологий высокотехнологических виртуальных операционных систем ОС GNU» (2015-2017), а также И-2017-4-4 – «Создание и внедрение моделей интеллектуальной обработки данных в информационных системах» (2017-2018).

**Цель исследования** состоит в разработке алгоритмов ситуационного управления и программного комплекса объектов дискретно переменными входными параметрами.

**Задачи исследования:**

разработка модели и алгоритмов управления, основанных на выявлении ключевых факторов для совершенствования системы ситуационного управления объектами с дискретно переменными входными параметрами;

определение факторов совершенствования системы ситуационного управления процессами обжига и сушки керамической продукции на основе системного анализа технологических характеристик, физико-химических изменений, традиционных систем управления процессами производства керамических строительных материалов объектов с дискретно переменными входными параметрами;

разработка модели и алгоритмов ситуационного управления процессами обжига и сушки на основе классификации факторов, определяющих качественные показатели продукции, примененные в процессе обжига и сушки керамических строительных материалов объектов с дискретно переменными входными параметрами;

разработка алгоритмов вычисления режимов температуры печи и управления, соответствующих критериям оптимизации процессов обжига и сушки керамических строительных материалов объектов с дискретно переменными входными параметрами;

разработка программного комплекса, алгоритма ситуационного управления и моделей процессов обжига и сушки кирпичной продукции в туннельной печи.

**Объектом исследования** является система ситуационного управления объектами с дискретно переменными входными параметрами.

**Предметом исследования** являются методы, модели, алгоритмы и программные комплексы, используемые при создании системы ситуационного управления объектами с дискретно переменными входными параметрами.

**Методы исследования.** В процессе исследования использованы методы информационного математического моделирования, оптимизации, прогнозирования и факторного анализа, обработки данных, технологических процессов, а также методы классификации, математическая статистика, критерии решений и методы управления.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

разработаны модели и алгоритмы управления, основанные на выявлении ключевых факторов для совершенствования системы ситуационного управления объектами с дискретно переменными входными параметрами;

определены факторы совершенствования системы ситуационного управления процессами обжига и сушки керамической продукции на основе системного анализа технологических характеристик, физико-химических изменений, традиционных систем управления процессами производства керамических строительных материалов объектов с дискретно переменными входными параметрами;

разработаны модели и алгоритмы ситуационного управления процессами обжига и сушки на основе классификации факторов, определяющих качественные показатели продукции и примененных в процессе обжига и сушки керамических строительных материалов объектов с дискретно переменными входными параметрами;

разработаны алгоритмы вычисления режимов температуры печи и управления, соответствующие критериям оптимизации процессов обжига и сушки керамических строительных материалов объектов с дискретно переменными входными параметрами;

разработаны программный комплекс и алгоритм ситуационного управления моделями процессов обжига и сушки кирпичной продукции в туннельной печи.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработаны модели и алгоритмы управления, основанные на выявлении ключевых факторов для совершенствования системы ситуационного управления объектами с дискретно переменными входными параметрами;

разработана система своевременного устранения неоптимальных процессов и экономического ущерба в аварийных ситуациях, прогнозирования дефектов и свойств обжигаемой продукции в туннельной печи;

определены особенности распределения свойств формы кирпича в результате экспериментального исследования процессов обжига керамической продукции, осуществлены преобразования для моделирования свойств продукции после их статистического анализа, а также проведен

статистический анализ контролируемых технологических переменных и определены факторы для построения математических моделей;

получены модели среднего значения влагопоглощения и минимального значения прочности в форме для прогнозирования характеристики продукции объекта с дискретно переменными входящими параметрами, модели применены при прогнозировании образования бракованной продукции.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследования комментируется с методической точки зрения практическими расчётами, применения теоретически основанных концепций многоэтапного системного анализа, полученными результатами научно-практических исследований, сравнительными анализами их вычислительных экспериментальных результатов на основе общепринятых заданных критериев.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Теоретическая значимость полученных результатов исследования заключается в том, что разработанные ситуационные модели прогнозирования процессов производства керамических строительных материалов объектов с дискретно переменными входными параметрами, а также разработанные методы и алгоритмы оптимизации позволяют оптимизировать режим температуры печи в процессе обжига и сушки керамических материалов.

Практическая значимость полученных результатов исследования заключается в том, что формирование задачи ситуационного управления с выбором критериев оптимальности, ограничения температуры в области обжига, скорости движения печных вагонов, а также формирование среднего значения влагопоглощения и самого минимального значения прочности в форме продукции позволяет использовать модели распределения прочности по форме продукции, оптимизации свойства продукции и поле температуры.

**Внедрение результатов исследования.** На основе полученных научных результатов по методам математических моделей программного комплекса и алгоритмов управления температурными режимами печи и оптимизации процессов обжига и сушки керамических строительных материалов объектов с дискретно переменными входными параметрами:

программные средства согласования базы данных и методов ситуационного управления, моделей процессов обжига и сушки керамических строительных материалов объектов с дискретно переменными входными параметрами внедрены в ООО «Шурсув гишт заводи» Ферганской области (Справка Министерства информационных технологий и коммуникации Республики Узбекистан от 3 декабря 2019 г. 33-8 / № 8553). В результате допустимый вероятностный технико-экономический ущерб процесса производства керамических материалов уменьшился в 1,18 раза;

программные средства вычисления коэффициентов режимов температуры передачи тепла согласно структурным свойствам печи, методы и алгоритмы управления процессов обжига и сушки керамических строительных материалов внедрены в ООО «Азиза Кредо Макс» Самаркандской области (Справка Министерства информационных

технологий и коммуникации Республики Узбекистан от 3 декабря 2019 г. 33-8 / № 8553). В результате согласования функционирования системы управления потоков информационных ресурсов процессов обжига и сушки керамических материалов достигнуто уменьшение технико-экономического ущерба в 1,21 раза;

методы ситуационного управления и прогностические модели процесса производства керамических строительных материалов различной формы и с различными физико-химическими свойствами внедрены в ООО «Сифат Гишт Курилиш» (Справка Министерства информационных технологий и коммуникации Республики Узбекистан от 3 декабря 2019 г. 33-8 / № 8553).

В результате оптимизации температуры печи, скорости движения вагонов в процессе обжига и сушки в туннельных печах различного состава керамических материалов увеличилась годовая прибыль в 1,18 раза за счёт экономии топлива.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного исследования обсуждены на 4 Международных и 4 Республиканских научно-практических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** По теме исследования опубликованы 33 научные работы, из них 25 статей в журнальных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе 2 в зарубежных и 18 в республиканских журналах, кроме того получены 2 свидетельства о регистрации программных продуктов для ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация содержит 120 страниц и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обосновываются актуальность и востребованность темы диссертации, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, формулируются цель и задачи, а также объект и предмет исследования, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта их теоретическая и практическая значимость, приведены перечень внедрений в практику результатов исследования, сведения об опубликованных работах и структура диссертации.

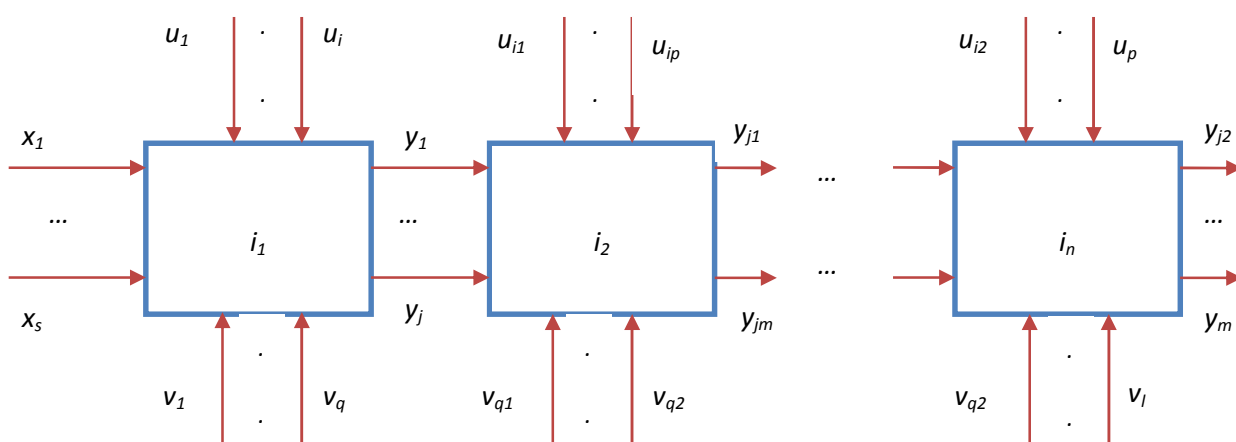
Первая глава диссертации **«Современное состояние управления объектами с дискретно переменными входными параметрами»** посвящена анализу современного состояния системы управления процессами производства керамических материалов в объектах с дискретно переменными входными параметрами, изучению особенностей технологического производства, определению методов и стратегий совершенствования системы управления процессами производства.

Процессы современного производственного объекта с дискретно

переменными входными параметрами представлены на рис. 1. Входные векторы переменных параметров объекта  $X(t)$ , составляющие  $X_1(t), X_2(t), \dots, X_n(t)$ , принадлежат множеству  $X(t) \in X$ .

Управляющие параметры  $U(t)$  выражаются через  $U_1(t), U_2(t), \dots, U_l(t)$  и служат для управления движениями системы. В их состав входят расход сырья, степень измельчения, плотность, влажность, вязкость, температура, расход энергии и другие параметры.

Случайными параметрами  $V(t)$  являются свойства сырья, металлов и минералов в составе сырья, свойства вязкости (форма и размер частиц), крупность гранулы, дробление, плотность и объем материального потока, состав сырья, вычисляется температура, устойчивость и качество управляющих параметров. Эти параметры приводят к изменению заданного технологического режима.



$x_1(t), \dots, x_s(t)$  - компоненты  $s$ -мерного вектора  $x(t) = \|x_i(t)\|_{s \times 1}$  - входные параметры; компоненты управления  $u_1(t), u_2(t), \dots, u_p(t)$   $p$ -мерного вектора  $u(t) = \|u_i(t), \dots, u_p(t)\|_{p \times 1}$  управляющие воздействия;  $y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t)$  - выходные компоненты  $m$ -мерного вектора,  $y(t) = \|y_i(t), \dots, y_p(t)\|_{m \times 1}$  - управляемая координата;  $v_1(t), v_2(t), \dots, v_l(t)$  - компоненты отрицательного воздействия  $l$ -мерного вектора  $v(t) = \|v_i(t)\|_{l \times 1}$  на внешние воздействия

**Рис. 1. Структурная схема сложного процесса ОДПВП**

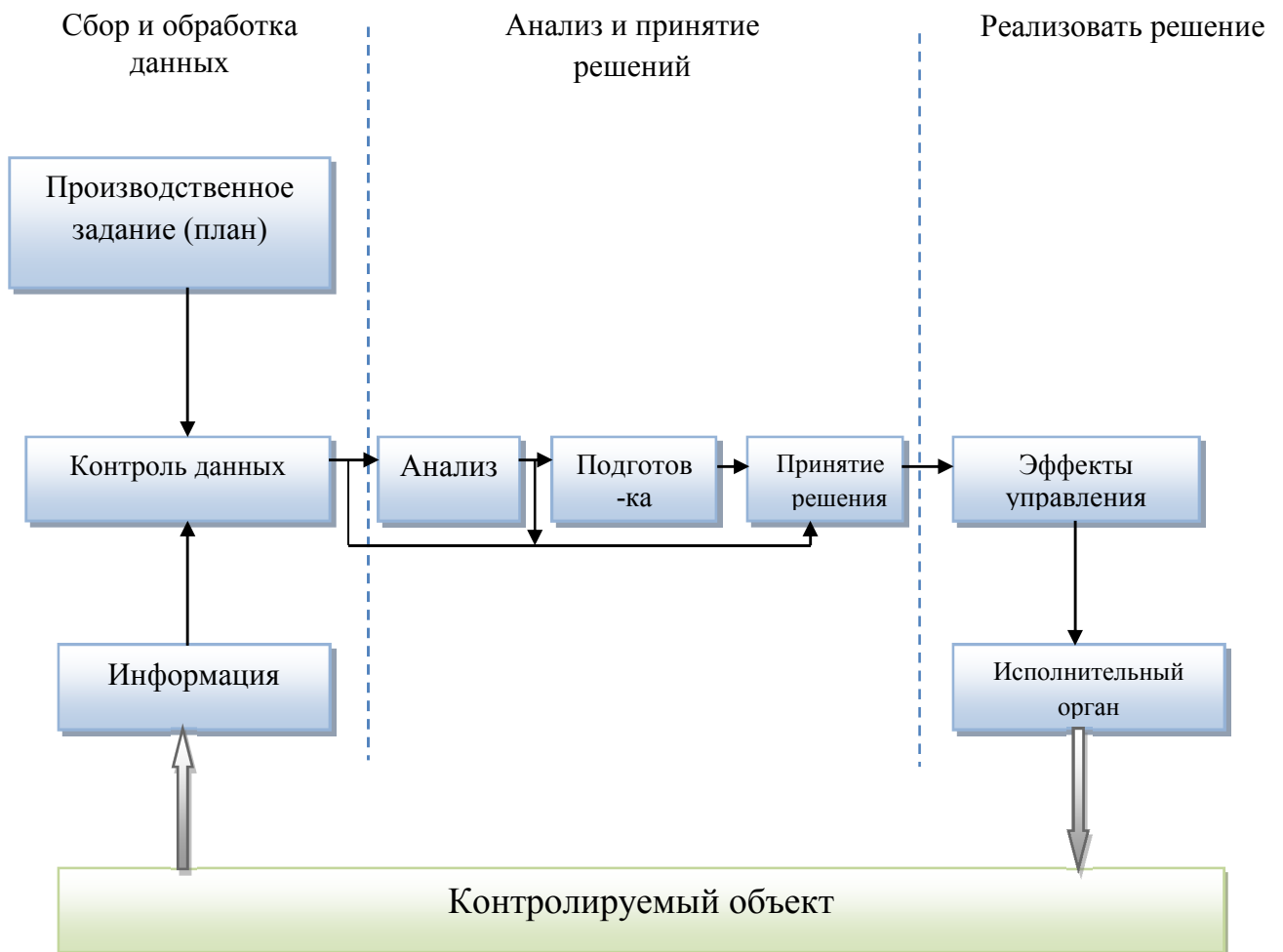
Параметры вектора  $y(t)$ , характеризующие состояние системы, представляются в виде  $y(t) = y_1(t), y_2(t), \dots, y_m(t)$ . К этим показателям относятся продукт или химический состав полупродукта, размеры, количество, себестоимость и т.д. Здесь  $t$  (дискретное или непрерывное время) - время в определённом множестве  $T$ .

В реальных условиях из-за большого количества различных случайных воздействий оператору-технологу становится проблемно поддерживать управление на заданном уровне. Поэтому на практике оператор-технолог использует альтернативные варианты решений, выбор лучшего варианта производится интуитивно. Это в свою очередь приводит к потере оптимального варианта.

Разработка системы управления ОДПВП требует выбора локальных

участков для получения ожидаемого продукта, исследования задачи моделирования, разработки алгоритмов оптимального управления. Это, в свою очередь, требует повышения производительности и надежности производства, повышения качества продукции, эффективного использования производственных мощностей предприятия, совершенствования методов и средств управления.

Укрупненная структурная схема функционирования современных систем управления ОДПВП представлена на рис. 2. Текущая информация о состоянии процесса, происходящем в управляемом объекте, поступает в управляющую систему, выполняющую ряд действий, начиная со сбора информации и кончая воздействием на объект управления.



**Рис. 2. Схема управления ОДПВП**

Поступившая от объекта информация сравнивается с заданием системы управления, которая формируется вне ее с учетом цели функционирования системы. Результаты сравнения анализируются, после чего готовятся и принимаются решения. Следует отметить, что в процессе сбора и обработки информации существенную роль может играть человек как элемент рассматриваемой системы управления. Например, он может визуальным



наблюдать процесс и принимать и формировать воздействия на объект.

Принятие решений по управлению ОДПВП обычно связано с оценкой текущей ситуации на объекте и выбором управляющих воздействий или последовательности операций по управлению, приводящих в требуемое состояние.

Важное внимание при этом следует уделять разработке формализованных методов принятия управленческих решений, что тесно связано с построением математических моделей и выбором рациональных критериев, позволяющих оценивать и сравнивать различные альтернативы.

Затраты на создание системы управления – один из критериев, но не единственный, который необходимо минимизировать при достижении цели – построении высокоэффективной системы управления, реализующей принципы системного подхода.

Вторым важным критерием должна быть длительность создания. Минимизация этого критерия - также необходимое условие оптимизации технологии создания системы управления. Можно сократить расходы, но при этом затянутся сроки выполнения отдельных работ, и будет нанесен ущерб предприятию.

Третий основной критерий связан с предыдущими критериями и обладает выбором способа создания возможностей принятия решения на каждом этапе. Для выбора удобного процесса создания системного управления важно минимизировать данный критерий. Если методология выбрана неправильно, будет невозможно минимизировать затраты и время. В результате общая цель не может быть достигнута из-за высокой вероятности принятия нерациональных решений.

Во второй главе диссертации «**Организация управления объектами с дискретно переменными входными параметрами**» сформированы принципы системы управления производственным процессом, определены характеристики и свойства распределения керамических изделий, классифицированы параметры технологических процессов.

Методы декомпозиции по пространству автономных технологических процессов позволяют представить их в виде локальных задач управления. Эквивалентность технологических агрегатов по выполняемым операциям также уменьшает разнообразие математического и программного обеспечения системы управления стадией. Структурная схема процессов управления объектами дискретно переменными входными параметрами показана на рис. 3.

Процессы управления ОДПВП основаны на последовательности, показанной на рис. 3.

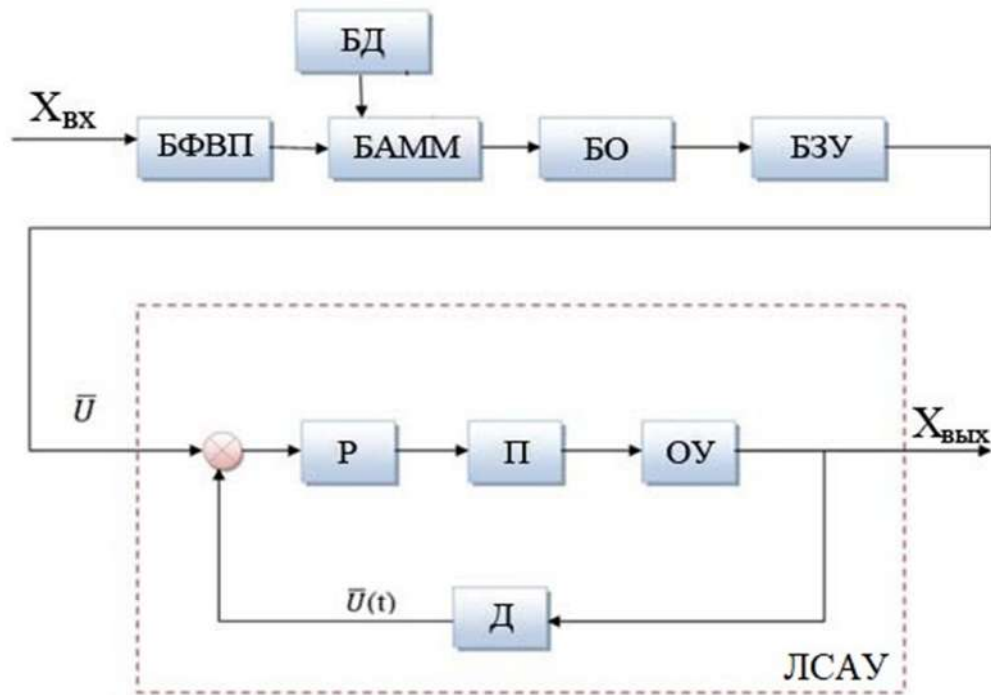
При необходимости в блоке оптимизации (БО) решается следующая задача оптимизации для определения оптимального значения вектора параметра управления  $\bar{U}_{\text{опт}} = (U_{1\text{опт}}, U_{2\text{опт}}, \dots, U_{n\text{опт}})$ :

$$Q(U) \rightarrow \min_{U \in \Omega}$$

$$\Omega = \left\{ R^n \left| \begin{array}{l} x_{imin} \leq x_i \leq x_{imax}, i = \overline{1, n}; \\ U_{jmin} \leq U_j \leq U_{jmax}, j = \overline{1, m}; \varphi \leq \varphi_{зад} \end{array} \right. \right\}.$$

В блоке задач управления (БЗУ) формируется задача управления ( $\bar{U}_{зад}$ ) и передается в локальную систему автоматического управления (ЛСАУ):

$$\bar{U}_{зад} = (U_{1зад}, U_{2зад}, \dots, U_{nзад}).$$



$X_{вх}$  – входные параметры; БФВП - блок формирования входных параметров; БАММ - блок адаптации математической модели; БД - база данных; БО - блок оптимизации; БЗУ - блок задачи управления; ЛСАУ - локальная система автоматического управления; Р – регулятор; П – привод; Д – датчик; ОУ - объект управления;  $X_{вых}$  - выходные параметры

**Рис. 3. Структурная схема ситуационного управления ОДПВП**

В соответствии с установленным законом управления локальная система автоматического управления подтверждает значения параметров управления и выполняет управление.

В алгоритме ситуационного управления ОДПВП, показанном на рис. 4, осуществляются сбор и обработка входящих параметров в первом блоке. Во втором блоке собранные входящие параметры классифицируются. В третьем блоке выбирается структура математической модели, а в четвертом блоке значения, соответствующие параметрам математической модели, выбираются из базы данных. В пятом блоке проверяется адекватность математической модели.

Если адекватность математической модели не выполняется, то в шестом блоке параметры модели корректируются до тех пор, пока не будет достигнута адекватность, а в седьмом блоке  $\bar{U}$  вычисляются оптимальные параметры управления, и полученное значение записывается в базу данных и направляется в девятый блок. Если адекватность математической модели подтверждена в пятом блоке, в восьмом блоке  $\bar{U}$  выбирает соответствующие значения управления оптимальными параметрами из базы данных и направляет их в девятый блок.

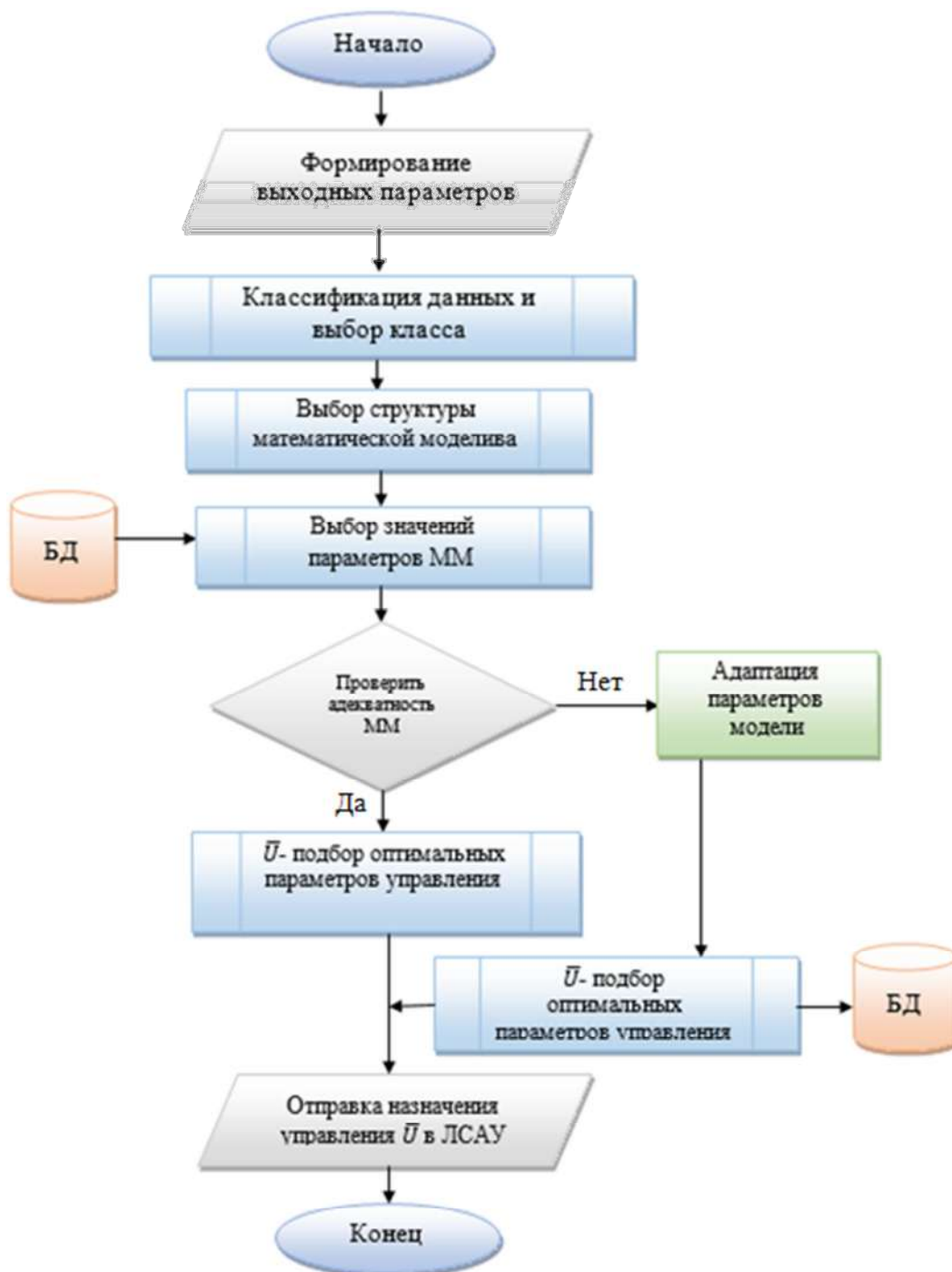


Рис. 4. Алгоритм ситуационного управления ОДПВП

В девятом блоке команда управления  $\bar{U}$  отправляется в локальную систему автоматического управления.

В третьей главе диссертации «Разработка модели и алгоритма ситуационного управления технологическими процессами в производстве керамических строительных материалов» исследуются методы моделирования процессов обжига и сушки керамических материалов. Проанализирован набор параметров, представляющих процессы, выбраны их приоритеты и разработаны модели процессов обжига и сушки керамических материалов.

Поскольку процессы, происходящие в канале печи при управлении процессом обжига с использованием моделей, являются нестационарными, их необходимо постоянно регулировать. Выход из строя нестационарных технологических устройств может быть вызван геометрическими свойствами формы, наличием воздуховода в печи, свойствами атмосферного воздуха и природного газа, нестабильностью свойств полуфабриката и т.д. Эти эффекты учитываются в математических моделях, в параметрах уравнений регрессии.

Чтобы предсказать качество продукта, в форме были выбраны среднее значение поглощения влаги ( $VP$ ) и минимальное значение прочности ( $Pr_{II,13}$ ). Такой выбор был подтвержден результатами экспериментальных исследований, так как эти значения являются показателями для определения наличия дефектов в кирпиче.

Все экспериментальные данные для моделирования разделены на две свободные части, одна из которых использовалась для выбора параметров данной модели структуры, а другая служила для проверки прогнозируемого качества полученного свойства зависимости.

Следующие уравнения представляют экспериментальные данные.

III. Для определения  $Pr_{II,13}$ :

$$Pr_{II,13} = b_0 + \sum_{i=1}^{12} b_i x_i, \quad (1)$$

для

$$i = \overline{1,3} \quad x_i = \{T25, T26, T28\},$$

$$i = \overline{4,5} \quad x_i = \{K_{nep}, W_{pf}\},$$

$$i = \overline{6,8} \quad x_i = \{T25^2, T26^2, T28^2\},$$

$$i = \overline{9,12} \quad x_i = \{T25 \cdot C_{Al2O3}, T26 \cdot C_{Al2O3}, T26 \cdot C_{(CaO+MgO)}, T28 \cdot C_{Al2O3}\},$$

$$Pr_{II,13} = b_0 + \sum_{i=1}^{13} b_i x_i, \quad (2)$$

для

$$i = \overline{1,3} \quad x_i = \{T25, T26, T28\},$$

$$i = \overline{4,5} \quad x_i = \{K_{nep}, W_{pf}\},$$

$$i = \overline{6,7} \quad x_i = \{T25^2, T26^2\},$$

$$i = \overline{8,11} \quad x_i = \{T25 \cdot C_{Al2O3}, T26 \cdot C_{Al2O3}, T26 \cdot C_{(CaO+MgO)}, T28 \cdot C_{Al2O3}\},$$

$$i = \overline{12,13} \quad x_i = \{(T25 \cdot C_{Al2O3})^2, (T26 \cdot C_{Al2O3})^2\}.$$

IV. Для определения  $VP$ :

$$VP = C_0 + \sum_{i=1}^6 c_i x_i, \quad (3)$$

для

$$\begin{aligned}
 i = \overline{1,3} & \quad x_i = \{T25, T26, T28\}, \\
 i = 4 & \quad x_i = \{K_{nep}\}, \\
 i = 5 & \quad x_i = \{T26 \cdot C_{(CaO+MgO)}\}, \\
 i = 6 & \quad x_i = \{(T26 \cdot C_{(CaO+MgO)})^2\}. \\
 VP = C_0 + \sum_{i=1}^8 c_i x_i, & \tag{4}
 \end{aligned}$$

для

$$\begin{aligned}
 i = \overline{1,3} & \quad x_i = \{T25, T26, T28\}, \\
 i = 4 & \quad x_i = \{K_{nep}\}, \\
 i = 5,6 & \quad x_i = \{T25 \cdot C_{(CaO+MgO)}, T26 \cdot C_{(CaO+MgO)}\}, \\
 i = 7,8 & \quad x_i = \{(T25 \cdot C_{(CaO+MgO)})^2, (T26 \cdot C_{(CaO+MgO)})^2\}.
 \end{aligned}$$

По результатам статистического анализа экспериментальных исследований было отобрано 20 факторов для включения в модели. Были выбраны факторы с большими коэффициентами корреляции пара и получены уравнения, в которых было достигнуто структурное насыщение. Также были введены факторы с низкими коэффициентами корреляции пара, необходимые с точки зрения теории и практики. Таким образом, структурная идентификация проводилась на основе выбора различных факторов. Этим обоснуется наличие двух уравнений для каждого свойства продукта.

Адекватность полученных моделей была проверена. Для этого был использован F-критерий Фишера:

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_{ome}^2} \left\{ \frac{N-(M+1)}{\sum_{u=1}^U P-u} \right\},$$

где  $S_{ad}^2$  – точность дисперсии;

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_1)^2}{N - M + 1};$$

здесь  $y_i - \hat{y}_1$  - экспериментальное и расчетное значения индекса кирпича в соответствии с моделью; N - число точек построенных моделей; M - количество факторов, включенных в модель;  $S_{вТВ}^2 - k = \sum_{u=1}^U (P - u)$  - производственная дисперсия со степенью свободы.

В производственных условиях невозможно создать одинаковые условия для всех печных вагонов, чтобы рассчитать  $S_{вТВ}^2$ . Значение качественных показателей, полученных из разных пакетов печи вагона, но из одного и того же места, является результатом параллельных экспериментов:

$$S_{всп}^2 = \frac{\sum_{u=1}^U \sum_{p=1}^P (y_{pu} - M_u)^2}{\sum_{u=1}^U (P - u)},$$

где U - строки выбранного образца; P - количество кирпичей, выбранных из каждого ряда.

Установлено, что математические модели (1) - (4) согласуются с экспериментальными данными на уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Дисперсия совместимости выбрана в качестве критерия точности моделей (5). Кроме

того, результаты исследований моделей (1), (2) и (4) рассмотрены в табл. 1 и 2 с учетом интервала между оценкой прочности и влагопоглощения при условии, что экспериментальные и прогнозируемые значения попадают в один интервал.

Видно, что значение производительности продукта вычислено по моделям (1), (4), меньше  $S_{ad}^2$  и часто находится в том же диапазоне, что и экспериментальные значения. Статистический анализ показал, что значение точности моделей (1) - (3) и (3) - (4) равны на уровне значений  $\alpha = 0,05$ .

Сравнения регрессионных моделей (1) - (4) и других эмпирических взаимосвязей представлены в табл. 1 и 2 (расчеты выполнены для  $t = 1, 2, 3$  прогнозирующей точности).

В результате эксперимента установлено, что точность моделей (1) - (4) на уровне значимости  $\alpha = 0,05$  выше, чем другие эмпирические зависимости, поэтому было решено применить уравнения регрессии, созданные для прогнозирования свойств кирпича.

**Таблица 1**

Сравнение экспериментальных и прогнозируемых значений для прочности

№ точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	21	22
$Pr_{II,13экc}$	11,0	9,8	11,4	17,9	7,3	8,4	20,4	19,1	11,7	15,2	...	11,0	8,7
$Pr_{II,13}$ (1)	11,5	11,3	14,4	19,0	8,1	8,6	19,1	19,6	11,7	14,0	...	11,1	8,7
$S_{ад}^2$	1,93												
Попадание в интервал	+	-	-	+	+	+	-	+	+	“	...	+	+
$Pr_{II,13}$ (2)	11,4	10,6	11,5	17,7	8,1	7,0	20,0	18,6	11,5	15,6	...	11,6	8,7
$S_{ад}^2$	1,34												
Попадание в интервал	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	...	+	+

**Таблица 2**

Сравнение экспериментальных и прогнозируемых значений для водопоглощения

№ точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	21	22
$VP_{экcп}$	16,9	20,2	17,0	15,9	21,3	20,2	16,8	16,2	17,8	18,6	...	21,2	20,8
$VP(3)$	16,6	17,9	16,7	17,3	20,9	20,6	18,2	17,2	17,4	18,9	...	21,3	20,5
$S_{ад}^2$	0,61												
Попадание в интервал	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	...	+	+
$VP(4)$	17,1	17,8	16,9	17,2	20,7	20,5	17,4	16,5	17,5	19,0	...	21,5	20,5
$S_{ад}^2$	0,57												
Попадание в интервал	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	...	+	+

После анализа полученных результатов было решено оставить две модели для каждой функции: (2) и (4) в качестве основных и (1) и (3) в качестве конкурентов.

В четвертой главе диссертации «**Внедрение системы ситуационного управления процессами обжига и сушки керамических материалов**» представлены проблемы и критерии оптимизации процесса обжига и сушки керамических материалов. Разработаны алгоритм расчета температурного режима туннельной печи и оптимальная система управления процессом.

Основной задачей системы управления являются улучшение качества готового продукта для обожженного кирпича и определение оптимального температурного поля. Принимая во внимание специфику процесса обжига, критериями оптимальности являются такие требования, как оперативное определение прочности изделий в кристаллизаторе и распределение расчетов. Среди возможных критериев оптимизации выделим следующие.

Доля бракованных продуктов для каждого вагона

$$I_1 = \frac{N_{бр}}{N_{общ}}$$

где  $N_{бр}$  и  $N_{общ}$  – количество бракованных кирпичей и общее количество кирпичей в печном вагоне, тыс./шт.

Данный критерий может служить для мониторинга количества бракованных продуктов в вагоне. Его недостатком является ( $N_{общ} - N_{бр}$ ) вычисление качества продукции, при этом вообще не учитываются численные значения продукции.

Для каждой единицы продукции вагона расход природного газа составляет

$$I_2 = \frac{G_{нг}}{N_{общ}};$$

здесь  $G_{нг}$  – объем природного газа, расходуемый для обжига вагона печи, м<sup>3</sup>.

Приводимый критерий является актуальным, со старанием производства добиться экономии природного газа. Однако учёт только расхода природного газа без учёта других электроносителей (в частности, электроэнергии) является неправильным. Так как эти параметры имеют различные единицы измерения, возникает необходимость найти критерии, позволяющие согласовать данную разность. Следующий критерий позволяет исправить данный недостаток. Расход энергии для обжига продукции каждого вагона:

$$I_3 = \frac{a_1 G_{нг} + a_2 E}{N_{общ}},$$

где  $E$  -  $N_{общ}$  количество энергии, расходуемой для обжига продукции, кВт/ч;

$a_1, a_2$  – цена расхода единицы природного газа и электроэнергии.

Чистые расходы, затраченные на процесс обжига:

$$I_4 = \frac{a_1 G_{ng} + a_2 E + L_1 + L_2 + L_3}{\sum_{j=1}^6 B_j};$$

здесь  $L_1$  – полный расход за время работы вагона в печи, сум/ч;  $L_2$  – цеховые расходы за время работы вагона в печи (зарплата обслуживающего персонала, амортизационные отчисления и т.д.) сум/ч;  $L_3$  – общечеловеческие расходы, относящиеся ко времени нахождения вагона в печи, сум/ч;  $\sum_{j=1}^6 B_j$  – общие расходы производства пребывания вагона в печи;  $B_1$  – расходы сырья;  $B_2$  – расходы электроэнергии, сум;  $B_3 = a_1 G_{ng}$  – расходы природного газа, сум;  $B_4$  – расходы за работу, сум;  $B_5$  – расходы за аренду цеха, сум;  $B_6$  – расходы, оказываемые на услуги устройствам, сум.

$L_1 - L_3$  и  $B_4 - B_6$  – можно представить параметры постоянно стационарными. Так как критерии могут быть использованы для оперативного управления технологическими режимами печи, целесообразно определить её переменные составы:

$$I_4^* = \frac{a_1 G_{ng} + a_2 E}{B_1 + B_2 + B_3}.$$

В результате потребности значительной степени энергии объекта управления, с точки зрения сокращения энергоресурсов, целесообразным является использование критериев  $I_2, I_3, I_4$  и  $I_4^*$ .

Задача оптимального управления формируется следующим образом: в заданном промышленным объеме производства печи состояние технологических установок на предыдущих этапах и с учетом ограничений  $I$  критерия в составе смеси необходимо определить вектор значений  $\bar{U}$ , обеспечивающий достижение максимального показателя. В математическом виде это выражается так:

$$\begin{aligned} I(x) &\rightarrow \max; \\ T_{imin} &\leq T_i \leq T_{imax}, (i = 20, \dots, 29); \\ \Delta t_{opmin} &\leq \Delta t_{op} \leq \Delta t_{opmax}; \\ Pr_{min} &\leq Pr_{II,13}(\bar{U}) \leq Pr_{max}; \\ Pr_{I,7} &\leq Pr_{max}; \\ VP_{min} &\leq VP(\bar{U}) \leq VP_{max}; \\ x &= \{T_i, \Delta t_{op}, Pr_{II,13}, VP\}, \end{aligned}$$

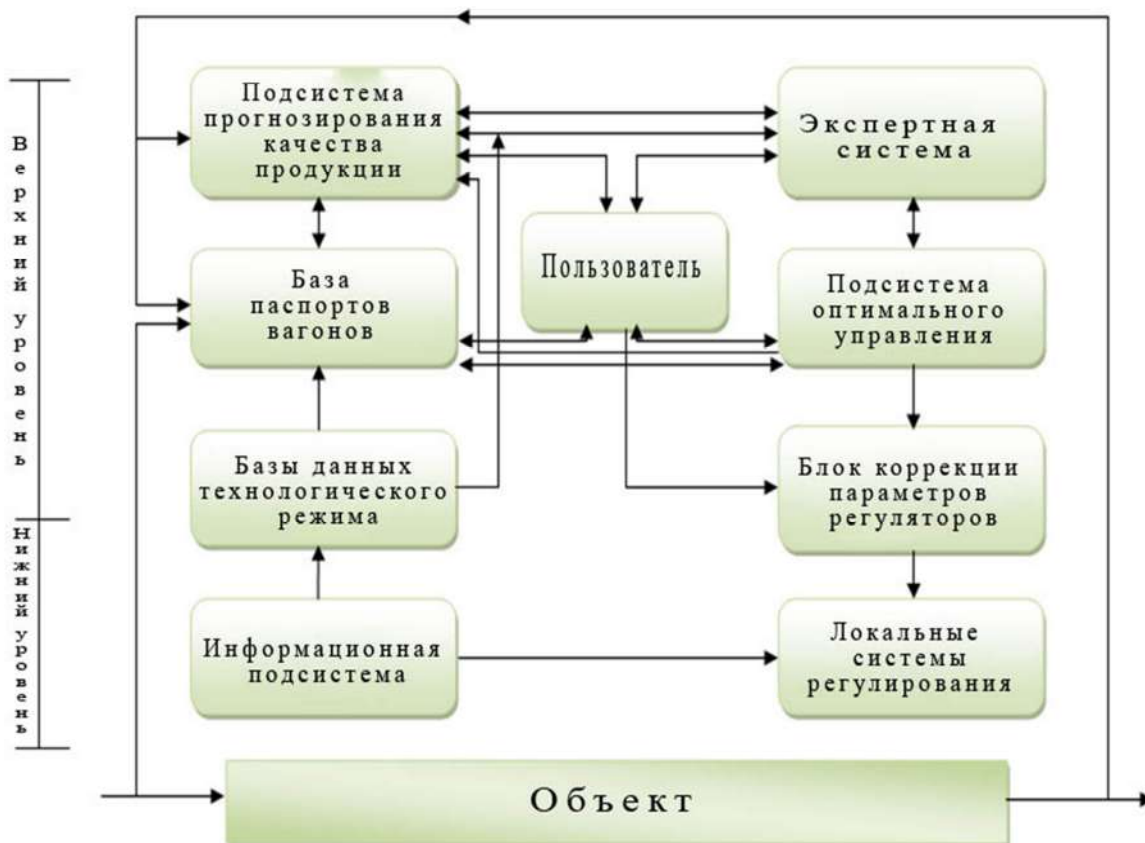
где  $Pr_{I,7}$  – значение прочности пакетов группы  $I$  в строке 7 (в середине).

Разработанные алгоритмы управления процессом обжига осуществляются с использованием двухступенчатой системы управления (рис. 5).

Первый, нижний, уровень предназначен для стабилизации аэродинамических и температурных зон внутри печи, для нормализации соотношения затрат воздуха и природного газа, для технологического блокирования поступления природного газа и основного воздуха в



топливные группы. Он включает в себя отдельные устройства локальной автоматизации и исполнительные механизмы, которые предоставляют информацию о технологическом процессе (датчики, преобразователи). Они подключены к серверу управления. Второй высокий уровень решает проблему определения оптимальной температуры области, прогнозирования характеристик продукта и задачи устранения возникших неполадок. Эти функции выполняются специальными подсистемами.



**Рис. 5. Структурная схема системы управления обжигом кирпича**

Подсистема оптимального управления решает задачу нахождения оптимальной температурной зоны в печи с целью повышения промышленной эффективности. Проблема предотвращения неполадок и аварий возникает при разработке системы управления всеми технологическими процессами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертационной работе на тему «Алгоритмы ситуационного управления объектами с дискретно переменными входными параметрами» получены следующие основные результаты:

1. Способ совершенствования системы управления процессами обжига и сушки керамических изделий на основе анализа традиционных систем управления, технологических свойств, физико-химических преобразований при производстве керамических строительных материалов на объектах с

дискретно переменными входными параметрами позволяет экономить топливо и регулировать температуру в печи.

2. Изучение методов обжига и сушки керамических строительных материалов на объектах с дискретно переменными входными параметрами, формирование принципов управления процессами обжига и сушки на основе классификации факторов, определяющих производительность керамических изделий, позволяет планировать и управлять расходом топлива по физико-химическому составу сырья.

3. Адаптивные модели, разработанные на основе выбора информативных параметров обжига и сушки керамических строительных материалов на объектах с дискретными переменными входными параметрами, позволяют определить оптимальный режим технологических процессов (температуру печи, режим теплопередачи, скорости движения вагонов, расход топлива).

4. Формирование критериев оптимизации процессов обжига и сушки керамических материалов и алгоритмов расчета температуры печи позволяет повысить качество продукта и уменьшить количество неиспользуемых продуктов.

5. Программный комплекс и алгоритмы совершенствования системы управления процессами обжига и сушки в туннельной печи служат обеспечению расхода топлива и тепловой энергии в соответствии с физико-химическими свойствами сырья различного состава.

6. Внедрение программного обеспечения моделирования и управления процессами обжига и сушки керамических строительных материалов на объектах с дискретно переменными входными параметрами и координация базы данных в ООО «Шурсув гишт заводи» позволяет организовать эффективный процесс производства керамической продукции и сократить количество потребляемой тепловой энергии, расходуемой для обжига и сушки смеси, согласно составу сырья, в 1,18 раза.

7. Внедрение моделей прогноза и адаптивных методов управления процессами производства керамических строительных материалов с различными физико-химическими свойствами и формами в ООО «Сифат Курилиш Гишт» позволяет стабилизировать скорости движения вагонов и режимов температуры печи в процессе обжига и сушки керамических строительных материалов различного состава в туннельных печах и увеличить годовую прибыль компании в 1,18 раза за счет экономии расходов на топливо.

8. Алгоритмы и методы управления процессами обжига и сушки керамических строительных материалов, внедрение программного комплекса расчета температурного режима коэффициентов теплопередачи в соответствии со структурными характеристиками печи в ООО «Азиза Кредо Макс» позволяет согласовать процессы обжига и сушки керамической продукции, поток информационных систем управления и сократить объем технико-экономических потерь в 1,21 раза.

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

---

**TASHKENT UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

**AZAMOV TEMUR NARZULLAYEVICH**

**ALGORITHMS FOR SITUATIONAL CONTROL OF OBJECTS WITH  
DISCRETELY VARIABLE INPUT PARAMETERS**

05.01.02 – System analysis, management and information processing

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

**Tashkent-2020**

The theme of dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2019.4.PhD/T448.

The dissertation has been prepared at Tashkent University of Information Technologies.

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

**Scientific adviser:** **Yakubov Maqsadxon Sultaniyozovich**  
doctor of Technical Sciences, Professor

**Official opponents:** **Saidov Abdusobirjon Abdurahmonovich**  
doctor of Technical Sciences

**Tuhtanazarov Dilmurod**  
PhD

**Leading organization:** **Tashkent Railway Engineering Institute**

The defense will take place on « 26 » November 2020 at 14<sup>00</sup> at a meeting of the Scientific Council No. 27.06.2017.T.07.01 at the Tashkent University of Information Technologies (Address: 100202, Tashkent city, Amir Temur street, 108. Tel:(+99871)238-64-43, fax:(99871)238-6552, e-mail: [tuit@tuit.uz](mailto:tuit@tuit.uz)).

The doctoral dissertation could be reviewed in Information-Resource Center of Tashkent University of Information Technologies (registration number 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 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 y.  
(Dispatching protocol No. 20 on « 22 » October 2020 y.)



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

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

**A.V.Kobulov**  
Chairman of the Scientific Seminar at 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 situational control algorithms and a software complex of objects discretely with variable input parameters.

**The object of the research work** is a system of situational control of objects discretely variable input parameters.

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

models and control algorithms have been developed based on the identification of key factors for improving the system of situational control of objects with discretely variable input parameters;

the factors for improving the system of situational control of the processes of firing and drying of ceramic products are determined on the basis of a system analysis of technological characteristics, physical and chemical changes, traditional control systems for the production of ceramic building materials of objects with discretely variable input parameters;

models and algorithms for situational control of firing and drying processes have been developed based on the classification of factors that determine the quality indicators of products, they have been applied in the process of firing and drying ceramic building materials of objects with discrete variable input parameters;

algorithms have been developed for calculating the temperature modes of the furnace and controls, corresponding to the criterion for optimizing the processes of firing and drying ceramic building materials of objects with discretely variable input parameters;

a software package, an algorithm for situational control, models of the processes of firing and drying brick products in a tunnel kiln have been developed.

**Implementation of the research results.** On the basis of scientific results by methods of mathematical model software complex control algorithms and temperature calcining furnace and optimizing processes and ceramic construction drying materials with discrete objects is variable input parameters:

Software tools matching databases and situational management methods, models roasting processes and ceramic building drying materials objects with discrete variables inputs introduced in "Shursuv gisht zavodi" LLC of the Fergana region (reference Ministry of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan dated December 3, 2019 33-8 / No. 8553). As a result of permissible probabilistic technical and economic damage to the process of production of ceramic materials fits in 1,18 times;

Software for calculating the coefficients of heat transfer temperature regimes according to the structural properties of the furnace, methods and algorithms for controlling the processes of firing and drying ceramic building materials were introduced in "Aziza Credo Max" LLC of the Samarkand region (certificate from the Ministry of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan dated December 3, 2019 33 -8 / No. 8553). As a result, coordination of the functioning of the system for managing the flows of information resources of

the processes of firing and drying of ceramic materials is achieved will reduce the technical and economic damage by 1.21 times.

Methods of situational management and prognostic models of the process of production of ceramic building materials with various shapes and different physicochemical properties were introduced at “Sifat Gisht Kurilish” LLC (certificate by the Ministry of Information Technologies and Communications of the Republic of Uzbekistan dated December 3, 2019 33-8 / No. 8553). As a result of optimization of the furnace temperature, the speed of movement of cars during the firing and drying of tunnel kilns of various compositions of ceramic materials, it allowed to increase annual profit by 1.18 times due to fuel economy;

**Structure and volume of the dissertation.** The dissertation consists of introduction, four chapters, conclusion, list of used literature and appendix. The volume of the dissertation is 120 pages.

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

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Аъзамов Т.Н., Ражабов Н.А. Курилиш технологияларини автоматик бошқарувини такомиллаштиришда процессорлар кувватини оптималлаштиришнинг янги модели // «Меъморчилик ва курилиш муаммолари» илмий-техник журнали. – Самарқанд, 2016. - № 3. - С. 88-89. (05.00.00 №14)
2. Аъзамов Т.Н. Разработка методов оптимизации программного обеспечения графического процессора // «Меъморчилик ва курилиш муаммолари» илмий-техник журнали. – Самарқанд, 2016. - № 3. - С. 90-93. (05.00.00 №14)
3. Каримов А.А., Аъзамов Т.Н., Шоимов К.М. Ҳажмий архитектурада компьютерли моделлаштириш // «Меъморчилик ва курилиш муаммолари» илмий-техник журнали. – Самарқанд, 2016. - № 2. - С. 154-155. (05.00.00 №14)
4. Аъзамов Т.Н., Ражабов Н.А., Эшмуродов М.Х. Исследование фазовых и химических преобразований керамических масс при обжиге // «Меъморчилик ва курилиш муаммолари» илмий-техник журнали. – Самарқанд, 2017. - № 2. – С. 96-98. (05.00.00 №14)
5. Аъзамов Т.Н., Ражабов Н.А., Гайбулов К.М. Особенности технологии обжига керамических строительных материалов // «Меъморчилик ва курилиш муаммолари» илмий-техник журнали. – Самарқанд, 2017. - № 3. – С. 58-60. (05.00.00 №14)
6. Аъзамов Т.Н., Кубаев У.Р. Критерии управления информационными потоками в логистических операциях // «Акта ТТРУ» илмий-техник журнали. – 2018. - № 1. - С. 25-28. (05.00.00 №25)
7. Azamov T.N., Rajabov N.A., Eshmurodov M.X. Researching methods management of drying processes of semi-finished ceramic building materials // «Меъморчилик ва курилиш муаммолари» илмий-техник журнали. – Самарқанд, 2018. - № 1. - С. 66-69. (05.00.00 №14)
8. Аъзамов Т.Н., Кубаев У.Р. Модели информационной безопасности малого и среднего бизнеса // «Акта ТТРУ» илмий-техник журнали. – 2018. - № 1. - С. 21-24. (05.00.00 №25)
9. Аъзамов Т.Н., Гайбулов К.М. Статический анализ процесса обжига в туннельной печи // «Меъморчилик ва курилиш муаммолари» илмий-техник журнали. – Самарқанд, 2018. - №1. – С. 69-75. (05.00.00 №14)
10. Аъзамов Т.Н., Абдурахмонов С.М. Математические модели процесса производства керамических изделий // Фаргона политехника институти «Илмий-техника журнали». - 2018. (Спец. вып. № 1). – С. 45-51. (05.00.00 №20)

11. Аъзамов Т.Н. Керамик қурилиш материаллари ишлаб чиқариш технологик жараёнининг иссиқлик ҳарорати моделлари // «Акта ТТРУ» илмий-техник журнали. - 2018. - № 1. - С. 29-31. (05.00.00 №25)
12. Ражабов Н.А., Аъзамов Т.Н. Определение взаимосвязи параметров процесса обжига в туннельной печи методом корреляционного анализа // «Меъморчилик ва қурилиш муаммолари» илмий-техник журнали. – Самарқанд, 2018. - № 2. – С. 71-74. (05.00.00 №14)
13. Аъзамов Т.Н. Формирование критериев управления процессами производства керамических строительных материалов // «Акта ТТРУ» илмий-техник журнали. - 2018. - № 2. - С. 80-85. (05.00.00 №25)
14. Аъзамов Т.Н. Управление процессом обжига кирпича в туннельной печи // «Меъморчилик ва қурилиш муаммолари» илмий-техник журнали. – Самарқанд, 2018. - № 2. - С. 156-158. (05.00.00 №14)
15. Аъзамов Т.Н. Исследование систем управления процессом производства керамического материала // «Меъморчилик ва қурилиш муаммолари» илмий-техник журнали. – Самарқанд, 2018. - № 3. - С.73-77. (05.00.00 №14)
16. Аъзамов Т.Н. Модели процесса обжига на производстве керамических изделий // «Акта ТТРУ» илмий-техник журнали. - 2018. - № 4. – С. 47-51. (05.00.00 №25)
17. Аъзамов Т.Н., Каримов М.К. Автоматизация процесса обжига керамического кирпича в туннельной печи // Узб. журнал «Проблемы информатики и энергетики». – Ташкент, 2018. - № 4. – С. 12-21. (05.00.00 №5)
18. Аъзамов Т.Н. Модели процесса обжига строительного материала в туннельной печи // «Акта ТТРУ» илмий-техник журнали. - 2018. - № 2. - С. 77-79. (05.00.00 №25)
19. Yakubov M.S., Rajabov N.A., Azamov T.N. Temperature models of technological processes in the productin of ceramic building materials // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. - vol. 6, Issue 7, July 2019. - pp. 10142-10145. (05.00.00 №8)
20. Якубов М.С., Аъзамов Т.Н., Қулдашев Л.С. Selection of the Most Priority Parameters of the Mathematical Model of Multi-Stage Processes // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. - vol. 6, Issue 7, July 2019. - pp. 10142-10145. (05.00.00 №8)

### **II бўлим (II часть; II part)**

21. Якубов М.С., Аъзамов Т.Н. Особенности многостадийного процесса обжига керамического кирпича в туннельной печи // Международный научный журнал «Молодой учёный». - 2017. - № 10 (144). - С. 111-113.
22. Аъзамов Т.Н. Факторный анализ влияния сырьевых материалов на качество производства керамических изделий // Актуальная проблема оптимизации и автоматизация технологических процессов и



- производств: Материалы Международной научной конференции. 17-18 ноября 2017. – Карши: КашГУ, 2017. - С. 462-464.
23. Аъзамов Т.Н. Особенности технологии обжига керамических строительных материалов // Иқтисодийнинг реал тармоқларини инновацион ривожлантиришида ахборот-коммуникация технологияларининг аҳамияти: Республика илмий-техник анжуманининг маърузалар тўплами. 1-қисм. – Тошкент, 2017. – С. 112-114.
24. Аъзамов Т.Н. Свойства глины и технологические процессы обжига керамических строительных материалов // Иқтисодийнинг реал тармоқларини инновацион ривожлантиришида ахборот-коммуникация технологияларининг аҳамияти: Республика илмий-техник анжумани материаллари. 6-7 апрел 2017. – Тошкент, 2017. – Б. 111-112.
25. Аъзамов Т.Н. Исследование влияния технологии обжига на качество керамических строительных материалов // «Science of world» илмий-техник журнали. – 2018. - № 1. – С. 83-86.
26. Azamov T.N., Rajabov N.A., Karimov M.K. Prognostication Of Quality Characteristics Of Production Of Ceramics Production // International scientific journal «Theoretical & Applied Science». - vol 66. SOI: 1.1/TAS DOI: 10.15863/TAS. – pp. 384-388.
27. Аъзамов Т.Н. Оптимизация процесса производства керамических изделий с учетом свойств сырьевых материалов // «Modern modification in the national education: Theoretical and practical science» мавзусида халқаро миқёсидаги конференция материаллари. - 2018. – С. 152-154.
28. Аъзамов Т.Н. Математическое моделирование процесса термообработки керамической заготовки // International conference on importance of Information-communication technologies in Innovative development of sectors of economy. April 5 - 6, 2018. – 2019. - pp. 355-357.
29. Аъзамов Т.Н. Оптимизация процесса обжига керамических изделий в туннельной печи // Фарғона водийси ҳудудларидаги маҳаллий хом ашёлардан фойдаланиш асосида импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар ишлаб чиқаришнинг долзарб масалалари: Халқаро миқёсда анжумани материаллари. 2018 йил 27-28 октябрь. – 2018. - С. 34-38.
30. Аъзамов Т.Н., Гафуров Ю. Тунелли печда керамик қурилиш материалларини қуйдириш жараёнининг бошқаруви // Ахборот – коммуникация технологиялари ва телекоммуникацияларининг замонавий муаммолари ва ечимлари: Республика илмий-техник анжуманининг маърузалар тўплами. – Фарғона, 2019. – Б. 367-370.
31. Аъзамов Т.Н. Влияние облачных вычислений на предприятия и отрасль электронной коммерции // Иқтисодийнинг тармоқларини инновацион ривожлантиришида ахборот-коммуникация технологияларининг аҳамияти: Республика илмий-техник анжуманининг маърузалар тўплами. 1-қисм. - Тошкент, 2019. – С. 27-29.

32. Аъзамов Т.Н., Ражабов Н.А. Построение оптимального потока в сети связи на основе аналитических методов для решения задач в управлении многостадийных процессов // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство № DGU 07384 23.12.2019 г.
33. Аъзамов Т.Н., Ражабов Н.А. // «eCont ver-1». Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство № DGU 07385 23.12.2019 г.

Автореферат "Хисоблаш ва амалий математика муаммолари" илмий  
журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус тилларидаги  
матнларини мослиги текширилди.