

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.03/30.12.2019.Т.10.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**«ЎЗБЕКЭНЕРГО» АЖ «ИЛМИЙ-ТЕХНИКА МАРКАЗИ»  
МАСЪУЛИЯТИ ЧЕКЛАНГАН ЖАМИЯТИ**

**ТОЛИПОВ ЖАМШИД НУРБЕКОВИЧ**

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛ ТАРМОҚЛАР УСУЛИ ЁРДАМИДА ПАХТАНИ  
ДАСТЛАБКИ ҚАЙТА ИШЛАШ КОРХОНАЛАРИ ЭНЕРГИЯ  
ТАЪМИНОТИНИНГ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

**05.05.07 – Қишлоқ хўжалигида электр технологиялар ва электр ускуналар**

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

**ТОШКЕНТ– 2021**

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

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

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

**Толипов Жамшид Нурбекович**

Интеллектуал тармоқлар усули ёрдамида пахтани дастлабки қайта  
ишлаш корхоналари энергия таъминотининг самарадорлигини ошириш.. 3

**Толипов Жамшид Нурбекович**

Повышение эффективности энергоснабжения предприятий первичной  
переработки хлопка методом интеллектуальных сетей..... 21

**Tolipov Jamshid Nurbekovich**

Improving the efficiency of energy supply to primary cotton processing plants  
using smart grid technology ..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 42

**ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.03/30.12.2019.Т.10.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**«ЎЗБЕКЭНЕРГО» АЖ «ИЛМИЙ-ТЕХНИКА МАРКАЗИ»  
МАСЪУЛИЯТИ ЧЕКЛАНГАН ЖАМИЯТИ**

**ТОЛИПОВ ЖАМШИД НУРБЕКОВИЧ**

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛ ТАРМОҚЛАР УСУЛИ ЁРДАМИДА ПАХТАНИ  
ДАСТЛАБКИ ҚАЙТА ИШЛАШ КОРХОНАЛАРИ ЭНЕРГИЯ  
ТАЪМИНОТИНИНГ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

**05.05.07 – Қишлоқ хўжалигида электр технологиялар ва электр ускуналар**

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

**ТОШКЕНТ– 2021**

Техника фанлари буйича фалсафа доктори (Doctor of Philosophy) диссертацияси мавзуси **Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси хузуридаги Олий аттестация комиссияси В2021.1.PhD/T1826** рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация «Ўзбекэнерго» АЖ Илмий-техника маркази МЧЖда бажарилган.

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

**Илмий раҳбар:**

**Ишватаров Ойбек Хайрылаевич**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оponentлар:**

**Юсубалиев Аширбой**  
техника фанлари доктори, профессор

**Баратов Рустам Жалилович**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Етакчи ташкилот:**

**Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат**  
техника университети

Диссертация ҳимояси Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти хузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.10.01 рақамли илмий кенгашнинг 2021 йил «23» июнь соат 10<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100000, Тошкент, Қори Ниёзий кўчаси, 39-уй). Тел.: (99871) 237-09-45; факс: (99871) 237-38-79; e-mail: [admin@tiiame.uz](mailto:admin@tiiame.uz)).

Диссертация билан ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (169 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100000, Тошкент, Қори Ниёзий кўчаси, 39-уй). Тел.: (99871) 237-09-45; факс: (99871) 237-38-79; e-mail: [adm@tiiame.uz](mailto:adm@tiiame.uz)).

Диссертация автореферати 2021 йил «14» июни да тарқатилди.  
(2020 йил «11» декабр даги 56 рақамли реестр баённомаси).



**Б.С. Миршен**  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**У.Т. Кушев**  
Илмий даражалар берувчи илмий  
кенгаш котиби, т.ф.ф.д. (PhD) доцент.

**Х.М. Муратов**  
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 қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини қайта ишлаш корхоналари энергия таъминотининг самарадорлигини ошириш ҳамда уларнинг юкламаларини ростлаш, жумладан юк интервалини тақсимлаш орқали электр энергияси ва ресурсларни қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Дунё миқёсида «... электр энергия истеъмолининг интеллектуал тармоқлар асосида бошқариш ва уларни тармоқ талабларига мослаштириш, автоматик мослашиш тизимлардан фойдаланиш ҳамда мақбул иш режимларини аниқлаш борасида турлича ёндашувлар мавжуд»<sup>1</sup>. Бу борада, жумладан сунъий интеллект асосида электр тармоқларни бошқариш, юкламаларни оптимал ростлаш, маҳсулот сифатига таъсир этувчи омилларнинг таъсир кўламини камайтириш ҳамда электр энергияни тақсимлаш ва фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Жаҳонда қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини қайта ишлаш жараёнида сарфланадиган йиллик энергетик қувватни камайтириш ва илмий-техникавий ечимларини ишлаб чиқиш, шунингдек уларнинг эксплуатацион тавсифларини яхшилаш бўйича илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада жумладан, пахтани тозалаш корхоналарида энергия истеъмоли миқдорини сунъий интеллект асосида башорат қилиш, ишлаб чиқариш қувватларининг юкламаларини назорат қилиш, актив ва реактив юкламаларни тартибга солиш ҳамда энергетик самарадорлигини ошириш бўйича тадқиқотлар устувор ҳисобланади. Шу билан бирга, пахтани дастлабки қайта ишлаш технологик жараёнининг электр энергия истеъмолига таъсир қилувчи энг муҳим омилларни аниқлаш, сунъий интеллект асосида электр тармоқларнинг бошқариш алгоритминини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда пахтани дастлабки қайта ишлаш технологик жараёнларида турли қурилма ва жиҳозларнинг энергия истеъмоли графигини қуриш, корхонанинг талаб қилинадиган электр қувватини турли рақамли технологиялар асосида энергия таъминотининг самарадорлигини оширишда интеллектуал тармоқлар усулини тадқиқ этиш ва қўлланилишини асослаш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар Стратегиясида, жумладан, «... иқтисодиётнинг энергия ва ресурс сиғимдорлигини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежовчи технологияларни кенг татбиқ этиш, ишлаб чиқариш унумдорлигини ошириш...»<sup>2</sup> бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, жумладан ишлаб чиқариш соҳаларида энергия самарадорлигини комплекс тадқиқ этиш орқали қўшимча энергия тежаш имкониятларини аниқлаш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича

<sup>1</sup><https://doi.org/10.1515/eng-2020-0028>

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

Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 26 майдаги ПҚ-3012-сон «2017-2021 йилларда ижтимоий соҳа ва саноат соҳаларида энергия самарадорлигини ошириш, қайта тикланувчан энергия манбаларини қўллашни янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг II. «Энергетика, энергия-ресурс тежамкорлиги» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Корхоналар энергия таъминоти самарадорлигини ошириш жараёнлари ва тизимларини моделлаштириш назариясини асослаш ҳамда усулларни ишлаб чиқиш бўйича бир қатор хорижий олимлар, жумладан: Бажинов А.Н., Шер А.П. (Белоруссия), Гусев А.Л. Айвазян С.А., Андрукович П.Ф., Бахвалов Ю.А., Галустов М.Ю., Котельников В.А., Лукашин Ю.Г. (Россия), Kalman R.E. (Германия), Shannon С.Е. (АҚШ) ва бошқалар илмий тадқиқотлар олиб боришган.

Ушбу йўналишда республикада А.Раджабов, А.Мухаммадиев, Х.М.Муратов, Ф.А.Хошимов, А.Ю.Субалиев, А.Ж.Исаков, Ш.М.Музафаров, О.Х.Ишназаров, А.И.Қаршибоев ва бошқалар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Сезиларли муваффақиятларга қарамасдан, пахтани қайта ишлаш корхонаси электр энергия таъминоти тизимининг бошқарув алгоритми ва электр энергия истеъмолига таъсир этувчи асосий омилларининг функцияси сифатида математик моделини ишлаб чиқиш масалалари етарли даражада ўрганилмаган. Мазкур ишда, пахтани бирламчи ишлов бериш технологик жараённинг электр энергия таъминотининг самарадорлигини ошириш зарурияти ҳисоб-китобларининг сифат кўрсаткичлари бўлган аниқлик, ишонччилик, маълумотларнинг таркиби, автоматлаштириш, тезлик ва бошқа юқори талаблар билан боғлиқ масалалар атрофлича кўриб чиқилиб, унинг ечимлари таклиф этилган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти «Ўзбекэнерго» АЖ Илмий-техника маркази масъулияти чекланган жамияти илмий-тадқиқот ишлари режасининг БФ-2-001 «Интеллектуал электр тармоқларининг энергия самарадорлигини баҳолаш услублари ва назариясини ривожлантириш ҳамда уларнинг иш режимларини оптимал бошқариш тизими моделини ишлаб чиқиш» (2017-2020) мавзусидаги фундаментал лойиҳаси доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** пахтани дастлабки қайта ишлаш технологик жараённинг энергия таъминотининг самарадорлигини ошириш учун интеллектуал тармоқлар асосида бошқариш усулини ишлаб чиқишдан иборат.

### **Тадқиқотнинг вазифалари:**

пахтани қайта ишлаш корхонасининг электр энергия таъминоти тизимини интеллектуал тармоқлар асосида такомиллаштириш;

пахтани қайта ишлаш корхонаси электр энергия таъминоти тизимининг бошқарув алгоритмини ишлаб чиқиш;

пахтани қайта ишлаш корхонасининг электр энергия истеъмолига таъсир этувчи асосий омилларининг функцияси сифатида математик моделини ишлаб чиқиш;

тасодифий кўзғатишларга дуч келадиган динамик объект сифатида қараладиган мульти агентли тизимни мослаштириш асосида энергетик самарадорлик моделини ишлаб чиқиш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида пахтани дастлабки қайта ишлаш технологик жараёнларида энергияистеъмол қилиш жараёни олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** техник - иқтисодий жараёнларни нозичли моделлаштириш ва амалий башоратлаш муаммоларини ҳал қилиш учун интеллектуал тармоқлар усулини қўллашнинг математик қонуниятларини асослаш ҳамда ишлаб чиқилган математик моделлардан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида математик статистика ва эҳтимоллар назарияси, математик таҳлил, босқичли регрессион ва корреляцион-регрессион усуллар, интеллектуал тармоқлар усули ва назарий электротехниканинг асосий қоидаларидан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

пахтани дастлабки қайта ишлаш корхонаси электр таъминоти мульти агент тизимининг тасодифий кўзғалишлари параметрлари асосланган;

пахтани дастлабки қайта ишлаш корхонаси электр таъминотитизимининг энергия самарадор схемаси тармоқ ўзаро жойлашишининг мослашишини инобатга олган ҳолда асосланган ва бошқариш алгоритми ишлаб чиқилган;

электр таъминот тизимини бошқаришнинг кўп даражали тузилиши электр ускуналарининг юкланганлиги ва электр оқими йўналишининг ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда ишлаб чиқилган;

пахтани дастлабки қайта ишлаш корхонасининг электр энергия истеъмолига таъсир этувчи асосий омиллар ўзаро боғланган нейрон тармоқлар асосида аниқланган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

пахтани қайта ишлаш корхонасида электр энергия таъминоти тизимининг тартиби аниқланган;

пахтани қайта ишлаш корхонасида энергия ресурсларнинг меъёрий кўрсаткичлар аниқланган;

истеъмол объекти ва кириш оралиғига боғлиқ равишда энергия истеъмоли учун муҳим омилларни аниқлашда қарор қабул қилиш алгоритми ишлаб чиқилган;

нейрон тармоқлар асосида электр энергия истеъмолининг имитацион модели ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** электр энергия сарфини ҳисобий ва Matlab дастурий модули ёрдамида олинган параметрларини ўзаро

мувофиқлиги, шунингдек, назарий ва экспериментал натижаларининг ўзаро мос келиши билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти пахтани қайта ишлаш технологик жараёнлари учун энергия истеъмолини интеллектуал тармоқлар усули асосидаги оптималлаштирилган структуралардан фойдаланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти энергия таъминоти тизими учун маълумотларни қайта ишлаш алгоритмларининг функционал жиҳатдан тўлиқ тўпламини амалга оширувчи ва ҳисоб-китобларнинг умумий вақтини қисқартиришга имкон берувчи алгоритмик таъминот ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Пахтани қайта ишлаш корхоналари энергия таъминотининг самарадорлигини ошириш бўйича олинган натижалар асосида:

интеллектуал тармоқлар назарияси асосидаги пахтани дастлабки қайта ишлаш технологик жараёнларининг энергетик таъминот самарадорлигини ошириш бўйича олиб борилган назарий тадқиқотлар натижалари «ABC OQQO‘RG‘ON AGRO CLASSTER» МЧЖга қарашли «OQQO‘RG‘ON PAХТА SANOAT» МЧЖда жорий этилган (Ўзбекистон Савдо-саноат палатасининг 2020 йил 05 июндаги 11/04-27-5986- сонли маълумотномаси). Натижада пахтани дастлабки қайта ишлаш технологик жараёнларидаги электр энергияси исрофини 7-10 % га камайтириш имкони яратилган.

нейрон тармоқлар назарияси асосида пахтани дастлабки қайта ишлаш технологик жараёнининг математик модели ва бошқариш алгоритми «ABC OQQO‘RG‘ON AGRO CLASSTER» МЧЖга қарашли «OQQO‘RG‘ON PAХТА SANOAT» МЧЖда жорий этилган (Ўзбекистон Савдо-саноат палатасининг 2020 йил 05 июндаги 11/04-27-5986- сонли маълумотномаси). Натижада электр энергияси таъминоти тизимининг ишончлилигини 1,2 баробарга ошириш имконини берган.

пахтани дастлабки қайта ишлаш технологик жараёнининг энергия тежамкор иш режими «ABC OQQO‘RG‘ON AGRO CLASSTER» МЧЖга қарашли «OQQO‘RG‘ON PAХТА SANOAT» МЧЖда жорий этилган (Ўзбекистон Савдо-саноат палатасининг 2020 йил 05 июндаги 11/04-27-5986- сонли маълумотномаси). Натижада бир йилда 55 670 000 сўм иқтисодий самарага эришилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари, жумладан 5 та халқаро ва 2 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича жами 14 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий Аттестация Комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 7 та мақола, жумладан, 5 та республика ва 2 та хорижий журналларда чоп этилган.



**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 106 бетни ташкил этади.

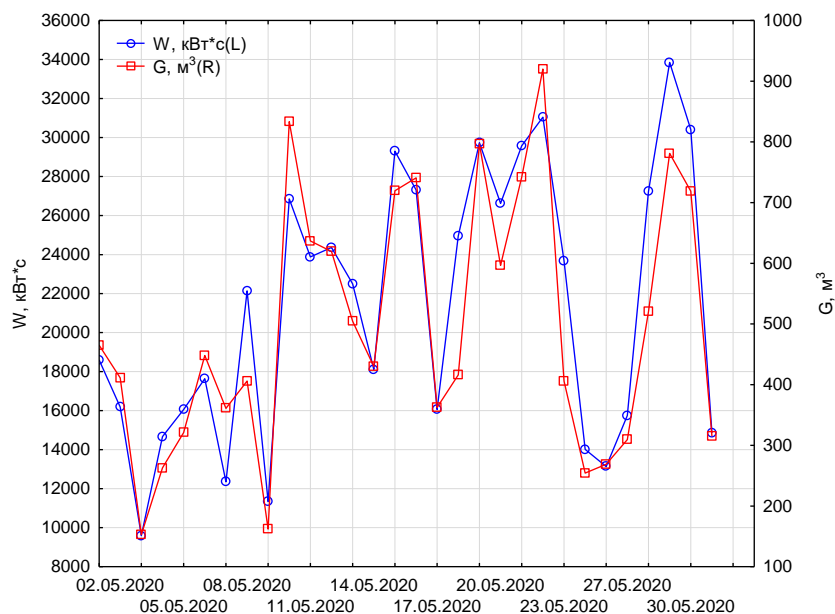
## **ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ**

**Кириш** қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предмети тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, наشر этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

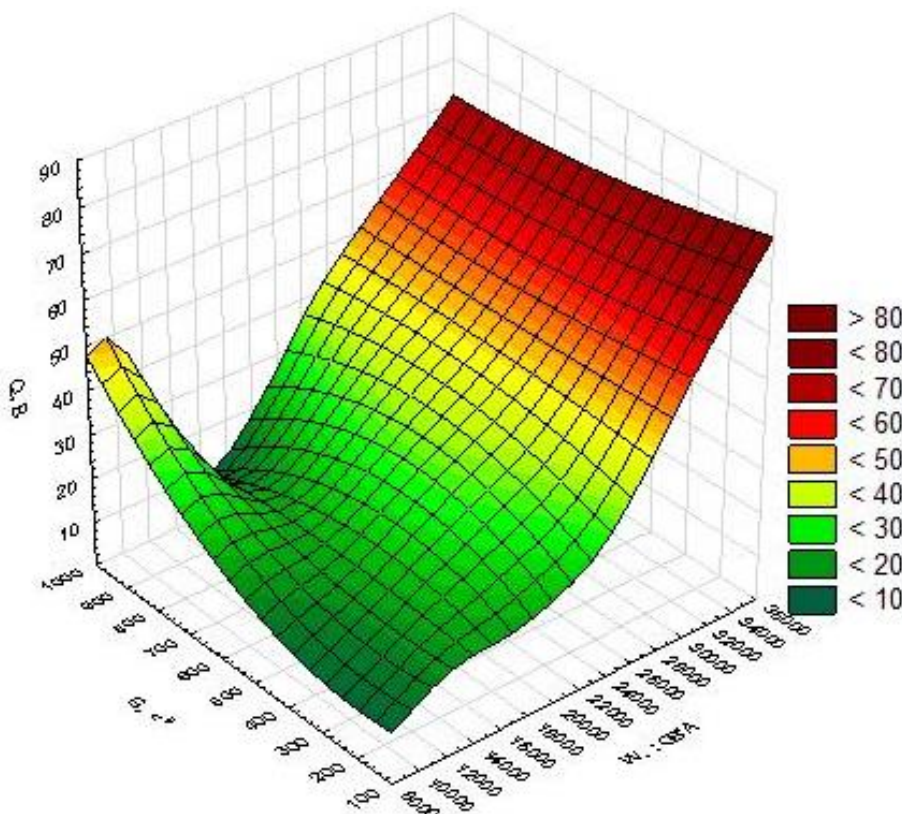
Диссертациянинг «**Пахтани дастлабки қайта ишлаш корхоналари электр таъминотида интеллектуал тармоқларни қўллаш зарурати**» деб, номланган биринчи бобида пахтани дастлабки қайта ишлаш корхоналари технологик жараёнларининг энергетик таҳлили, электр энергияси билан таъминловчи мавжуд тизимларининг энергетик кўрсаткичлари, интеллектуал тармоқлар ва уларни қўллаш имкониятларихамда электр таъминот тизимлари учун интеллектуал тармоқни моделлаштириш усулини танлаш бўйича олиб борилган тадқиқотлар таҳлили баён этилган.

Пахтани дастлабки қайта ишлаш заводлари юқори сифатли пахта толасини олишга имкон берадиган замонавий технологик ускуналар билан жиҳозланган. Техник қайта жиҳозлаш, реконструкция қилиш ва янги заводларни қуриш дастури ишлаб чиқилган. Барча корхоналар ва уларнинг пахта қабул қилиш пунктлари амалда бир турдаги технологик ускуналар билан жиҳозланган. Аммо, барча корхоналар учун ўзига хос бўлган технологик хусусиятлар деярли барча энергетик кўрсаткичларнинг, хусусан солиштирма электр энергияси истеъмолининг кескин ўзгариб туришига олиб келади. Электр энергияси солиштирма сарфининг таҳлили йилнинг ойлари бўйича бир хил ҳажмларда тола ишлаб чиқаришга нисбатан сакраб ўзгаришини кўрсатади. Солиштирма электр энергияси сарфининг ҳақиқий қиймати 300 дан 700 кВт.соатгача ораликни ташкил этади.

Пахтани тозалаш корхоналарининг энергетик иш режимлари, электр энергия ва газ истеъмоли хом-ашёнинг (пахта толаси) сифат кўрсаткичларига боғлиқ. Шунга мувофиқ, «ABC OQO‘RG‘ON AGRO CLASSTER» МЧЖга қарашли «OQO‘RG‘ON PAHTA SANOAT» МЧЖда (2019-2020 йй. давомида) энергия ресурсларнинг иш режими ва сарфи бўйича экспериментал тадқиқотлар ўтказилган. Мазкур натижалар таҳлили асосида ойлик энергия ресурслар (электр энергия ва газ) истеъмоли (1-расм) ва «OQO‘RG‘ON PAHTA SANOAT» МЧЖ энергетик тавсифи (2-расм) олинган.



**1-расм. Ойлик энергия ресурслар (электр энергия ва газ) истеъмоли**



**2-расм. «OQQO‘RG‘ON PAXTA SANOAT» МЧЖ нинг энергетик тавсифи**

Эмпирик тадқиқотлар асосида олинган умумлаштирилган тахлилий натижалар 1-жадвалда келтирилган. Бунда, регрессия таҳлили натижалари, электр энергия сарфининг математик модели таъсирини баҳоланиши кўрсатилган.

## Электр энергияси истеъмолини регрессия таҳлили.

Электр энергия истеъмолининг регрессия хулосаси: $W$ , кВт*с $R = ,55618283$ $R^2 = ,30933934$ Adjusted $R^2 = ,12916700$ $F(6,23) = 1,7169$ $p < ,16210$ Стандарт хатолик: 6417,4						
N=30	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(23)	p-value
Курсаткич			29407,46	19271,13	1,525985	0,140649
a, г/м <sup>3</sup>	-0,545277	0,765778	-1934,51	2716,79	-0,712057	0,483590
b, г/м <sup>3</sup>	-0,260336	0,588472	-217,92	492,59	-0,442394	0,662337
c, г/м <sup>3</sup>	0,314957	0,421989	1442,01	1932,04	0,746364	0,463009
d, г/м <sup>3</sup>	0,002335	0,460315	11,97	2360,54	0,005073	0,995996
p, г/м <sup>3</sup>	0,141355	0,267545	1158,06	2191,88	0,528341	0,602324
f, г/м <sup>3</sup>	-0,100414	0,304884	-846,50	2570,18	-0,329353	0,744869

бунда: Effect – бу ҳар бир омилнинг истеъмол қилинадиган электр энергиясига қўшган ҳиссасининг таъсир қиймати; Std. Error – Эффектни баҳолаш стандарт хатоси;  $t$  (df) ва  $p$  - value –  $t$  - мезон ва сатҳ  $p$  қиймати;  $t$ -мезон ёрдамида эркин хадни нолга тенг деган гипотезани синаш учун фойдаланилади;  $F$  –  $F$ -мезон қиймати;  $df$  –  $F$  - мезон эркинлик даражаси сони;  $p$  – аҳамиятлилик даражаси; Coeff. – тенглама коэффициентлари; Std. Err. Coeff. – коэффициентларни стандарт хатоси (тенглама).

Шундай қилиб, амалга оширилган регрессия таҳлили натижасида бунтдан чиқаётган пахта хом-ашёсини намлиги ( $a$ , г/м<sup>3</sup>), бунтдан чиқаётган пахта хом-ашёсини ифлосланиши ( $b$ , г/м<sup>3</sup>), жиндан чиқаётган пахта хом-ашёсини намлиги ( $c$ , г/м<sup>3</sup>), жиндан чиқаётган пахта хом-ашёсини ифлосланиши ( $d$ , г/м<sup>3</sup>), чигитнинг намлиги ( $p$ , г/м<sup>3</sup>) ва толанинг намлиги ( $f$ , г/м<sup>3</sup>) функциясида электр энергиясининг ( $W$ , кВт\*ч) истеъмолининг модели олинган:

$$W = 29407,46 - 1934,51a - 217,92b + 1442,01c + 11,97d + 1159,06p - 846,5f, \quad (1)$$

яъни электр энергиясини истеъмол қилиш модели аниқланди, бу тажриба давомида олинган дастлабки маълумотлар тўплами билан тенглама билан таққосланди. Моделнинг дастлабки маълумотларга мувофиқлигини таҳлил қилиш, олинган натижаларнинг етарлича аниқлиги билан изоҳланади.

Электр энергиясини истеъмол қилишни башорат қилиш учун кўп агентли модель ва агентларнинг ўзаро таъсир қоидалари ишлаб чиқилган, муаммонинг математик баёни яратилган.

Диссертациянинг «Пахта тозалаш корхоналарининг электр энергия тизимининг интеллектуал тармоқлари элементларини моделлаштириш технологиялари» деб, номланган иккинчи бобида кўп агентли тизимлар назарияси асосида пахтани қайта ишлаш корхонасида энергия сарфига таъсир қилувчи омилларни аниқлаш, кўп тармоқли тизимни мослашишга асосланган электр тармоқларининг стохастик модели, ковариация матрицаси асосида электр тармоқларини моделлаштириш ва стохастик юклама остида электр энергиясини истеъмол қилишни тахмин қиладиган модель ишлаб чиқилган.

Дастанлабки вақтда агентлар тўпламини аниқланади:

$$C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$$

бунда  $C$  – тизимнинг агентлар кўплиги,  $n$ - дастанлабки вақтдаги агентлар сони.

$$\begin{aligned} C_k k \{d_k^s, d_k^a, d_k^{Ma}, d_k^A, d_k^C\}, \\ d_k^s \in P(d_s), d_k^{sa} \in P(d_a), \\ d_k^{Ma} \in P(d_{Ma}), \\ d_k^A \in P(d_A), d_k^C \in P(d_C), \\ 0 \leq k \leq n, \end{aligned} \quad (2)$$

бунда  $k$  – агент номерини кўрсатувчи индекс,  $d_k^s$  – ташқи ҳаво температураси,  $P(d_s)$  тақсимотидан аниқланади;  $d_k^a$  - ёритиш даражаси,  $P(d_a)$  тақсимотидан аниқланади;  $d_k^{Ma}$  - электр жиҳозларининг ҳолати,  $P(d_{Ma})$  тақсимотидан аниқланади;  $d_k^A$  – хом ашёнинг сифат хусусиятлари,  $P(d_A)$  тақсимотидан аниқланади;  $d_k^C$  – куннинг узунлиги,  $P(d_C)$  тақсимотидан аниқланади.

Ташқи ҳаво ҳароратини, агентнинг ўзига хос характеристика сифатида, қуйидаги иборага кўра ўзгартирилди:

$$(C_k)_{t \rightarrow 1} \rightarrow (C_k) \{(d_k^a)_t = (d_k^a)_{t-1} + 1\}. \quad (3)$$

Агар қуйидаги шарт бажарилса, агент аҳамиятсиз деб ҳисобланади:

$$(d_k^a)_t > d_k^{Ma} \Rightarrow C = C - \{C_k\}. \quad (4)$$

(3) ифода, агар унга ажратилган омил электр энергиясини истеъмол қилишга сезиларли таъсир кўрсатмаса, агентни тизимдан чиқариб ташлашга имкон беради. Агентнинг тизимдаги сезиларли таъсири, яъни электр энергиясини истеъмол қилишда, қуйидаги шартларга мувофиқ, тизимнинг ривожланиши процессида, ўзгартирилиши мумкин:

$$\begin{aligned} (d_k^{Ma}) &= d_k^a + H1(d_k^a), \text{ агар} \\ d_k^{Ma} &> d_k^a + H(d_k^a), d_k^A = \text{тўғри} \\ d_k^{Ma} &= d_k^a + H2(d_k^a), d_k^A, \text{ агар} \\ d_k^{Ma} &> d_k^a + H(d_k^a), d_k^J = \text{тўғри} \\ d_k^{Ma} &= d_k^a + H3(d_k^a), d_k^A, \text{ агар} \\ d_k^{Ma} &> d_k^a + H(d_k^a), d_k^J = \text{тўғри} \Rightarrow d_k^A = \text{тўғри}. \end{aligned} \quad (5)$$

бунда  $H1(d_k^a)$  – ҳароратнинг ўзгаришига боғлиқ,  $d_k^a$  га ижобий реакцияси билан электр энергиясини истеъмол қилишига, агентнинг таъсири;  $H2(d_k^a)$  - ҳароратнинг ўзгаришига боғлиқ,  $d_k^J$  га ижобий реакцияси билан, электр энергиясини истеъмол қилишига, агентнинг таъсири;  $H3(d_k^a)$  - ҳароратнинг ўзгаришига қараб  $d_k^a$  ва  $d_k^J$  ларга ижобий реакцияси билан электр энергиясини истеъмол қилишга агентнинг таъсири.

Пахта тозалаш корхонасининг электр энергия тармоғи ўзининг улкан кўлами ва энергия оқимларини ташувчи тармоқнинг катта миқёсдаги ва мураккаб ўзаро боғлиқлиги билан ажралиб туради. Тармоқ энергия етказиб берувчи манбаларини энергия сарфлайдиган юкларга боғловчи мураккаб тизимни ҳосил қилиш учун, электр узатиш линиялари бўйлаб бир-бирига уланган қувват қисмларини ўз ичига олади.

Интеллектуал тармоқни ривожлантириш мавжуд электр тармоғини бошқарув воситалари орқали самарадорлигини ошириш учун шу тармоқни марказсизлаштиришга қаратилган. Ушбу ғоялар мавжуд тармоқда аллақачон устуворлик қилиб келаётган бўлсада, таклиф этилаётган интеллектуал тармоқ бу ва бошқа функцияларни Internet иловалар ёрдамида амалга оширади, бу ерда икки томонлама алоқа ва тақсимланган ҳисоблаш энергия балансини реал вақт режимида, ҳатто маиший техника даражасида, назорат қилиш имконини беради. Шундай қилиб, интеллектуал тармоқларни амалга оширилиши, янги ахборот-коммуникация технологияларини анъанавий энерготизимларига самарали интеграциялашувига боғлиқ.

Натижада, электр таъминоти тизими билан чамбарчас боғлиқ бўлган киберфизик даража электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш ва тарқатиш жараёнларида иштирок этадиган кучланиш, частота ва ҳаддан ортик юкларни параметрларини ҳисоблаш ва маълумотлар алмашинув жараёнларини бошқараш имкони яратилади.

Электрэнергияси истеъмолини башорат қилиш учун қисқа муддатли моделлар (24 соат) ҳарорат маълумотлари мавжуд бўлганда қуйидаги операциялар бажарилди:

1. ушбу иккита жараённинг стационарлигини таъминлаш учун, автоматик ва ўзаро боғлиқлик функцияларидан фойдаланган ҳолда, киришнинг ҳарорати ( $T_t \sim$  ва чиқиш (электр юклама  $L_t$ ) кунлик ва ҳафталик даврийликни ҳисобга олиб, тескари фарқ оператори  $\nabla$  сифатида қабул қилинди:

$$\nabla \nabla T_t = t_t; \quad (6)$$

$$\nabla \nabla_{24} \nabla_{168} L_t = l_t, \quad (7)$$

2. олдиндан кириш орқали узатиш функцияси моделини аниқлаш. Ушбу босқичда умумий моделдаги параметрнинг тахминий баҳоси олинади:

$$l_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)} t_{t-b} + n_t, \quad (8)$$

бунда  $n_t$  - стохастик юклама,  $\omega(B)$  ва  $\delta(B)$  В-даги кўпхадлар, В эса орқага силжиш операторидир.

3. автокорреляция ва қисман автокорреляция функциясидан фойдаланган ҳолда стохастик юк моделини аниқлаш.

4. квадратларнинг шартли йиғиндиси ёрдамида параметрларни аниқлаш ва қолдиқ функциянинг автокорреляциясини ва илгари қолдирилган кириш

билан қолган ўртасидаги ўзаро корреляцион функцияни ўрганиш орқали параметрларни текшириш.

5. қисқа муддатли соат бўйича электр юкламанинг прогнози. Модель, шунингдек, прогнознинг ўзгаришини ҳисоблаш имконини беради.

Бунга мувофиқ қуйидаги модель олинади:

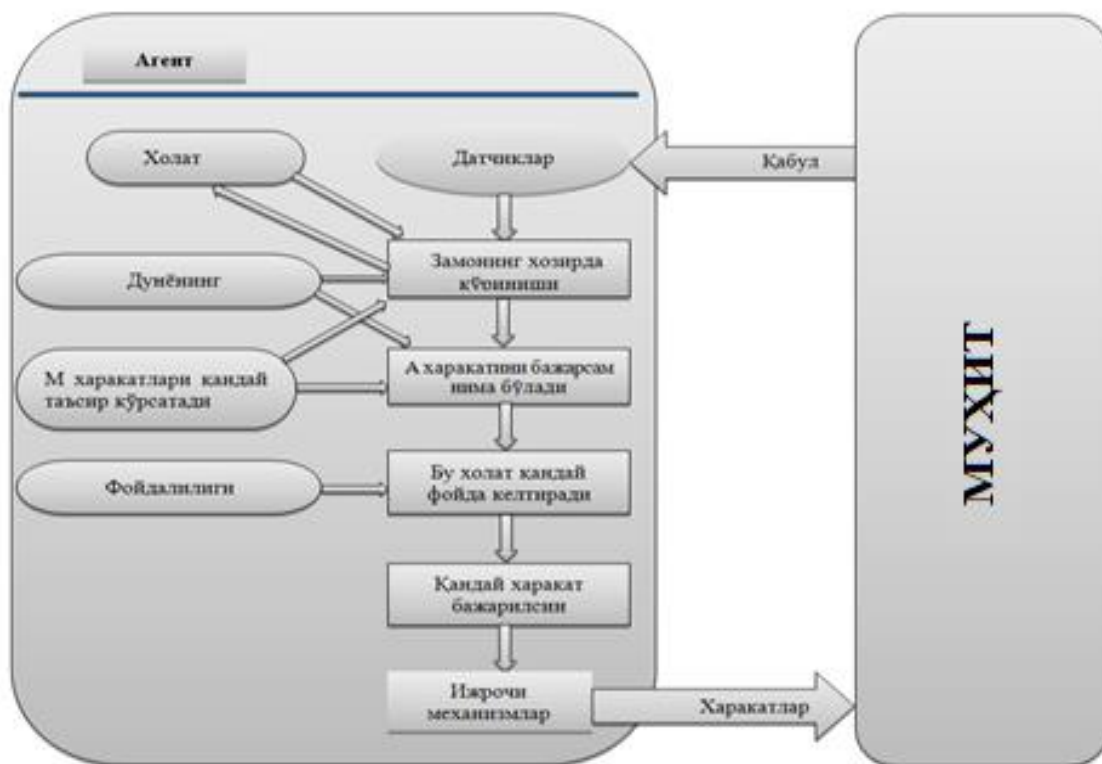
$$\nabla_{24}\nabla_{168}L_t = \omega_1\nabla\nabla_{24}T_t + n_t, \quad (9)$$

$$n_t = \mu(1 - \theta_1B)(1 - \theta_{24}B^{24})(1 - \theta_{168}B^{168})a_t \quad (10)$$

Ушбу модель ташқи ҳарорат ва электр юклама ўртасидаги муносабатларнинг номуносаблигини ҳисобга олмайди. Бундан ташқари, ёруғлик ва шамол тезлиги каби бошқа киришлар қабул қилинмайди, чунки улар деярли электр юкламага таъсир қилмайди ва кўпинча ташқи ҳаво ҳарорати билан боғлиқдир.

Диссертациянинг «**Пахтани қайта ишлаш корхоналари электр энергия таъминотини бошқариш усуллари**» деб номланган учинчи бобида ақлли бошқарув тизимлари стратегиясини, кўп агентли тизимларда ноаниқ бошқариш моделини ва ноаниқ тўпламлар назариясига асосланган FACTS технологиясини қўллаш натижалари баён этилган.

Ўз-ўзини ташкил этиш хусусияти биргаликда ишлайдиган режалаштириш ва вазифаларни бажариш учун зарур бўлганда динамик равишда яратиладиган ва ўзгартириладиган агентларнинг виртуал кластерлари ёрдамида амалга оширилади (3-расм). Воситачи агентлар кластерлар ичида ҳам, кластерлар ўртасида ҳам ҳаракатларни мувофиқлаштирадилар.



3-расм. Модель ва фойдалиликга асосланган агентнинг тузилиши

Ушбу тузилмага асосланиб, ноаниқлик туридаги ўлчовини  $V$  қуриш мумкин, ҳақиқий барча манба режалари тўпламида  $\mathcal{A}_N$  аниқланган ва энг кам ноаниқ манба-режани танлаш учун уни  $\mathcal{P} = \{\mathcal{P}_k\}_{k \in \overline{1, K}}$  дан оптималлаштириш мумкин:

$$\mathcal{P}_{k_0} = \arg \underset{k \in \overline{1, K}}{\text{opt}} V(\mathcal{P}_k), \quad (11)$$

бунда  $k_0 \in \overline{1, K}$ .

Натижа шуни кўрсатадики, битта  $P_{k,m}$  кластерга агентларни киритиш оператори томонидан аниқланган  $R_{k,m}$  боғлиқлик, шу конфигурацияга ноёб тарзда тайинланади (бошқа  $P_{k,m}$  конфигурацияни тавсифлаб бўлмайди). Шундай қилиб, ҳар бир аниқ боғлиқлик  $R_{k,m}$ , унинг конфигурациясига тайинланган юзага келиш даражаси  $\alpha_{k,m}$  билан боғлиқ бўлиши мумкин.

Қуйида ихтиёрий равишда ўрнатиладиган  $k \in \overline{1, K}$  ва эркин олинандиган  $P_{k,m}$  ( $m \in \overline{1, M_k}$ ) конфигурация учун бошланғич  $\mathcal{P}_k$  режа кўриб чиқилган.

Шунда пайдо бўлишнинг тайинланган даражаси  $\alpha_{k,m}$  га тенгдир, шу билан боғлиқ бўлган аниқ боғланишнинг характерли матрицаси (3) шаклга эга. Шу нуқтаи назардан, аввал аъзолик матрицаси  $\alpha_{k,m} H_{k,m}$  кўринишда ифода этилган  $\alpha_{k,m} R_{k,m}$  ( $\mathcal{A}_N \times \mathcal{A}_N$  га аниқланган) ноаниқ боғлиқликни қуриш мумкин. Шунда,  $\mathcal{P}_k$  манба режаси билан албатта боғлиқ бўлган  $\mathcal{R}_k$  ноаниқ боғлиқлик шунчаки юқоридаги барча ноаниқ боғлиқликларнинг ноаниқ бирлашмасидир.

$$\mathcal{R}_k = \bigcup_{m=1}^{M_k} \alpha_{k,m} R_{k,m}. \quad (12)$$

Агар (12) да максимал ноаниқ бирлашмаси ишлатилса, унда  $\mathcal{R}_k$  аъзолик  $N \times N$  матрицасининг таърифи қуйидагича ифодаланади.

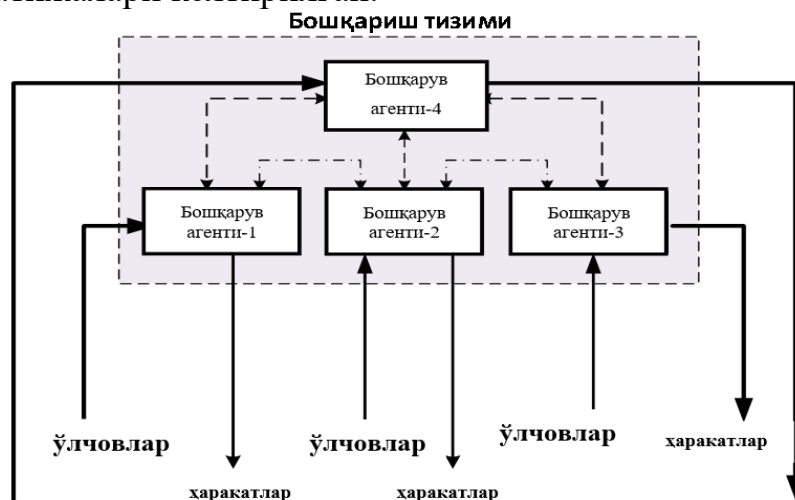
$$\mathcal{M}_k \stackrel{\text{def}}{=} \max_{m \in \overline{1, M_k}} \{ \alpha_{k,m} H_{k,m} \}, \quad (13)$$

бунда « $\max_{\bullet}$ » глобал даражадаги матрицаларга эмас, балки матрицаларнинг локал элементларига нисбатан қўлланиладиган “ $\max$ ” операторини билдиради.

Турли хил манба - режаларини тузишда асосий ғоя - уларни баҳолаш  $\mathcal{R}_{k_0}$  дан  $\alpha$  ва пасайиш тартибида саралаш. Ушбу тартиб ноёбдир, уни дастлабки КАТ маълумотларидан бошлаб белгилаш мумкин. Моделни қуришда КАТ эволюциясини вақт оралиғида ўлчаш ҳисобга олинмаганлиги сабабли, вақт тартиб мезони мавжуд эмас. Шундай қилиб, режа истеъмол қилинган электр энергиясининг ноаниқ индикатори томонидан ишлаб чиқарилган манба режасига тўғри келади.

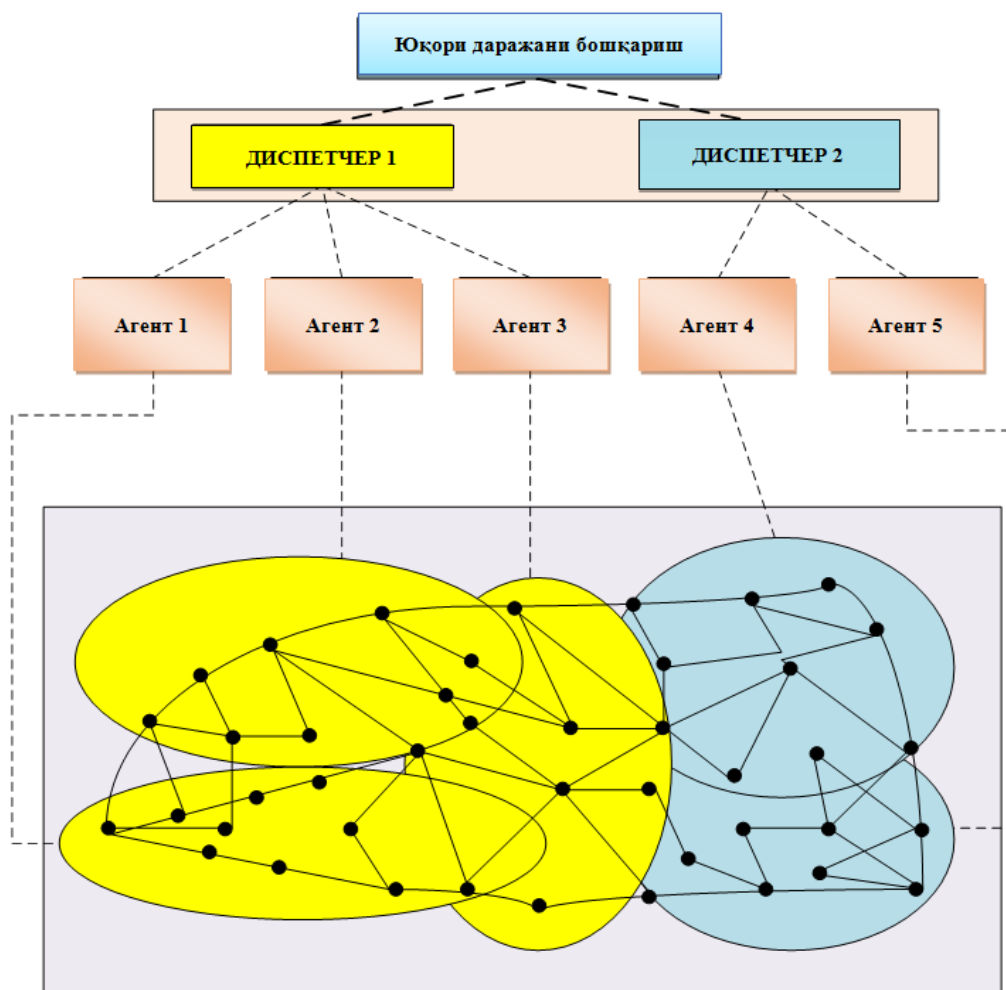
Диссертациянинг «**Пахтани қайта ишлаш корхонасининг электр энергиясини истеъмол қилиш режимларини башоратлаш усуллари**» деб номланган тўртинчи бобида электр энергиясини тақсимлаш тизимлари масаласини ҳал қилиш усуллари, тармоқ технологияларига асосланган энергия

тизимларининг кўп босқичли моделлари ва пахта тозалаш корхоналари электр энергия истеъмолининг нейрон тармоқлар усулида башоратлаш бўйича тадқиқотлар натижалари келтирилган.



**4-расм. Кўп қатламли бошқарув тузилмаси**

Бир нечта бошқарув агентлари мавжуд бўлганда ва ушбу бошқарув агентларининг баъзилари бошқа агентларни мажбурий равишда таъсир ўтказиши ёки бошқариши мумкинлиги нуқтаи назаридан бошқа бошқарув агентлари устидан ваколатга эга (4-расм).



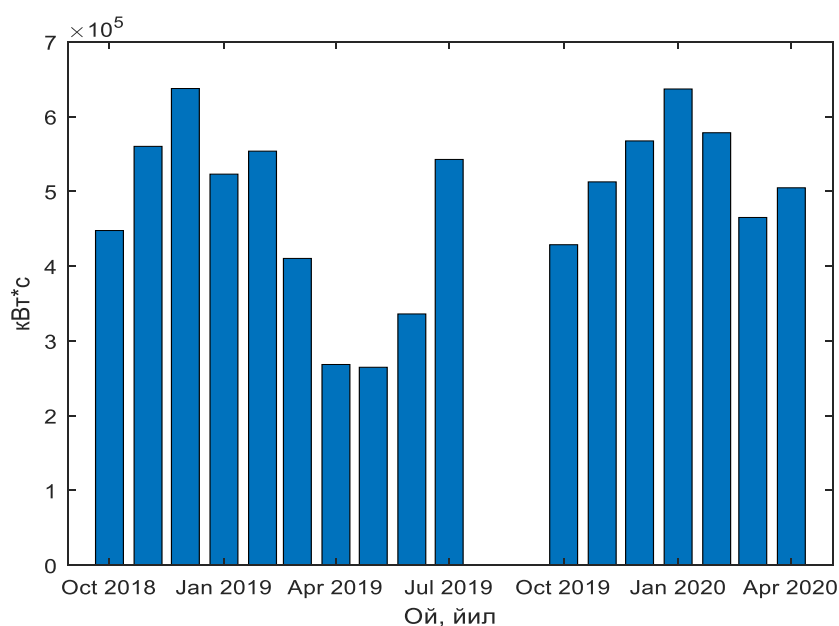
**5- расм. Электр тармоқларини бошқаришнинг кўп даражали тизими**



Кўп агентли бошқарув тузилмалари ишончилиликни оширади, коммуникацион алоқа узилишларини қисқартиради, маълумотларнинг мавжуд эмаслиги ва бошқарувга киришнинг чекланганлиги хусусиятига эга. 5-расмда электр тармоқларини бошқаришнинг кўп даражали тизими кўрсатилган.

Пахта тозалаш корхоналарида электр энергия истеъмоли ва хом ашёнинг қайта ишланиши тарқоқ тавсифига эга бўлганлиги ҳамда маълумотларни интуитив равишда аниқлаш мумкинлигини инобатга олиб, мазкур sanoatда нейрон тармоқлари усулида электр энергия истеъмолини башорат қилиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

«OQQO‘RG‘ON PAXTA SANOAT» МЧЖ мисолида электр энергия истеъмолининг нейрон тармоқлар асосида башоратлаш масаласи тадқиқ этилган. 6-расмда «OQQO‘RG‘ON PAXTA SANOAT» МЧЖ электр энергия истеъмоли гистограммаси келтирилган.



**6-расм. «OQQO‘RG‘ON PAXTA SANOAT» МЧЖ электр энергия истеъмоли гистограммаси**

Ҳозирги кунда корxonанинг электр энергия истеъмолини режалаштириш ишлаб чиқариш маҳсулотининг меъёрлари бўйича олиб борилади ва башоратлашнинг аниқлиги етарлича эмас. Электр энергиянинг солиштирма харажати ўтган йилги даврига ўхшаш маълумотларни ҳисобга олиб қабул қилинади. «OQQO‘RG‘ON PAXTA SANOAT» МЧЖ зарурати учун электр тармоқлари корxonаси билан тузиладиган шартнома асосида электр энергияни сотиб олади. Корxonанинг электр энергия сотиб олиш шартномасига кўра йиллик, ойлар ва соат бўйича бўлинган электр энергиясини режали истеъмол буюртмаси берилади. Натижада, корxonада бир календар ой ва бир соатлик электр энергиясини истеъмол қилишни башорат қилиш тизими асосида алгоритмни ишлаб чиқиш вазифаси пайдо бўлади.

Кўриб чиқилаётган корxonада электр энергия истеъмолини режалаштириш, хусусан жинлаш ва линтерлаш цехида меъёр бўйича олиб

борилади. Электр энергия истеъмолини режалаштириш ойлар билан бўлинган бир йил муддатда амалга оширилади.

Электр энергиясини режали истеъмоли:

$$W_{\text{реж}} = k_{\text{ой}} \cdot Q_{\text{реж}}, \quad (14)$$

бунда  $k_{\text{ой}}$  – ҳисобланаётган ойга маҳсулот бирлигига тўғри келувчи электр энергия сарфи меъёри, кВт·соат/т;  $Q_{\text{реж}}$  – ишлаб чиқариш маҳсулотининг режали қиймати, т.

Қуритиш цехи технологик жараёни учун электр энергиянинг режали истеъмоли бундан пахта хом – ашёсини тортиб қуритиш барабанида қуритилиш учун кетадиган электр энергия сарфи режали истеъмоли корхонада тўпланган пахта хирмони ҳажмидан келиб чиқиб аниқланади.

Шу билан бирга қуритиш цехини электр энергия истеъмолини башорати аниқ ойлар билан ўрнатилган солиштирма электр энергия сарфи меъёрлари бўйича амалга оширилади ва қуйидагича аниқланади:

$$W_{\text{реж}}^{\text{кур}} = (k_{\text{ой}}^{\text{бар}} + k_{\text{ой}}^{\text{сўр}}) Q_{\text{реж}}^{\text{кур}}, \quad (15)$$

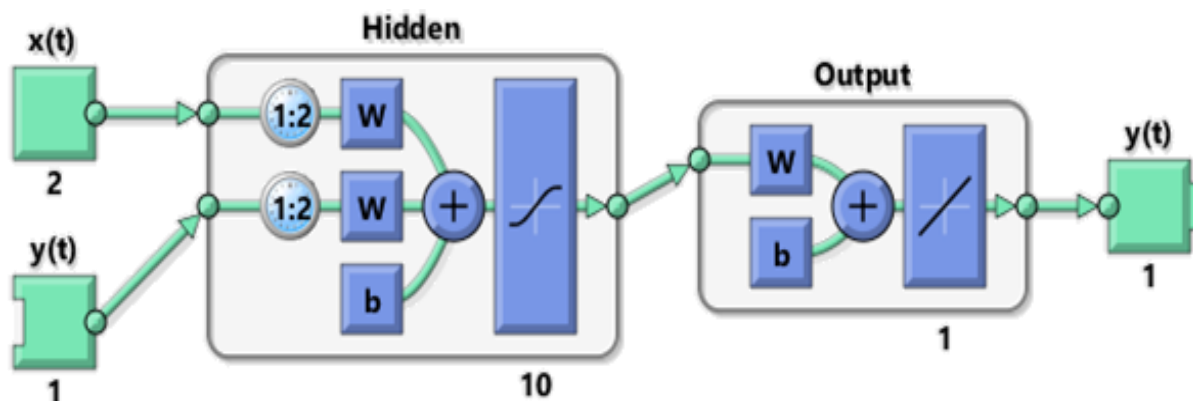
бунда  $k_{\text{ой}}^{\text{бар}}$  – пахта хом - ашёсини қуритиш цехида электр энергиясининг солиштирма сарфи меъёри, кВт·соат/т;  $k_{\text{ой}}^{\text{сўр}}$  - пахта хом - ашёсини қуритиш цехига етказиш учун кетадиган электр энергиясининг солиштирма сарфи меъёри, кВт·соат/т.

Корхоналарда фойдаланиладиган электр энергиясини истеъмолини башоратлаш методи аниқ эмас ва электр энергиясини истеъмол қилиш, корхонанинг таркибий цехлари томонидан ишлаб чиқариш ҳажми тўғрисида маълумотни ўз ичига олади. Корхонада электр энергиясини истеъмол қилишни ҳисобга олиш ва ҳисобга олишининг автоматлаштирилган тизими мавжуд эмас ва корхонанинг алоҳида технологик қайта ишлашларида электр энергиясини истеъмол қилиш ҳажмини ишончли ҳисоблаш мумкин бўлган техник ҳисоб тугунлари етарлича эмас.

Корхонада электр энергиясидан оқилона фойдаланишни бошқаришнинг ечими - сунъий нейрон тармоқлари асосида электр энергия истеъмолини башорат қилиш тизимини ишлаб чиқиш ва жорий этиш орқали амалга оширишдир. Ушбу башорат қилиш усули кўп қатламли тузилишга эга ва кетма-кет уланадиган сунъий нейрон тармоқларидан фойдаланишга асосланган. Сунъий нейрон тармоғи (СНТ) - бу инсон мияси билан боғлиқ бўлган оддий биологик жараёнларни симуляция қиладиган ҳисоблаш структурасидир. Ушбу структуралардаги элементар ўзгарткич сунъий нейрон бўлиб, биологик прототипга ўхшашлиги билан номланган.

СНТ нинг муҳим хусусияти бу тармоқ энг яхши сифатли функционал бўлган барча кириш-чиқиш векторларининг боғлиқлик функциясини амалга

оширадиган нейрон тармоқлари параметрларини қидиришни ўрганиш қобилияти ҳисобланади (7-расм).



7-расм. Нейрон тармоқларнинг тузилиши

Нейрон тармоқларини Байсиан ёндашуви асосида шакллантирилади ва модель қурилади. Шаклнинг белгиланган функцияси танланади:

$$g(x) = \sum_{h=1}^k w_h \varphi_h(x), \quad (16)$$

бунда  $k$  – нейрон тармоғининг қатланмалар сони,  $\varphi_h(x)$  асосий функциялар ва  $w_h$  маълумотлардан олинган коэффицентлар. Мақсад қуйидаги функция орқали олиш мумкин

$$y_i = g(x_i) + \epsilon_i, \quad (17)$$

бунда  $g(x_i)$  - номаълум функция ва  $\epsilon_i$ - ўртача нол ва дисперсия  $\sigma^2$  га тенг бўлган мустақил Гауссинг тасодифий ўзгарувчилари.

## ХУЛОСА

«Интеллектуал тармоқлар усули ёрдамида пахтани дастлабки қайта ишлаш корхоналари энергия таъминотининг самарадорлигини ошириш» мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Кўп агентли тизимлар назариясига асосланиб, электр энергияси таъминоти самарадорлигини оширишга таъсир кўрсатадиган энг муҳим омилларни аниқлашга имкон берадиган математик модель ишлаб чиқилди. Натижада саноат корхонасининг электр энергияси таъминоти самарадорлик кўрсаткичини аниқлаш сунъий интеллект таҳлили асосида тадқиқ қилишга эришилди.

2. Тасодифий кўзгатишларга дуч келадиган динамик объект сифатида қараладиган мульти агентли тизимни мослаштириш асосида электр тармоқлари модели таъсир этувчи факторларни эътиборга олган ҳолда асосланган ва ишлаб чиқилган. Натижада корхонада энергия тежаш тадбирларни устуворлик даражаси бўйича навбатлаш имкониятини яратади.

3. Электроэнергетика объектларининг параметрларини қисқа муддатли башоратлар усули бўйича ахборот тизими ишлаб чиқилган. Натижада корхонада электр энергия истеъмолини башоратлашга қаратилган дастурий модуларни яратишга имкон беради.

4. Корхона электр энергияси истеъмоли тизимларининг ишончилигини унинг хавфсизлигига нисбатан баҳолаш масалалари ўрганилди. Натижада корхоналарда энергетик тадқиқотларни ўтказиш заруриятини аниқлаш имконияти яратилди.

5. Корхонанинг электр таъминот тизимида автоном агент асосида кўп даражали архитектура тақдим этилди. Натижада корхонада умумий харажатларини 7-10 % қисқартириш имконини берган.

6. Электр истеъмоли режимларини мослашувчан FACTS технологияси тизимига асосланган электр тармоқни бошқариш усули ишлаб чиқилган. Натижада бир йилда 55 670 000 сўм иқтисодий самарага эришилган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.10.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ  
ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА**

---

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР» АО «УЗБЕКЭНЕРГО»**

**ТОЛИПОВ ЖАМШИД НУРБЕКОВИЧ**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ  
ПРЕДПРИЯТИЙ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ХЛОПКА МЕТОДОМ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ**

**05.05.07 – Электротехнологии и электрооборудования в сельском хозяйстве**

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

**Ташкент-2021**

Тема диссертации доктора философии (Doctor of Philosophy) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером В2021.1.PhD/T1826.

Диссертация выполнена в Обществе с ограниченной ответственностью «Научно-технический центр» АО «Узбекэнерго».

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице научного совета по адресу: (www.tiame.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz)

**Научный руководитель:**

**Ишназаров Ойбек Хайрилаевич**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Юсубалиев Аширбой**  
доктор технических наук, профессор

**Баратов Рустам Жалилович**  
кандидат технических наук, доцент

**Ведущая организация:**


**Ташкентский Государственный  
Технический Университет  
имени Ислама Каримова**

Защита диссертации состоится «23» июня 2021г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании Научного Совета DSc.03/30.12.2019.T.10.01 при Ташкентском институте инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (Адрес: 100000, г.Ташкент, ул. Кары Ниязи, 39). Тел: (+99871) 237-09-45, факс: (+99871) 237-38-79, email: admin@tiame.uz.)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства (регистрационный № 169) (Адрес: 100000, г.Ташкент, ул. Кары Ниязи, 39). Тел: (+99871) 237-09-45, факс: (+99871) 237-38-79, email: admin@tiame.uz.

Автореферат диссертации разослан «14» июня 2021 года.  
(Реестр протокола рассылки № 56 от «11» декабря 2020 года).



  
**Б.С.Мирзаев**  
член научного совета по присуждению  
ученых степеней, д.т.н., профессор

**У.Т.Кузиев**  
Научный секретарь совета по присуждению  
ученых степеней, (PhD) доцент

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

## ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации доктора философии (PhD))

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире уделяется особое внимание повышению эффективности энергообеспечения предприятий по переработке сельхозпродукции, экономии электроэнергии и ресурсов за счет регулирования их нагрузок, в том числе распределения интервалов нагрузки. В настоящее время в мире «... существуют разные подходы к управлению потреблением электроэнергии на основе интеллектуальных сетей и их адаптации к требованиям сети, использования систем автоматической адаптации и определения оптимальных режимов работы»<sup>1</sup>. В этой связи большое внимание уделяется управлению электрическими сетями, оптимальному регулированию нагрузок, снижению влияния факторов определяющих качество продукции, а также распределению и использованию электроэнергии на основе искусственного интеллекта.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на сокращение годового потребления энергетических мощностей в технологическом процессе переработки сельскохозяйственной продукции, по разработке научно-технических решений, а также по улучшению их эксплуатационных характеристик. Работы в этом направлении считаются актуальными, в том числе по прогнозированию на основе искусственного интеллекта количества энергопотребления хлопкоочистительных предприятий, по контролю нагрузки производственных мощностей, регулированию потребления активных и реактивных мощностей, а также по повышению энергетической эффективности производства. Также особое внимание уделяется определению важных факторов, влияющих на потребление электрической энергии в технологическом процессе предварительной переработки хлопка и разработке алгоритма управления электрических сетей на основе искусственного интеллекта.

В нашей Республике реализуются широкомасштабные мероприятия по построению графиков энергопотребления различного оборудования и устройств технологического процесса предварительной переработки хлопка, по обоснованию применения и исследования способа интеллектуальных сетей в повышении эффективности энергопотребления предприятий на основе различных цифровых технологий, и достигаются определенные результаты. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы определены задачи по «... сокращению энергоемкости и ресурсоемкости экономики, широкому внедрению энергосберегающей технологии в производство, увеличению производительности производства продукции»<sup>2</sup>. Для реализации этих задач, важными являются, в частности, определение возможностей дополнительного энергосбережения через комплексное исследование энергоэффективности производства.

---

<sup>1</sup><https://doi.org/10.1515/eng-2020-0028>

<sup>2</sup>Указ Президента Республики Узбекистан № ПП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

Данная диссертационная работа в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года № УП-4947 «Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Постановлении Президента Республики Узбекистан от 26 мая 2017 года №ПП-3012 «О мерах по повышению энергоэффективности промышленных предприятий и социальных сфер, по расширению применения возобновляемых источников энергии в 2017-2021 годы», а также других нормативно-правовых документов, принятых в данной области.

**Соответствие исследованию приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики И. «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

#### **Степень изученности проблемы.**

Научные исследования, направленные на обоснование и разработку теории моделирования систем, а также методы повышения эффективности энергоснабжения предприятий проводились зарубежными учёными такими как: Бажинов А.Н., Шер А.П. (Белоруссия), Гусев А.Л. Айвазян С.А., Андрукович П.Ф., Бахвалов Ю.А., Галустов М.Ю, Котельников В.А., Лукашин Ю.Г. (Россия), Kalman R.E. (Германия), Shannon C.E. (США) и другие.

В Республике в этом направлении занимались исследованиями такие ученые как А.Раджабов, А.Мухаммадиев, Х.М. Муратов, Ф.А. Хошимов, А.Юсубалиев, А.Ж. Исаков, Ш.М.Музафаров, О.Х. Ишназаров, А.И. Каршибоев и другие.

Однако, несмотря на значительные положительные результаты в этом направлении, вопросы построения математической модели хлопкоперерабатывающего завода в зависимости от алгоритма управления системой электроснабжения и основных факторов, влияющих на потребление электроэнергии не изучены в достаточном уровне. В данной работе всесторонне рассмотрены задачи повышения эффективности электроснабжения технологического процесса предварительной переработки хлопка, связанные качественными показателями расчетов как точность, надежность, структурные данные, автоматизация, скорость передачи информации и другие задачи связанные с высокими требованиями и предложены их решения.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках фундаментального проекта, включенного в план научно-исследовательских работ ООО «Научно-технического центра» АО «Узбекэнерго» БФ-2-001 «Развитие теории и способов оценки энергоэффективности интеллектуальных электрических сетей, а также разработка модели системы оптимального управления их рабочих режимов» (2017-2020).



**Цель исследований.** Разработка способа управления на основе интеллектуальных сетей для повышения эффективности энергоснабжения технологического процесса предварительной переработки хлопка.

**Задачи исследований:**

совершенствование системы электроэнергоснабжения предприятия предварительной переработки хлопка на основе интеллектуальных сетей;

разработка алгоритма управления системы электроэнергоснабжения предприятия предварительной переработки хлопка;

разработка математической модели как функции основных факторов воздействующих на электроэнергопотребление предприятия предварительной переработки хлопка;

разработка модели энергетической эффективности на основе адаптации мульти агентной системы, рассматриваемой как динамический объект со случайными возмущениями.

**Объектом исследований** выбран процесс потребления энергии в технологическом процессе предварительной переработки хлопка.

**Предметом исследований** является обоснование математических закономерностей применения способа интеллектуальных сетей для решения проблем практического прогнозирования и нелинейного моделирования технико – экономических процессов, а также разработанные математические модели.

**Методы исследований.** В процессе исследований использованы методы математической статистики и теории вероятностей, математический анализ, поэтапные регрессионные и корреляционные-регрессионные методы, способ интеллектуальных сетей и основные законы теоретической электротехники.

**Научная новизна исследований** заключается в следующем:

обоснованы параметры случайного возмущения мульти агентной системы электроснабжения первичной переработки хлопка;

разработана энергоэффективная схема системы электроснабжения предприятия первичной переработки хлопка, которая основана с учетом сетевого взаиморасположения и разработан алгоритм управления;

разработана многоуровневая структура управления системой электроснабжения с учетом загруженности электрооборудования и изменения направления электрического потока;

выявлены основные факторы на основе взаимосвязанных нейронных сетей, влияющие на потребление электроэнергии предприятий первичной переработки хлопка.

**Практические результаты исследований** заключаются в следующем:

определена структура системы электроэнергоснабжения предприятия предварительной переработки хлопка;

определены нормативные параметры энергетических ресурсов предприятия предварительной переработки хлопка;

разработан алгоритм принятия решений при определении основных факторов энергопотребления во взаимосвязи с объектом потребления и входного промежутка;

разработана имитационная модель энергопотребления на основе нейронных сетей.

**Достоверность результатов исследований** обоснована соответствием параметров расхода электрической энергии полученных расчетным путем и в программной модели Matlab, также соответствием результатов теоретических и экспериментальных исследований.

**Научная и практическая значимость результатов исследований.** Научная ценность результатов исследований характеризуется использованием оптимизированных структур на основе способа интеллектуальных сетей при определении энергопотребления для технологических процессов переработки хлопка.

Практическая ценность результатов исследований заключается в том, что разработаны алгоритмические обеспечения, позволяющие сократить общее время расчетов и полной реализации функциональной совокупности алгоритмов переработки информации для системы энерго обеспечения.

**Внедрение результатов исследований.** На основе полученных результатов по повышению эффективности энергоснабжения предприятий переработки хлопка:

результаты теоретических исследований по повышению эффективности энергоснабжения технологического процесса предварительной переработки хлопканы на основе теории интеллектуальных сетей внедрены в производство ООО «ABC OQOQO'RG'ON AGRO CLASSTER» ООО «OQOQO'RG'ON PAXTA SANOAT» (Справка № 11/04-27-5986 от 5 июня 2020 года Торгово-промышленной палаты Узбекистана). В результате получена возможность сокращения потерь электрической энергии в технологическом процессе предварительной переработки хлопка на 7-10 %

математическая модель и алгоритм управления технологическим процессом предварительной переработки хлопканы на основе теории нейронных сетей внедрены в производство ООО «ABC OQOQO'RG'ON AGRO CLASSTER» ООО «OQOQO'RG'ON PAXTA SANOAT» (Справка № 11/04-27-5986 от 5 июня 2020 года Торгово-промышленной палаты Узбекистана). В результате получена возможность повышения надежности системы электроснабжения в 1,2 раза.

энергоэффективные режимы работы технологического процесса предварительной переработки хлопка внедрены в производство ООО «ABC OQOQO'RG'ON AGRO CLASSTER» ООО «OQOQO'RG'ON PAXTA SANOAT» (Справка номером 11/04-27-5986 от 5 июня 2020 года Торгово-промышленной палаты Узбекистана). В результате получен годовой экономический эффект в размере 55 670 000 сум.

**Апробация результатов исследований.** Результаты исследований обсуждены на 7 научно-практических конференциях, в том числе 5 на международных и 2 в республиканских конференциях.

**Опубликованность результатов исследований.** По теме диссертации опубликованы всего 14 научных работ, в том числе, рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан научных изданий для опубликования результатов исследований докторских диссертаций 7 статей, из

них 5 в республиканских и 2 в зарубежных журналах.

**Объем и структура диссертации.** Диссертация состоит из введения четырех глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации состоит из 106 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

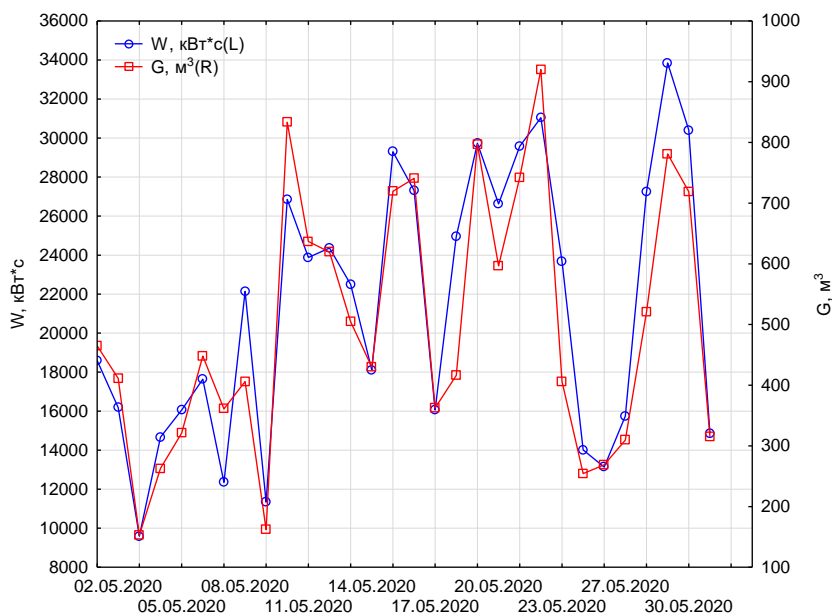
**Во введении** обосновываются актуальность и востребованность, цель и задачи проведенных исследований, характеризуются объект и предмет исследований, показано соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики, излагаются научная новизна и практическая ценность исследований, раскрываются научная и практическая ценность результатов исследований, содержится информация о внедрении в производство результатов исследований, о публикациях и сведениях об объеме и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Необходимость применения интеллектуальных сетей в электроснабжении предприятий предварительной переработки хлопка»** представлены энергетический анализ технологических процессов предприятий предварительной переработки хлопка, энергетические показатели существующих систем электроснабжения, интеллектуальные сети и их возможности применения, также выбор способа моделирования интеллектуальных сетей для систем электроснабжения.

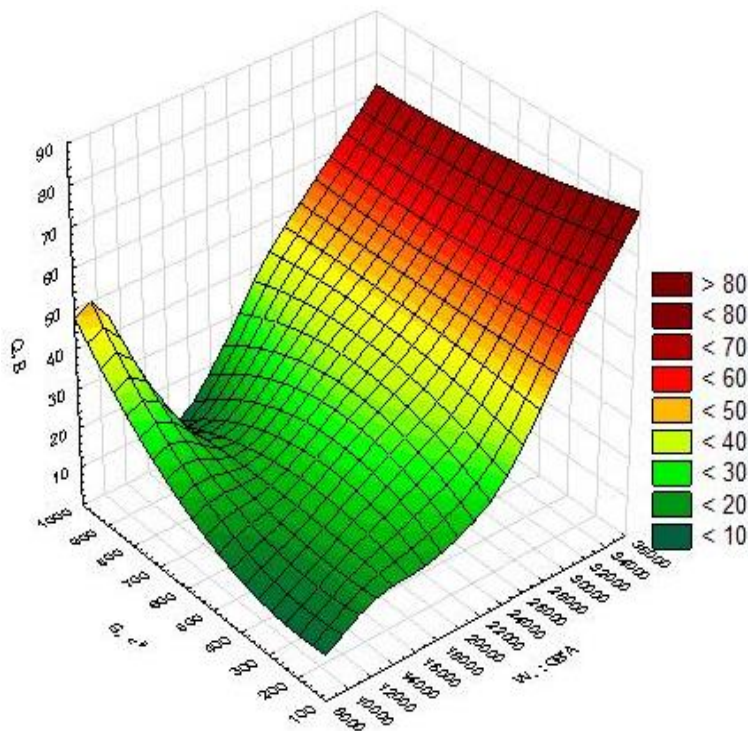
Заводы по предварительной переработке хлопка оснащены современными технологическими оборудованиями, позволяющие получать высококачественное хлопковое волокно. Разработана программа технического переоснащения, реконструкции и строительства новых хлопкоочистительных заводов. Все предприятия и их хлопкоприемные пункты практически оснащены однотипными технологическими оборудованиями. Однако, каждое предприятие имеет свои технологические особенности и энергетические показатели, в частности удельное электроэнергопотребление носит резкоизменчивый характер. Анализ значений удельного электроэнергопотребления предприятий по месяцам года показывает, что при одинаковом объеме производства хлопкового волокна имеют скачкообразные значения. Фактическое значение удельного расхода электрической энергии составляет в пределах от 300 до 700 кВт.час.

Энергетические рабочие режимы, количество потребляемого газа и электрической энергии хлопкоочистительных предприятий зависит от качественных показателей сырья (хлопкового волокна). В соответствии с этим в предприятии ООО «ABC OQOQO'RG'ON AGRO CLASSTER» в составе ООО «OQOQO'RG'ON PAXTA SANOAT» (в течении 2019-2020 года) проведены экспериментальные исследования по изучению рабочих режимов и расхода энергоресурсов. На основе анализа полученных результатов исследований

получены графики потребления энергетических ресурсов (электрическая энергия и газ) (рис.1) и энергетическая характеристика предприятия ООО «OQQO‘RG‘ON PAXTA SANOAT» (рис.2).



**Рис.1. Месячное потребление энергетических ресурсов (электрическая энергия и газ)**



**Рис.2. Энергетическая характеристика предприятия ООО «OQQO‘RG‘ON PAXTA SANOAT»**

В таблице 1 приведены обобщенные аналитические результаты, полученные на основе эмпирических исследований. При этом показаны оценка

математической модели расхода электрической энергии и результаты их регрессионного анализа.

Таблица 1.

**Регрессионный анализ потребления электроэнергии.**

		Сводка регрессии потребления электроэнергии: $W$ , кВт*ч $R=$ ,55618283 $R^2=$ ,30933934 Adjusted $R^2=$ ,12916700 $F(6,23)=1,7169$ $p<$ ,16210 Стандартная ошибка: 6417,4				
N=30	$b^*$	Std.Err. of $b^*$	$b$	Std.Err. of $b$	$t(23)$	$p$ -value
Параметры			29407,46	19271,13	1,525985	0.140649
$a$ , г/м <sup>3</sup>	-0,54528	0,765778	-1934,51	2716,79	-0,71206	0.483590
$b$ , г/м <sup>3</sup>	-0,26034	0,588472	-217,92	492,59	-0,44239	0,662337
$c$ , г/м <sup>3</sup>	0,314957	0.421989	1442,01	1932,04	0,746364	0.463009
$q$ , г/м <sup>3</sup>	0,002335	0.460315	11,97	2360,54	0.005073	0.995996
$p$ , г/м <sup>3</sup>	0,141355	0,267545	1158,06	2191,88	0,528341	0.602324
$f$ , г/м <sup>3</sup>	-0,10041	0.304884	-846,5	2570,18	-0,32935	0.744869

здесь: Effect – количество доли воздействия каждого фактора на потребление электрической энергии; Std. Error – стандартная ошибка оценки эффекта;  $t$  ( $df$ ) и  $p$  - value – значения  $t$  - критерия и уровня  $p$ ;  $t$  - критерий используется для проверки гипотезы о равенстве свободного члена нулю;  $F$  – значение  $F$  - критерия;  $df$  –  $F$  - количество свободных степеней критерия;  $p$  – степень значимости; Coeff. – коэффициенты уравнения; Std. Err. Coeff. – стандартные ошибки коэффициентов (уравнения).

Таким образом, в результате выполненного регрессионного анализа получена модель потребления электрической энергии ( $W$ , кВт\*ч) в функции отвлажности хлопка-сырца выходящей из бунта ( $a$ , г/м<sup>3</sup>), загрязненности хлопка-сырца выходящей из бунта ( $b$ , г/м<sup>3</sup>), влажности хлопка-сырца после жинирования на выходе из жинной машины ( $c$ , г/м<sup>3</sup>), загрязненности хлопка-сырца выходящей из жинной машины ( $g$ , г/м<sup>3</sup>), влажности семян ( $p$ , г/м<sup>3</sup>) и влажности волокна ( $f$ , г/м<sup>3</sup>):

$$W = 29407,46 - 1934,51a - 217,92b + 1442,01c + 11,97g + 1159,06p - 846,5f, \quad (1)$$

то есть определена модель потребления электрической энергии, теоретические результаты которых сравниваются с результатами полученных в предварительных экспериментальных исследованиях. Анализ соответствия модели к предварительным сведениям показывает достаточную точность полученных результатов.

Разработана многоагентная модель и правила взаимодействия агентов для прогнозирования потребления электрической энергии, создано математическое описание проблемы.

Во второй главе диссертации под названием «Технологии моделирования элементов интеллектуальных сетей электро энергетической системы хлопкоочистительных предприятий» разработаны модель, прогнозирующая потребление электрической энергии при стохастической нагрузке и моделирована электрическая сеть на основе ковариационной матрицы, создана стохастическая модель электрической сети на основе адаптации многосетевой системы, определены факторы влияющие на количество расхода энергии в предприятиях переработки хлопка, определены факторы влияющие на количество расхода энергии в предприятиях переработки хлопка на основе теории многоагентной системы.

В начале определяется множество агентов:

$$C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$$

здесь:  $C$  – множество агентов системы,  $n$  - начальное количество агентов.

$$\begin{aligned} C_k k \{d_k^s, d_k^a, d_k^{Ma}, d_k^A, d_k^C\}, \\ d_k^s \in P(d_s), d_k^{sa} \in P(d_a), \\ d_k^{Ma} \in P(d_{Ma}), \\ d_k^A \in P(d_A), d_k^C \in P(d_C), \\ 0 \leq k \leq n, \end{aligned} \quad (2)$$

здесь:  $k$  – индекс показывающий номер агента,  $d_k^s$  – температура наружного воздуха, определяется из распределения  $P(d_s)$ ;  $d_k^a$  - степень освещения, определяется из распределения  $P(d_a)$ ;  $d_k^{Ma}$  – состояние электрооборудования, определяется из распределения  $P(d_{Ma})$ ;  $d_k^A$  – качественные показатели сырья, определяются из распределения  $P(d_A)$ ;  $d_k^C$  – продолжительность дня, определяется из распределения  $P(d_C)$ .

Температура наружного воздуха, как основная характеристика агента, изменяется по следующему выражению:

$$(C_k)_{t \rightarrow 1} \rightarrow (C_k) \{(d_k^a)_t = (d_k^a)_{t-1} + 1\}. \quad (3)$$

Если выполняется следующее условие, агент считается не существенным:

$$(d_k^a)_t > d_k^{Ma} \Rightarrow C = C - \{C_k\}. \quad (4)$$

Если выделенный фактор в выражении (3) незначительно влияет на энергопотребление, имеется возможность удаления агента из системы. Значимость агента в системе, то есть влияние агента на потребление электрической энергии изменяется последующему выражению:

$$\begin{aligned} (d_k^{Ma}) = d_k^a + H1(d_k^a), \\ \text{если } d_k^{Ma} > d_k^a + H(d_k^a), d_k^A = \text{правда} \\ d_k^{Ma} = d_k^a + H2(d_k^a), d_k^A, \end{aligned} \quad (5)$$

если  $d_k^{Ma} > d_k^a + H(d_k^a), d_k^J = \text{правда}$

$$d_k^{Ma} = d_k^a + H3(d_k^a), d_k^A,$$

если  $d_k^{Ma} > d_k^a + H(d_k^a), d_k^J = \text{сеть} \Rightarrow d_k^A = \text{правда}$

здесь:  $H1(d_k^a)$  – влияние агента на энергопотребление, с положительной реакцией на  $d_k^a$ , зависящей от изменения температуры;  $H2(d_k^a)$  – влияние агента на энергопотребление, с положительной реакцией на  $d_k^J$ , зависящей от изменения температуры;  $H3(d_k^a)$  – влияние агента на энергопотребление, с положительной реакцией на  $d_k^a$  и  $d_k^J$ , зависящей от изменения температуры.

Электроэнергетические сети предприятий по очистке хлопка-сырца характеризуются сложностью взаимосвязей, значительным охватом сетей и большими энергетическими потоками. Сети предприятий включают в себя множество линий и отдельных устройств и мощностей, соединяющих источники энергии с потребителями электрической энергии, создающие сложную систему нагрузок.

Развитие интеллектуальной сети направлено повышению эффективности существующей сети через средства управления и направлена на децентрализацию сети. Эти идеи хотя стали уже преоритетными в существующих сетях, предлагаемая интеллектуальная сеть этих и других функций реализуется при помощи Internet приложений, при этом система позволяет контролировать двухстороннюю связь и распределенный расчет энергетического баланса в реальном режиме времени, даже на уровне бытовой техники. Таким образом реализация интеллектуальных сетей взаимосвязано с рациональной интеграцией новых информационных и коммуникационных технологий с традиционной энергосистемой.

В результате создается возможность управления процессами обмена информации и расчета параметров перегрузки, частоты, напряжения участвующих в процессе производства, передачи и распределения электрической энергии на уровне киберфизики, тесно связанной с системой электроснабжения.

Для прогнозирования потребления электрической энергии в краткосрочных моделях (24 час.), при наличии температурных сведений, выполняются следующие операции:

1. для обеспечения стационарности этих двух процессов используя функции взаимосвязи и автоматики, температура входа и выхода ( $T_t \sim$  и выход), электрическая нагрузка (электрическая нагрузка  $L_t$ ) с учетом периодичности недель принимается к качестве обратного оператора  $\nabla$  в следующем виде:

$$\nabla \nabla T_t = t_t; \quad (6)$$

$$\nabla \nabla_{24} \nabla_{168} L_t = l_t, \quad (7)$$

2. определение модели передаточной функции через передний вход. На этом этапе принимается ориентировочная цена параметра общей модели:

$$l_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)} t_{t-b} + n_t, \quad (8)$$

здесь:  $n_t$  – стохастическая нагрузка,  $\omega(B)$  и  $\delta(B)$  составные члены –  $B$ ,  $B$  – оператор обратного хода.

3. определение модели стохастической нагрузки, используя автокорреляцию и частичную автокорреляцию.

4. проверка параметров при помощи, как условные суммы квадратов и проверка параметров через изучения автокорреляционной остаточной функции и взаимокорреляционной функции ранее пропущенным входом и других параметров.

5. краткосрочный прогноз электрической нагрузки по часам. Модель, также позволяет вычислять изменения прогноза.

В соответствии с этим принимается следующая модель:

$$\nabla_{24} \nabla_{168} L_t = \omega_1 \nabla \nabla_{24} T_t + n_t, \quad (9)$$

$$n_t = \mu(1 - \theta_1 B)(1 - \theta_{24} B^{24})(1 - \theta_{168} B^{168}) a_t \quad (10)$$

Эта модель не учитывает несоответствия величин наружной температуры и электрических нагрузок. Кроме этого, не принимаются во внимания такие входные параметры, как освещённость, скорость ветра, так как влияние этих параметров незначительное, и определяются только температурой наружного воздуха.

В третьей главе диссертации под названием «Способы управления электроэнергоснабжением предприятий переработки хлопка» изложены результаты применения стратегии умной системы управления, модели неопределенного управления в многоагентных системах и технологии FACTS, основанные на теории неопределенных множеств.

Свойство самоорганизации, совместной работы и выполнения задач планирования и при необходимости динамически создаваемые и регулируемые агенты выполняются при помощи виртуальных кластеров. (рис.3). Посреднические агенты как внутри кластеров, так и между кластерами выполняют функции приспособливания движений.

Основываясь по этой структуре можно построить измерения неопределенного вида  $V$ , определить множество действительных всех источников  $\mathcal{A}_N$  и для выбора наименьшего неопределенного плана-источника  $\mathcal{P} = \{\mathcal{P}_k\}_{k \in \overline{1, K}}$  можно оптимизировать из следующего:

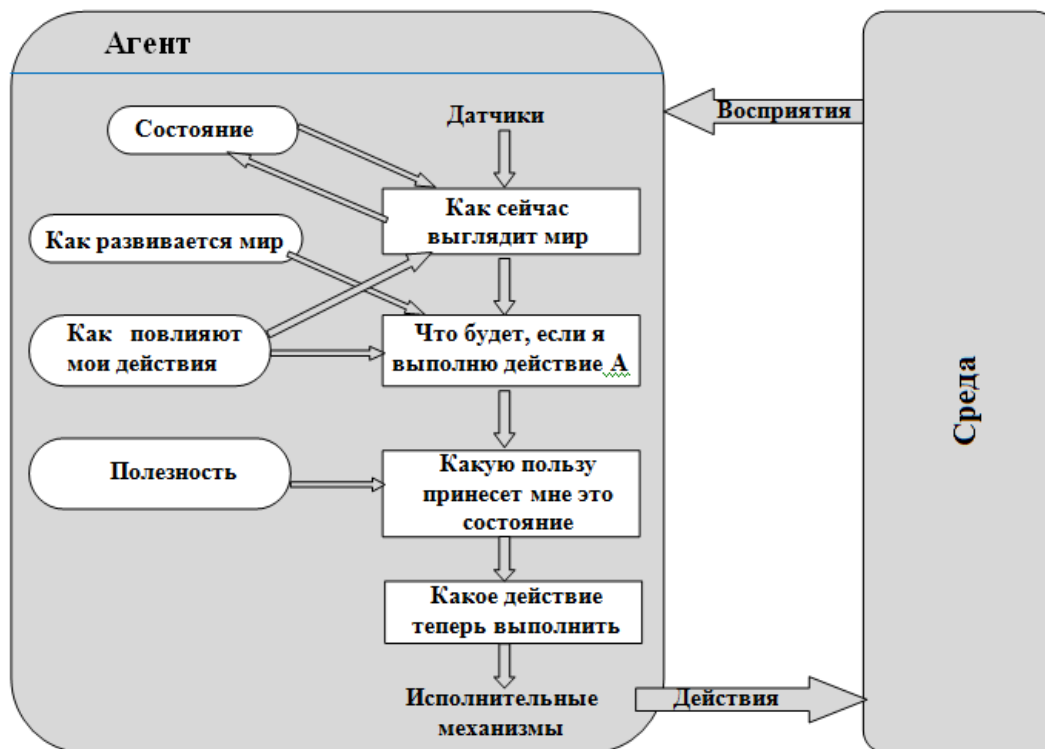
$$\mathcal{P}_{k_0} = \arg \underset{k \in \overline{1, K}}{\text{opt}} V(\mathcal{P}_k), \quad (11)$$

здесь:  $k_0 \in \overline{1, K}$ .

Результаты показывает, что агенты на один кластер  $\mathcal{P}_{k,m}$ , определяемые входными операторами взаимосвязь,  $R_{k,m}$  прикрепляются к этой конфигурации



специфичным образом (при этом нельзя охарактеризовать других конфигураций  $P_{k,m}$ ). Таким образом, каждая точная взаимосвязь  $R_{k,m}$ , может быть связана с её конфигурацией со степенью  $\alpha_{k,m}$  установленной степенью появления параметра.



**Рис.3. Устройство агента основанной на модели и полезности**

Далее рассмотрен начальный план  $\mathcal{P}_k$  для свободно выбираемой конфигурации  $P_{k,m}$  ( $m \in \overline{1, M_k}$ ) произвольно устанавливаемый  $k \in \overline{1, K}$ . При этом степень установления появления равен величине  $\alpha_{k,m}$ , характерная матрица связанная точной взаимосвязи с ним имеет форму (3). С этой точки зрения можно построить неопределенную взаимосвязь  $\alpha_{k,m} R_{k,m}$  (определяется как  $\mathcal{A}_N \times \mathcal{A}_N$ ), в начале определенный в виде матрицы членства  $\alpha_{k,m} H_{k,m}$ . При этом связанный планом источника  $\mathcal{P}_k$  неопределенная взаимосвязь  $\mathcal{R}_k$  является неопределенной общностью всех выше указанных взаимосвязей.

$$\mathcal{R}_k = \bigcup_{m=1}^{M_k} \alpha_{k,m} R_{k,m} . \quad (12)$$

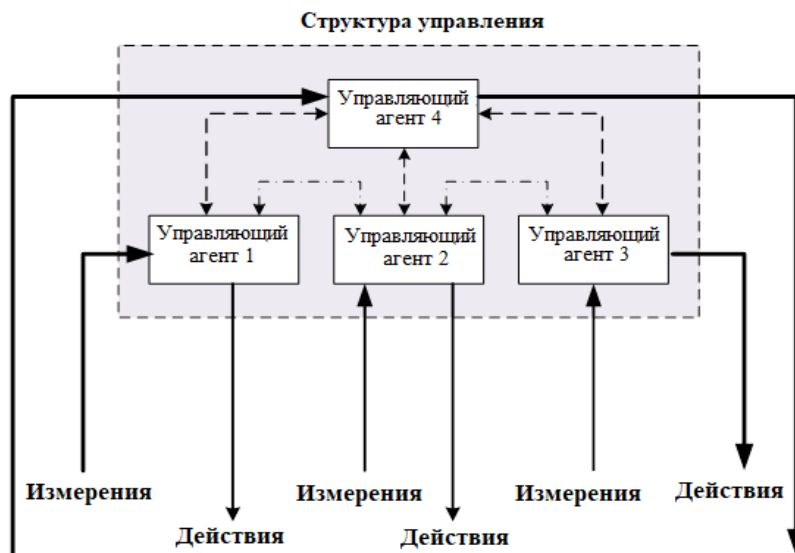
Если в (12) используется максимальная неопределенная общность, тогда членство  $\mathcal{R}_k$   $N \times N$  матрицы выражается следующим образом:

$$M_k \stackrel{def}{=} \max_{m \in \overline{1, M_k}} \bullet \{ \alpha_{k,m} H_{k,m} \} , \quad (13)$$

здесь: «max•» обозначает не матрицы глобального уровня, а только означает “max” операторов локальных элементов матрицы, используется только относительно max операторов.

Основная идея составления различных источников – планов их оценка сортировки от  $R_{k_0}$  до  $\alpha$  по порядку снижения. Этот порядок особенный, его вначале можно обозначить сведениями от КАТ. При построении модели КАТ эволюции из-за неучета временных промежутков здесь отсутствует временные критерии. Таким образом, план соответствует плану источника разработанной по неопределенному индикатору плана энергопотребления.

В четвертой главе диссертации под названием «Способы прогнозирования режимов потребления электрической энергии предприятия по переработке хлопка» приведены результаты исследований, выполненных по прогнозированию потребления электрической энергии способом нейронных сетей, способам решения задач систем распределения электрической энергии, многоступенчатости модели энергетических систем, основанные на сетевых технологиях.



**Рис.4. Многослойная структура управления**

При наличии нескольких управляемых агентов некоторые из этих управляемых агентов имеют возможность вынужденно оказывать воздействие на другие агенты или имеют власть управлять другими управляемыми агентами (рис.4).

Многоагентные структуры управления повышают надежность, сокращают перерывы коммуникационных связей, имеют свойства отсутствия информации и ограниченность входа к управлению. На рис.5 приведена многоступенчатая система управления электрическими сетями.

Из-за того, что в хлопкоочистительных предприятиях потребление электрической энергии и переработка сырья имеют разбросанную характеристику, также с учетом возможности определения информации интуитивно в этом предприятии целесообразно прогнозировать потребление электрической энергии способом нейронных сетей.

На примере ООО «OQQO'RG'ON PAXTA SANOAT» исследована задача прогнозирования потребления электрической энергии на основе нейронных сетей. На рис.6 приведена гистограмма потребления электрической энергии в ООО «OQQO'RG'ON PAXTA SANOAT».

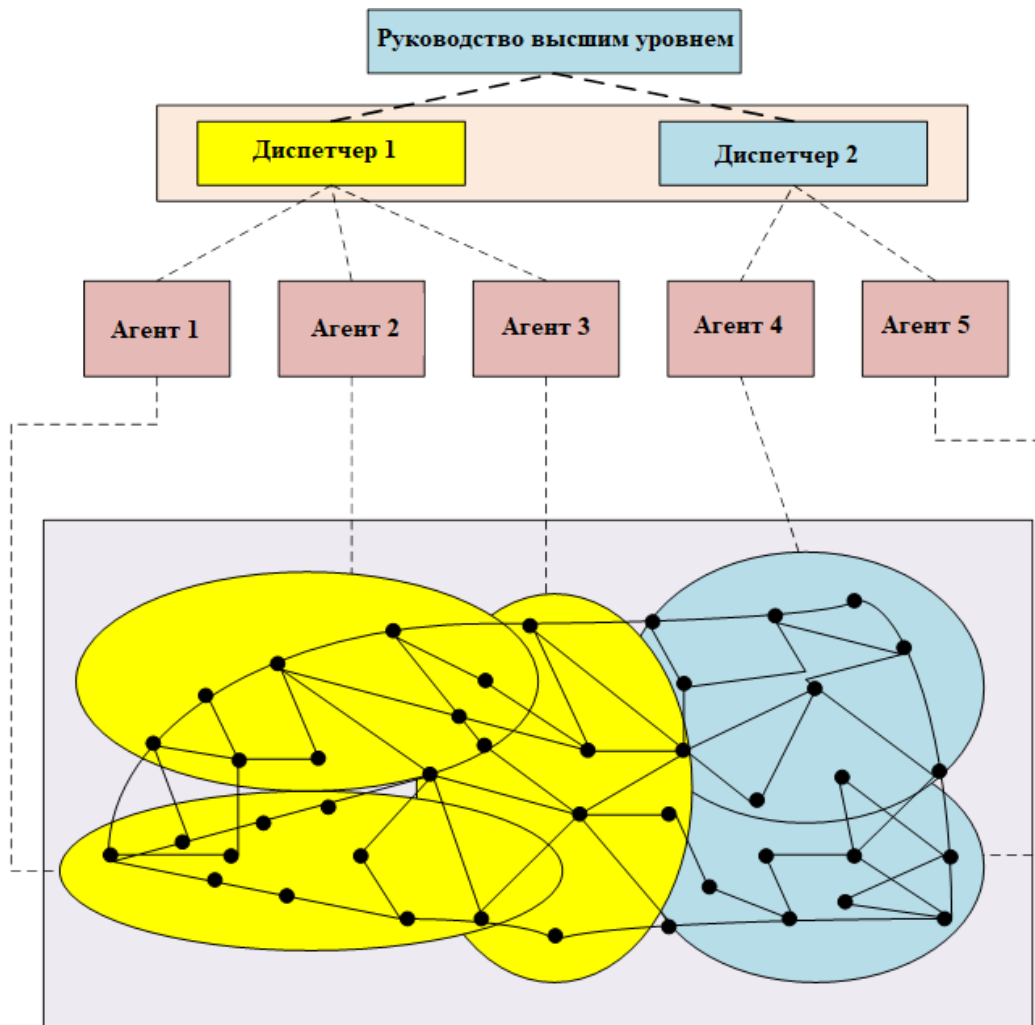


Рис.5. Многоступенчатая система управления электрических сетей

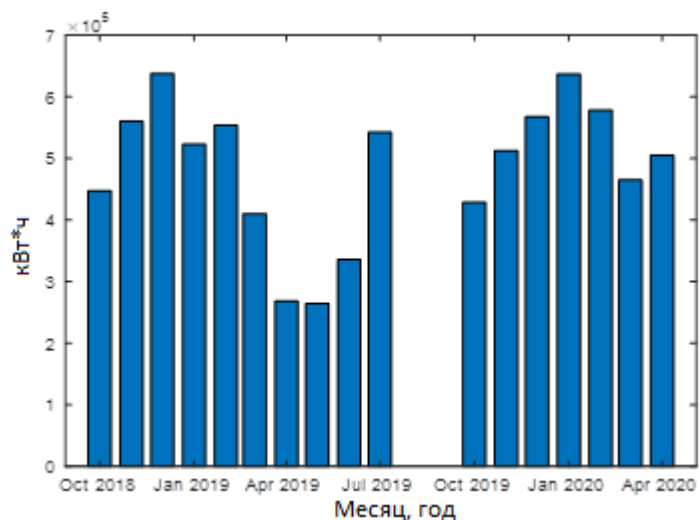


Рис.6. Гистограмма потребления электрической энергии ООО «OQQO'RG'ON PAXTA SANOAT»

В настоящее время планирование потребления электрической энергии предприятия выполняется по нормам на производство продукции и точность прогнозирования потребления электрической энергии недостаточна. Удельный расход электрической энергии принимается по аналогичным сведениям прошлого периода. ООО «OQQO‘RG‘ON PAXTA SANOAT» для своих нужд закупает электрическую энергию на основе договора (контракта) составляемый с предприятием электрических сетей. По договору закупки электрической энергии предприятием заказывается запланированное количество электрической энергии в год, по месяцам и по часам. В результате, возникает задача разработки алгоритма на основе прогнозирования потребления электрической энергии предприятия на один календарный месяц и на один час.

В рассматриваемом предприятии проводится планирование электропотребления, в частности в цехах джинирования и линтерования по соответствующим нормам. Планирование электропотребления выполняется сроком на один год, с распределением ее по месяцам.

Запланированное значение электропотребления определяется из выражения:

$$W_{\text{план}} = k_{\text{мес}} \cdot Q_{\text{план}}, \quad (14)$$

здесь:  $k_{\text{мес}}$  – норма расхода электрической энергии, соответствующая единице продукции в расчетный месяц, кВт·час/т;  $Q_{\text{план}}$  – запланированное количество производимой продукции, т.

Запланированное потребление электрической энергии для технологических процессов сушильного цеха от бунта хлопка-сырца до сушильного барабана определяется из планового потребления (нормы) расхода электрической энергии и исходя из объема хлопка-сырца собранного в предприятии.

Вместе с этим прогноз по потреблению электрической энергии сушильного цеха определяется по установленным нормам удельного расхода электрической энергии по конкретным месяцам из следующего выражения:

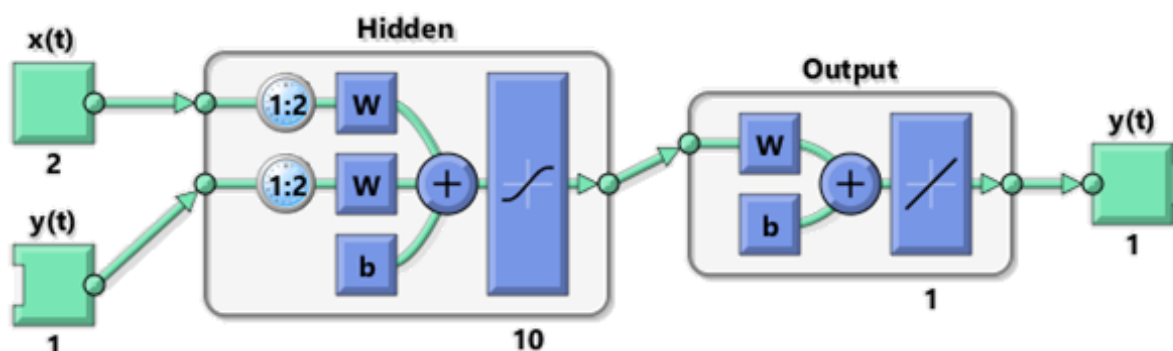
$$W_{\text{план}}^{\text{суш}} = (k_{\text{мес}}^{\text{бар}} + k_{\text{мес}}^{\text{нор}}) Q_{\text{план}}^{\text{суш}}, \quad (15)$$

здесь:  $k_{\text{мес}}^{\text{бар}}$  – норма расхода электрической энергии на сушку хлопка сырца в сушильном цехе, кВт·час/т;  $k_{\text{мес}}^{\text{нор}}$  – норма расхода электрической энергии на транспортировку хлопка сырца до сушильного цеха, кВт·час/т.

Используемый в предприятиях метод прогнозирования потребления электрической энергии неточен и содержит сведения о потреблении электрической энергии, объеме производства продукции отдельными цехами, входящими в структуру предприятия. В предприятиях переработки хлопка отсутствует автоматизированная система учета параметров и узлов технического вычисления, где вычисляется объем электропотребления в отдельных технологических процессах переработки сырья.

Решение управления рационального использования электрической энергии предприятия – реализация через разработки и внедрения системы прогнозирования потребления электрической энергии на основе искусственных нейронных сетей. Этот способ прогнозирования имеет многослойную структуру и основан на использовании последовательно соединенных искусственных нейронных сетей. Искусственные нейронные сети (ИНС) – это вычислительная структура позволяющая симулировать простые биологические процессы, связанные с человеческим мозгом. В этих структурах элементарными преобразователями является искусственный нейрон и назван подобием биологическому прототипу.

Важным свойством ИНС является способность изучения и поиска параметров нейронных сетей, реализующие функции взаимосвязи всех входных и выходных векторов при наилучших функционалах сетей (рис.7).



**Рис.7. Структура нейронных сетей**

Нейронные сети формируются на основе Байсианова приближения и строится модель сети. Выбирается установленная функция формы сети:

$$g(x) = \sum_{h=1}^k w_h \varphi_h(x), \quad (16)$$

здесь:  $k$  – количество слоев нейронной сети,  $\varphi_h(x)$  основные функции и  $w_h$  коэффициенты полученные из информации. Цели можно добиться через следующую функцию:

$$y_i = g(x_i) + \epsilon_i, \quad (17)$$

здесь:  $g(x_i)$  - неизвестная функция и  $\epsilon_i$  - среднее ноль и случайные переменные самостоятельной функции Гаусса, равные дисперсии  $\sigma^2$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов диссертационной работы по теме «Повышение эффективности энергоснабжения предприятий первичной переработки хлопка методам интеллектуальных сетей» доктора философии (PhD) представлено заключение:

1. Разработана математическая модель, позволяющая определить основные факторы влияющие на повышение эффективности электро энергообеспечения,

основанная на теорию многоагентной системы. В результате получена возможность определения показателей эффективности электроэнергоснабжения промышленного предприятия на основе анализа искусственного интеллекта.

2. Разработана и обоснована модель электрических сетей, учитывающая факторы воздействия на основе адаптации мульти агентной системы, рассматриваемый как динамический объект со случайными возмущениями. В результате получена возможность ранжирования мероприятия по энергосбережению предприятия по степени влияния на энергоэффективность производства.

3. Разработана информационная система по способу краткосрочного прогнозирования параметров объектов электроэнергетики. В результате получена возможность создания программных модулей, направленных на прогнозирование электроэнергопотребления предприятия.

4. Определены задачи оценки надежности и относительной безопасности системы электроэнергопотребления предприятия. В результате получена возможность определения необходимости проведения энергетических исследований предприятия.

5. Представлена многоступенчатая архитектура на основе использования автономного агента в системе электроснабжения предприятия. В результате получена возможность сокращения общих затрат в предприятии на 7-10%.

6. Разработан метод управления электрической сетью, на основе системы FACTS технологий, адаптирующими режимами электропотребления предприятия. В результате получен экономический эффект в размере 55 670 000 сум/год.

**SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC  
DEGREES DSc.03/30.2019.T.10.01 AT THE TASHKENT INSTITUTE OF  
IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION ENGINEERS**

---

**LIMITED LIABILITY COMPANY SCIENTIFIC – TECHNICAL CENTER  
JSC «UZBEKENERGO»**

**TOLIPOV JAMSHID NURBEKOVICH**

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF ENERGY SUPPLY TO PRIMARY  
COTTON PROCESSING PLANTS USING SMART GRID TECHNOLOGY**

**05.05.07 – Electro technologies and electrical equipment in agriculture**

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTORAL  
OF PHILOSOPHY (PhD) ON TECHNICAL SCIENCES**

**Tashkent – 2021**

The theme of the doctoral of philosophy (PhD) dissertation is registered in the Higher Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2021.1.PhD/T1826.

The dissertation was performed at Limited Liability Company Scientific – Technical Center JSC «Uzbekenergo».

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific council (www.tiame.uz) and at the Information and educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

**Scientific supervisor:**

**Ishnazarov Oybek Khayrilaevich**  
Doctor of technical science, Professor

**Official opponents:**

**Yusubaliyev Ashirboy**  
Doctor of technical science, Professor  
**Baratov Rustam Jalilovich**  
Candidate of technical science, Associate professor

**Leading organization:**

**Tashkent State Technical University named  
Islom Karimov**

The defense of the dissertation will be held at 10<sup>00</sup> on «23» JUNE, 2021 year at the scientific council meeting No.DSc.03/30.12.2019.T.10.01 at the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers (at the address: 39, Kari Niyazi street, Tashkent city, 100000.Tel: (+99871) 237-09-45; Fax: (+99871) 237-38-79, e-mail: admin@tiame.uz).

The dissertation is available at the Information-resource center of the Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers (registration number 169). Address: 39, Kari Niyazi street, Tashkent city, 100000. Tel: (+99871) 237-09-45; Fax: (+99871) 237-38-79, e-mail: admin@tiame.uz.

The abstract from the thesis is distributed JUNE «14», 2021.  
(Mailing protocol No 56 on December «11», 2021).



**B.S.Mirzaev**

Chairman of the scientific council for awarding of scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

**U.T.Kuziev**

Scientific secretary of the scientific council forwarding of scientific degrees, PhD, Associate Professor

**X.M.Muratov**

Chairman of academic seminar under the scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor



## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** consists of developing a method of controlling based on intelligent networks to increase the energy supply efficiency of the technological process of primary processing of cotton.

**The object of research** is the process of energy consumption in the technological processes of primary processing of cotton.

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

justified the parameters of the random disturbance of the multi-agent power supply system for the primary processing of cotton;

developed an energy-efficient scheme of the power supply system of the primary cotton processing enterprise based on the adaptation of the network interposition and the control algorithm;

developed a multi-level structure for managing the power supply system taking into account the workload of electrical equipment and changes in the direction of the electric flow;

identified the main factors influencing the consumption of electricity at a primary cotton processing plant on the basis of interconnected neural networks.

**Implementation of research results.** Based on the results of improving the energy supply of cotton processing enterprises:

the results of theoretical research on improving the energy efficiency of technological processes of primary processing of cotton based on the theory of intellectual networks were introduced in LLC «Akkurgan Pakhta Sanoat» of LLC«ABC Akkurgan Agro Cluster» (Reference of Chamber of Commerce and Industry of Uzbekistan, dated June 5, 2020, 11/04-27-5986). As a result, it is possible to reduce the loss of electricity in the technological processes of primary processing of cotton by 7-10%.

mathematical model and control algorithm of the technological process of primary processing of cotton on the basis of the theory of neural networks was introduced in «Akkurgan Pakhta Sanoat» LLC of «ABC Akkurgan Agro Cluster» LLC (Reference of Chamber of Commerce and Industry of Uzbekistan, dated June 5, 2020 11/04-27-5986). As a result, this made it possible to increase the reliability of the power supply system by 1.2 times.

energy-saving mode of primary technological processing of cotton was introduced in «Akkurgan Pakhta Sanoat» LLC of «ABC Akkurgan Agro Cluster» LLC (Reference of the Chamber of Commerce and Industry of Uzbekistan, dated June 5, 2020 11/04-27-5986). As a result, the economic benefit was 55,670,000 sums a year.

**The structure and volume of the thesis.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of references and appendices. The volume of the dissertation contains of 106 pages.

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

**I бўлим; (I часть; I part)**

1. Ishnazarov O.Kh., Tolipov J.N., Kushev A.P. Multilevel models of power systems based on network technologies // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – India, September 2020 - Vol. 7. Issue

9 – Pp. 14971-14976. (05.00.00; №8).

2. Ishnazarov O.Kh., Tolipov J.N., Erkinov B.N. Electricity network modeling methods // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and technology. – India, July 2020 – Vol.7. Issue 7 – Pp. 14415-14419. (05.00.00; №8).

3. Isakov A., Tukhtamishev B., Tolipov J. Development of a method for evaluating the full energy capacity of cotton fiber production // Sustainable Agriculture. – Tashkent, 2020. №1(5). - Pp. 33-35. (05.00.00; №35).

4. Isakov A., Tukhtamishev B., Tolipov J. Calculation results for the evaluation of total energy capacity of products produced by the cotton cleaning industry // Sustainable Agriculture. – Tashkent, 2020. №2(6). – Pp. 21-23. (05.00.00; №35).

5. Исаков А.Ж., Тўхтамишев Б.Қ., Толипов Ж.Н. Исследование энергетических показателей электроприводов с преобразователями частоты на действующем оборудовании хлопко-очистительных заводов. // Irrigatsiya va melioratsiya. – Ташкент, 2020. № 3 (21). – С.78-81. (05.00.00; №22).

6. Ишназаров О.Х., Толипов Ж.Н., Тўхтамишев Б.Қ. Пахта тозалаш корхоналари электр энергия истеъмоллини нейрон тармоқлар усулида башоратлаш // Инновацион технологиялар. – Қарши, 2020. №4.– Б.51-56. (05.00.00; №38).

7. Tolipov J.N., Erkinov B.N. Increasing the reliability of electric consumption with neuron technologies of cotton ginning plants // Science and Education in Karakalpakstan. – Nukus, 2020. №3-4.–Pp.193-195. (05.00.00; №27).

**II бўлим; (II часть; II part)**

8. Муратов Х.М., Ахмедов О.Т., Толипов Ж.Н. Электр тармоқлар тизимларида юзага келиши мумкин бўлган табиий ва техноген хусусиятли фавқулодда вазиятларни прогнозлаш // Роль науки и практики в усилении устойчивости и актуализации управления рисками проявления экзогенных геологических процессов: Материалы международной научно-практической конференции. –Ташкент, 10-11 октябрь, 2019. – С. 85-88.

9. Ишназаров О.Х., Толипов Ж.Н. Вопросы оптимизации энергопотребления предприятий. // Проблемы повышения эффективности использования электрической энергии в отраслях агропромышленного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции. – Ташкент, 25-26 мая 2015. – С. 80-86.

10. Ишназаров О.Х., Толипов Ж.Н., Ахмедов О.Т. Модель прогнозирования потребления электрической энергии при стохастической нагрузке. // Проблемы повышения эффективности использования электрической энергии в аграрном секторе: Материалы международной научно-технической конференции. – Ташкент, 28-29 ноября 2018. – С.376-377.

11. Толипов Ж.Н. Энергетик тизимида энергия самарадорликни оширишда ақлли (Smart) тармоқлар технологияси таҳлили. // Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари: XIX-ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. – Тошкент, 14 -15 май, 2020. – Б.199-201.

12. Толипов Ж.Н. Пахта тозалаш заводларининг электр истеъмолини ишончлилигини оширишда нейрон технологиялар. // Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари: XIX-ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий-амалий анжумани материаллари тўплами.– Тошкент, 14 -15 май, 2020.– Б.202-205.

13. Толипов Ж.Н. К проблеме прогнозирования потребления электрической энергии при случайной нагрузке // Актуальные вопросы физико-математических и технических наук: теоретические и прикладные исследования: Материалы I Международной научно-практической интернет-конференции. – Украина, Киев, 2021. – С. 49-51.

14. Толипов Ж.Н. Возможности интеллектуальной системы управления электрической сетью // Актуальные вопросы физико-математических и технических наук: теоретические и прикладные исследования: Материалы I Международной научно-практической интернет-конференции. – Украина, Киев, 2021. – С. 52-55.

Автореферат «Irrigatsiya va melioratsiya» илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус ва инглиз (тезис) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (12.06.2021 й.)

Босишга рухсат этилди: 12.06.2021 йил  
Бичими 60x45 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>, «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.  
Шартли босма табағи 2,75 Адади: 50. Буюртма: № 102.

ТТЕСИ босмаҳонасида чоп этилди.  
Тошкент шаҳри, Шохжаҳон кўч., 5-уй.







