

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ” МИЛЛИЙ  
ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР  
БЕРУВЧИ DSc03/30.12.2019.Т.10.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ”  
МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ОЧИЛОВ ДИЛШОД МУБОРАКБЕК ЎҒЛИ**

**ДОН МАҲСУЛОТЛАРИ ҚОРҲОНАЛАРИ ВА НАСОС  
СТАНЦИЯЛАРИДА ЭЛЕКТР УСКУНАЛАР ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
ИШОНЧЛИЛИГИНИ ОШИРИШ**

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

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

**Тошкент-2023**

**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**

**Очиллов Дилшод Муборакбек ўғли**

Дон маҳсулотлари корхоналари ва насос станцияларида электр  
ускуналар эксплуатация ишончилигини ошириш..... 3

**Очиллов Дилшод Муборакбек ўғли**

Повышение эксплуатационной надежности электрооборудования  
зерноперерабатывающих предприятий и насосных станций..... 23

**Ochilov Dilshod Muborakbek o'g'li**

Increasing the reliability of operation of electrical equipment in cereal  
products enterprises and pumping stations..... 43

**E'lon qilingan ishlar ro'yxati**

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

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ” МИЛЛИЙ  
ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР  
БЕРУВЧИ DSc03/30.12.2019.Т.10.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ  
МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ”  
МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**ОЧИЛОВ ДИЛШОД МУБОРАКБЕК ЎҒЛИ**

**ДОН МАҲСУЛОТЛАРИ КОРХОНАЛАРИ ВА НАСОС  
СТАНЦИЯЛАРИДА ЭЛЕКТР УСКУНАЛАР ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
ИШОНЧЛИЛИГИНИ ОШИРИШ**

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

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

**Тошкент-2023**

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.1.PhD/T2112 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация “Тошкент ирригация ва кишлок хўжалигини механизациялаш мухандислари институти” Миллий тадқиқот университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (Ўзбек, рус, инглиз тилида (резюме)) илмий кенгаш веб-саҳифасида ([www.tiiame.uz](http://www.tiiame.uz)) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

<b>Илмий раҳбар:</b>	<b>Исаков Абдусалд Жалилович</b> техника фанлари доктори, профессор
<b>Расмий оппонентлар:</b>	<b>Муратов Хаким Махмудович</b> техника фанлари доктори, профессор <b>Раҳматов Абдугани Джумабекович</b> техника фанлари номзоди, доцент
<b>Етакчи ташкилот:</b>	<b>Қарши мухандислик институти</b>

Диссертация ҳимояси “Тошкент ирригация ва кишлок хўжалигини механизациялаш мухандислари институти” Миллий тадқиқот университети ҳузуридаги DSc. 03/30.12.2019.Т.10.01 рақамли илмий кенгашнинг 2023 йил «17» сентябр соат 14.00 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 “Тошкент ирригация ва кишлок хўжалигини механизациялаш мухандислари институти” Миллий тадқиқот университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (302 рақами билан рўйхатга олинган). (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 автореферати 2023 йил «18» сентябр да тарқатилди.  
(2023 йил «25» октябр даги 88 рақамли реестр баённомаси).



**Б.С. Мирзаев**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

**У.Т.Қушев**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби, PhD, доцент

**А.Мухаммадиев**

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

*(Handwritten signatures in blue ink)*

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда энергетика хавфсизлигини таъминлаш долзарб масалага айланаётган ҳамда аҳолининг энергияга бўлган талаби кун сайин ортиб бораётган бир даврда электр энергиясидан самарали фойдаланиш, энергия ва ресурс тежамкор технология ва техник воситаларни қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Дунё миқёсида аҳоли сони 8 млрд. дан ошганлиги<sup>1</sup> ва республикамиз бўйича бир йиллик электр энергияси истеъмоли 2022 йилда 74,3 млрд. кВт·с ни ташкил этишини ҳисобга олинса<sup>2</sup>, маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажми ва меҳнат унумдорлигини ошириш, энергия ресурсларини тежаш ва электр ускуналар ишончилигини ошириш ҳамда энергия тежамкор техник воситалардан фойдаланишни амалиётга кенг жорий этишни тақозо этади. Шу жиҳатдан, электр ускуналардан фойдаланиш самарадорлигини оширишда уларнинг тўхтаб туриш вақтини камайтириш ва ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратишни кенг жорий этиш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳонда жамиятнинг ижтимоий-иқтисодий ҳолатини барқарор ривожлантириш учун энергия хавфсизлигини таъминлашда замонавий энергия тежамкор технологиялар ва уларни амалга оширадиган янги илмий-техникавий ечимларни ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан электр ускуналарнинг ишдан чиқиш омилларини ҳисобга олган ҳолда уларнинг техник ҳолатини баҳолаб, носозлик даражасини аниқлайдиган инновацион диагностика ҳамда жиҳозларни қайта тиклаш ёки алмаштириш бўйича қарор қабул қилиш ва ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратиш асосида электр ускуналарнинг тўхтаб туриш вақтини камайтирадиган янги услубларни яратишга алоҳида эътибор берилмоқда. Шу жиҳатдан электр ускуналарнинг эксплуатация ишончилигини ошириш масаласи долзарб ҳисобланади ва келгусида иқтисодий ўсишни рағбатлантириб, товар ва хизматлар нархларини пасайтиради.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 мартдаги “Ўзбекистон Республикасида электр энергетика тармоғини янада ривожлантириш ва ислоҳ қилиш стратегияси тўғрисида”ги ПҚ-4249-сонли ва 2019 йил 22 августдаги “Иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологияларни жорий этиш ва қайта тикланувчи энергия манбаларини ривожлантиришнинг тезкор чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4422-сон қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меърий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади. Жумладан, илғор хорижий тажрибани инобатга олиб, мавжуд ресурслар ва ишга солинмаган салоҳиятни жалб этиш орқали энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологиялар ва техникалардан

<sup>1</sup> <https://aniq.uz/uz/statistika/dunyo>

<sup>2</sup> <https://minenergy.uz/uz/news/view/2580>

самарали фойдаланиш, уларнинг хизмат кўрсатиш муддатини ошириш, иқтисодиёт тармоқлар ва ижтимоий соҳанинг энергия сарфи ҳажмини кескин камайтириш борасидаги ишларни комплекс ташкил этиш, шунингдек, ёқилғи-энергетика ресурсларидан оқилона ва самарали фойдаланишни таъминлаш асосий мақсад қилиб белгиланди.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг 2.“Энергетика ва муқобил энергия манбалари” устувор йўналиши доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Энергетик ускуналар эксплуатацияси ва ремонт қилиш соҳасида охириги йилларда нашр қилинган илмий-техник адабиётлар таҳлили эришилган назарий ва амалий натижаларнинг муҳимлиги ҳақида гувоҳлик беради.

Хизмат кўрсатиш тизимларини бошқариш, уларнинг рақобатбардошлиги ва ривожланишининг долзарб масалаларига бағишланган, умумназарий концепциялари ишлаб чиқилган кўплаб илмий ишлар нашр этилган. Амалий масалаларнинг кўпайганлиги ва улар ўзининг ечимини топганлиги кўрсатилган. Ушбу муаммонинг назарий ва амалий ечимларига кўплаб монографиялар, илмий мақолалар ҳамда ишланмалар тўпламлари бағишланган. Мисол тариқасида шу соҳада тадқиқотлар олиб борган R.Calgary, A.Neel, De Fario, N.Adilipour, M.Bareith, A.Пястолов, Г.Ерошенко, В.Буторин, Л.Пришеп, Н.Сирих, Е.Киртбая, А.Мешков, Н.Синягин, В.Таран, Л.Авербух, Е.Блинский, А.Раджабов, Т.Камалов, М.Таран, Л.Бабченко, А.Соломкин ва бошқа олимларнинг илмий ишларини кўрсатиш мумкин.

Аммо илмий-тадқиқот объектларининг, уларнинг доимий мураккаблашуви, бузилишларини аниқлаш ва диагностика қилиш, иқлим шароитлари, хизмат кўрсатиш турлари рўйхатини шакллантириш ва бошқаларнинг турлича эканлиги бу муаммоларга, электр ускуналарнинг ишдан чиқиш ҳолати ва унинг олдини олишни башоратлашга илмий асосланган ёндашувни талаб этади.

Энергетик ускуналарни эксплуатация қилишда Ўзбекистоннинг иқлим шароитларини эътиборга олиш алоҳида аҳамиятга эга эканлигини таъкидлаш лозим, чунки бу унинг барқарор ишлашини таъминлашга шароит яратади. Бундан ташқари, бозор иқтисодиётига ўтиш шароитида кичик бизнес ва хусусий тадбиркорлик субъектларининг ривожланиши натижасида мулкчилик шакллариининг ўзгариши тегишли хизмат кўрсатишни талаб қилади. Лекин бугунги кунда ушбу йўналишда хизмат кўрсатиш мутахассис бўлмаганлар томонидан амалга оширилмоқда. Шунинг учун Ўзбекистон шароитидан келиб чиқиб аграр соҳада энергетик стратегиясини белгилаш, энергетик ускуналарнинг диагностика параметрларини аниқлаш, ишдан чиқиш ва унинг олдини олиш ҳолатини башоратлаш, ишлаб чиқариш унумдорлиги ва самарадорлигини оширишга тизимли ёндашув усулларидан фойдаланишни талаб этади.

**Диссертация тадқиқотининг дисертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” миллий тадқиқот университети илмий тадқиқот ишлари режасига мувофиқ “Насос станцияси электр ускуналарида электр энергиясини тежаш самарадорлигини оширишнинг инновацион услубларини илмий асослаш ва тадбиқ этиш методикаларини ишлаб чиқиш (Самарқанд ва Қашқадарё вилояти мисолида)” мавзусидаги №14-2020-сонли хўжалик шартномаси, “Қишлоқ хўжалиги электротехник ускуналари ишончлилиги ва эксплуатация самарадорлигини ошириш” мавзусидаги №5.14-2021-сонли ва “Рақамли технологиялар асосида электр ускуналар эксплуатация самарадорлигини ошириш ва сервис хизмат кўрсатиш тизимини такомиллаштиришнинг илмий методологик асослари” мавзусидаги №7.3-2023-сонли давлат бюджети лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** электр ускуналарнинг диагностика параметрларини аниқлаш, ишдан чиқиш ва унинг олдини олиш ҳолатини башоратлаш ва тўхтаб туриш вақтини камайтириш асосида электр ускуналардан самарали фойдаланиш ва ишончлилигини оширишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари** қуйидагилардан иборат:

1. электр ускуналарнинг асосий носозлик омилларини таҳлил қилиш ҳамда уларнинг техник ҳолатини диагностика қилиш учун мавжуд воситалар ва усулларни аниқлаш;

2. электр ускуналарнинг асосий носозликликлари, яъни ишдан чиқиш ҳолатига сабабчи бўлувчи асосий диагностик параметрларини аниқлаш ва диагностика матрицасини ишлаб чиқиш;

3. электр ускуналарнинг ишдан чиқиши, унинг олдини олиш чора-тадбирларини белгилаш, эҳтиёт қисмларни қайта тиклаш ёки алмаштириш ҳолатларини башоратлаш ҳамда тўхтаб туриш вақтини камайтириш бўйича математик модел ишлаб чиқиш;

4. электр ускуналарнинг ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратиш услубини яратиш ҳамда ишлаб чиқилган тизимнинг экспериментал тадқиқотларини ўтказиш ва уни агросаноат комплексида қўллашнинг иқтисодий самарадорлигини баҳолаш.

**Тадқиқот объекти** – ишлаб чиқариш корхоналари, дон маҳсулотлари корхонаси ва насос станциялари.

**Тадқиқот предмети** - электр ускуналар, жумладан электр мотор, ҳимоя ва бошқариш воситалари ҳамда башоратлаш усуллари ва алгоритм тизимлари.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Белгиланган вазифаларни ҳал қилиш учун дифференциал ва матрицали ҳисоблаш усуллари, компьютар симуляция воситалари, алгоритмлар назарияси, автоматик бошқариш ва ўтиш жараёнлари, дастурлаш, ҳисоблаш математикасидан фойдаланган ҳолда электр ускуналарнинг техник ҳолатларини моделлаштириш асосида амалга оширилди ва спектрал таҳлил қилинган. Олинган натижалар компьютар моделларида ва реал объектларда текширилган.

### **Тадқиқотнинг илмий янгилиги:**

электр ускуналарнинг ишдан чиқиш омилларини ҳисобга олган ҳолда унинг техник ҳолатини баҳолаб носозлик даражасини аниқлайдиган янги эксплуатация муддатининг фойдали иш коэффициентига таъсири диагностик параметри аниқланган ҳамда шу асосда диагностика услуги ишлаб чиқилган;

электр ускуналарнинг ишончилигига салбий таъсир кўрсатувчи ишдан чиқиш омилларининг техник ҳолатни баҳоловчи диагностик параметрга ўзаро боғлиқлиги асосланган ва такомиллаштирилган диагностика матрицаси ишлаб чиқилган;

электр ускуна қисмларини қайта тиклаш ёки алмаштириш бўйича қарор қабул қилиш ва ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратишни башоратлашга тизимли ёндашув асосида электр ускуналарнинг тўхтаб туриш вақтини камайтирадиган янги услуб ишлаб чиқилган;

носозликнинг олдини олишни башоратлаш ёрдамида энергетик ускуналар эксплуатацияси ишончилигини ошириш ва тўхтаб туриш вақтини камайтириш имкони экспериментал асосланган.

### **Тадқиқотнинг амалий натижалари:**

электр ускуналарнинг техник ҳолатини диагностика қилиш ва ишдан чиқиш ҳолатига сабаб бўлувчи асосий диагностик параметрлар аниқланган ҳамда диагностика услуги ва алгоритми ишлаб чиқилган;

электр ускуна қисмларини қайта тиклаш ёки алмаштириш ва ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратишни башоратлашнинг янги услуги, алгоритми ва дастури ишлаб чиқилган;

электр ускуналар эксплуатацияси ишончилигини ошириш ва тўхтаб туриш вақтини камайтиришнинг иқтисодий самарадорлиги баҳолаш асосланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончилиги** компьютар ва математик моделларини қўллаш ёрдамида электр ускуналар техник ҳолатини диагностика қилиш, электр ускуна қисмларини қайта тиклаш ёки алмаштириш ва ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратишни башоратлаш тизими экспериментал тадқиқотлари билан тасдиқланган.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти электр ускуналарнинг ишдан чиқишига сабаб бўлувчи омилларни аниқлаш имконини берадиган эксплуатация муддатининг фойдали иш коэффициентига таъсири диагностик параметрининг асосланганлиги ва диагностика матрицасининг тузилганлиги ҳамда математик моделлар ва аналитик боғланишлар орқали электр ускуна қисмларини қайта тиклаш ёки алмаштириш ва ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратишни башоратлашнинг янги услуб ва алгоритми яратилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти эксплуатация муддатининг фойдали иш коэффициентига таъсири диагностик параметрининг аниқланганлиги, электр ускуна қисмларини қайта тиклаш ёки алмаштириш ва ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратишни башоратлашнинг янги услуб

ва алгоритмларини кўллаш ёрдамида электр ускуналарнинг эксплуатация ишончилигини ошириш ва тўхтаб туриш вақтини камайтириш имконини берадиган тизимли ёндашувнинг ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Ишлаб чиқариш корхоналарида электр ускуналар эксплуатациясининг ишончилигини ошириш ва тўхтаб туриш вақтини камайтириш имконини берадиган тизимли ёндашув бўйича олинган натижалар асосида:

электр ускуналар техник ҳолатини диагностика қилиш, унинг қисмларини қайта тиклаш ёки алмаштириш бўйича қарор қабул қилиш ҳамда ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратишни башоратлашга тизимли ёндашувнинг янги услуби бўйича алгоритм ва дастур ишлаб чиқилган ва “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университетининг “Электротехнология ва электр ускуналар эксплуатацияси” кафедрасида ўқув жараёнига жорий этилган (Адлия вазирлигининг 2023 йил 13 ноябрдаги электрон ҳисоблаш машиналари учун яратилган дастурнинг расмий рўйхатдан ўтганлиги тўғрисидаги № DGU 28968 – сонли гувоҳномаси).

ишлаб чиқариш корхоналарининг технологик жараёнлари хусусиятларидан келиб чиқиб электр ускуналарнинг ишдан чиқишига сабаб бўлувчи омилларни аниқлаш имконини берадиган эксплуатация муддатининг фойдали иш коэффициентига таъсири диагностик параметри аниқланган ва электр ускуналарнинг эксплуатация ишончилигини ошириш ва тўхтаб туриш вақтини камайтириш имконини берадиган тизимли ёндашув ишлаб чиқилган ҳамда Аму-Қашқадарё ИТХБ ҳузуридаги Насос станциялари ва энергетика бошқармаси объектларида жорий этилган (Сув хўжалиги вазирлигининг 2023 йил 17 октябрдаги 03/37-3377 – сонли маълумотномаси). Электр ускуналар эксплуатация ишончилигини ошириш ва ишдан чиқишини камайтиришни башоратлаш натижасида электр ускуналарнинг тўхтаб туриш вақти 3-4 марта камайиши ва ишончилилик 7-11% га ошишига имкон яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 2 та халқаро ва 7 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтган ва маъқулланган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Диссертация мавзуси бўйича 17 та илмий иш чоп этилган, шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа фанлари доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижалари чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 7 та мақолалар, жумладан, 5 та республика ва 2 та чет эл илмий журналларида 2 та Scopus маълумотлар базасига кирувчи журнал тўпламларда нашр этилган, 1 та ЭҲМ учун дастурга гувоҳнома олинган.

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

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертациянинг **Кириш** қисмида мавзунинг долзарблиги ва зарурлиги асосланган, муаммонинг ўрганилганлик даражаси аниқланган, мавзунинг Республика фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, объекти ва предмети ҳамда усуллари аниқланган, илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, ишнинг апробациядан ўтгани, эълон қилинган ишлар, диссертация тузилиши ва ҳажми бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Муаммонинг таҳлили ва ҳозирги ҳолати, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари”** деб номланган биринчи бобида ишлаб чиқариш шароитида электр ускуналар ва уларнинг иш режимлари, эксплуатация шароити, шикастланиш турлари, ишдан чиқиш сабаблари ва ишончлилигига салбий таъсир кўрсатувчи асосий омиллар таҳлили келтирилган.

Таҳлил натижалари шунини кўрсатадики, энг кўп зарарланиш тури изоляциянинг куйиши ёки чулғам изоляциясини қорайиши – 78,9% бўлган. Электр мотор ишдан чиқиш ҳолатида уч фаза куйиши – 37,7%, икки фаза куйиши – 21,3% ва бир фаза куйиши – 19,9% ни ташкил қилди (тадқиқот объектидаги электр моторлар умумий сонига нисбатан).

Электротехник хизмат кўрсатувчи ходимлар орасида ўтказилган сўровномага асосан шикастланиш турлари таҳлил қилинди: химоя воситалари ва мотор характеристикаларининг мослиги, эксплуатациянинг ташкилий ва техник даражаси, фаза узилишлари ва бошқалар. Қисқа муддатли ва қисқа такрорланувчи иш режимларидаги моторларнинг энг кўп ишдан чиқиш эҳтимоли атроф-муҳитнинг салбий таъсирида юзага келиши аниқланди.

Хулоса қилиб айтганда, эксплуатация ишончлилигини ошириш мақсадида электр мотор қувватини иш машинасига тўғри танлаш, иш режимларини аниқ белгилаш, бошқарув ва химоя воситаларини тўғри танлаш ва ростлаш, ўз вақтида техник кўрикдан ўтказиш, жорий ва капитал таъмирлаш зарур.

Электр ускуналарнинг ишончлилиқ омилларини аниқлаш, ишдан чиқиш ва унинг олдини олиш ҳолатини башоратлаш ва тўхтаб туриш вақтини камайтириш асосида қишлоқ ва сув хўжалигида электр ускуналардан самарали фойдаланиш ва ишончлилигини оширишга эришилади.

Диссертациянинг **“Электр ускуналар диагностикасининг асосий параметрларини аниқлаш, услуб ва алгоритмларини ишлаб чиқиш”** деб номланган иккинчи бобида электр ускуналарнинг носозлик омиллари таҳлили қилинган, уларнинг техник ҳолати баҳоланган ва ишдан чиқиш ҳолатига сабаб бўлувчи асосий диагностик параметрлари аниқланган, электр ускуналар ҳолатини диагностика қилишнинг услуб ва алгоритмлари ишлаб чиқилган.

Электр ускуналар диагностикасининг услубини ишлаб чиқишда параметрларни оптимал танлаш муҳим вазифа ҳисобланиб, диагностика ва объектнинг техник ҳолатини характерловчи параметрлар ҳисобга олинади.

Электр ускунани тўлиқ диагностикадан ўтказиш учун объектнинг барча параметрларини ўлчаш керак бўлади, аммо бундай ўлчашларни амалга ошириш учун етарли микдорда ўлчов асбоблари ва вақт талаб этилади ҳамда ўтказилган диагностика самарадорлиги пасайиб, харажатлар ортиб кетиши мумкин. Шунинг учун параметрлар ичидан энг муҳимлари танлаб олинади, уларнинг оптимал сони ва кетма-кетлиги аниқланади. Бунда харажатлар минимал ва диагностика натижалари ишонарли бўлиши керак. Баъзида кўп маълумотли бўлсада, кўп харажатли параметрлар олинмаслиги мумкин.

Кузатиш мумкинки, тегишли электр ускуна учун диагностика параметрларни танлаш бу масаланинг ечими бўйича оптималлаштирилган параметрлар ҳисобланади. Диагностика параметрлари кетма-кетлигини танлашда одатда электр ускуналар физик катталиклар билан ифодаланган, ўлчаниши мумкин бўлган ва техник ҳолатини характерловчи барча параметрлари таҳлил қилинади.

Дастлаб бевосита ўлчанадиган параметрлар таҳлил қилинади. Диагностика параметрлари деталь ёки қисмнинг техник ҳолатига таъсир кўрсатмаслиги лозим. Параметр объектнинг техник ҳолати билан тўғридан-тўғри функционал боғлиқликка эга бўлиши ва кўп маълумотли бўлиши керак. Параметрни ўлчаш оддий асбоблар ёрдамида бажарилиши, кам харажатли ва содда бўлиши зарур.

Умуман олинадиган параметрлар диагностик параметр бўлиши учун мақсадли танланиши ва қуйидаги шартга жавоб бериши керак: элементнинг техник ҳолатини аниқлашдаги диагностик харажатлар аппаратни қисмларга ажратиб ўлчашдагидан кўра камроқ бўлиши керак.

Электр моторнинг техник ҳолатини баҳоловчи асосий диагностика параметрлари статор чўлғамининг корпусга нисбатан изоляцияси, фазалараро изоляция, ўрамлараро изоляция, статор чўлғами ва ротор чўлғами каби диагностика қисмлари орқали аниқланган. Аммо шу кунгача эксплуатация муддатининг ФИК таъсири параметри ўрганилмаган. Шу муаммони бартараф этиш мақсадида ўз тадқиқотимизда эксплуатация муддатининг ФИК таъсири параметри аниқланди (1-жадвал).

### 1-жадвал

#### Таклиф этилган янги эксплуатациянинг ФИК га таъсири параметри

Диагностика қисмлари	Параметр	Носозлик	Ўлчаш воситаси
Эксплуатация муддати	ФИКнинг пасайиши	Эскириш	Моментни ўлчаш асбоби

Электр ускуналар эксплуатация муддатининг ФИК таъсири меҳнат унумдорлиги ва иш самарадорлигига сезиларли даражада салбий таъсир кўрсатади.

Электр ускуналар диагностикасида уч хил масала ечилади. Маҳсулотнинг ишга яроқлилигини аниқлаш, қолдиқ ресурсни ўрганиш ва носозлик сабабларини аниқлаш.

Электр ускуналарнинг диагностика технологиясини ишлаб чиқишда асосий масала детал ва қисмларнинг диагностика кетма-кетлиги ва параметрларнинг ўлчаш сонини аниқлашдир.

Электр ускуналар техник ҳолати ҳақида энг тўлиқ маълумот олиш учун унинг барча қисмлари тўлиқ диагностикадан ўтказилиши керак, лекин бунда диагностика ишлари учун харажатлар катта бўлади. Шу билан биргаликда баъзи қисмлар ва деталлар ишга яроқли ҳолатда бўлади. Агар диагностика чегараланган кичик ҳажмда ўтказилса барча носозликлар аниқланмай қолиши ва объектда қутилмаган тўхтаб қолишлар юз бериши ва катта зарарларга олиб келиши ҳам мумкин.

Юқорида келтирилганлардан келиб чиқиб диагностика ҳажми ва ўлчанадиган параметрлар сонини оптималлаштириш, объект ҳақида етарли миқдорда маълумот бера оладиган минимал диагностика ҳажмини аниқлаш керак бўлади, яъни диагностика матрицаси ишлаб чиқилади. Матрица тузишда юқорига электр қурилманинг диагностика қилиниши керак бўлган элемент ва қисмлари ён томонга диагностик параметрлар жойлаштирилади. Алоқа борлиги “1” билан, йўқлиги “0” билан кўрсатилади (2-жадвал).

**2-жадвал**

**Асинхрон моторнинг диагностика матрицаси**

Диагностика параметрлари	Асинхрон моторнинг элемент ва қисмлари									
	Корпусга нисбатан чўлғам изоляцияси	Фазалараро изоляция	Ўрамлараро изоляция	Статор чўлғами	Ротор чўлғами	Подшипник	Вал	Пўлаг	Контактлар	
Электр мотор титроғи	0	0	1	1	1	1	1	1	0	
Электр мотор шовқини	0	0	1	1	1	1	1	1	0	
Тармоқдан келаётган тоқлар	0	0	1	1	1	0	0	0	0	
Қаршилик моменти (валдаги)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
Контакт сиртларидаги қизиш излари	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Электр изоляциянинг мустаҳкамлиги	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
Кетиш токи (утечка)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
Валнинг радиал силжиши	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Вал охирининг урилиши	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Эксплуатациянинг ФИКга таъсири	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Диссертациянинг “**Электр ускуналар ишончилигини баҳолаш, ишдан чиқиш ва унинг олдини олиш ҳолатини башоратлаш**” деб номланган учинчи бобида электр ускуналар қисмларини шартли равишда қайта тикланадиган ва қайта тикланмайдиган турларга ажратган ҳолда электр ускуналарнинг ишончилигининг турли хилдаги тасодифий омилларга боғлиқлиги аниқланган ҳамда электр ускуналарнинг ишончли ва самарали

ишлашнинг таъминлаш мақсадида эҳтиёт қисмларни тиклаш ёки алмаштириш ва ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратишни башоратлашнинг тизимли ёндашуви ишлаб чиқилган;

Қайта тикланувчан электр ускуна қисмлари ишлаш хусусиятларидан келиб чиқиб такрорланувчан ҳисобланади, яъни ишга яроқли ускунада носозлик пайдо бўлса иш қобилияти қайта тикланади ва такроран фойдаланишга топширилади. Ушбу жараён ускуна ишга яроқсиз ҳолатга келгунга қадар узлуксиз такрорланади.

Агар электр ускуна қисми қайта тикланиш вақтини эътиборсиз қолдирсак носозликларнинг пайдо бўлиш моменти узлуксиз носозликлар оқимини юзага келтиради.

Ушбу носозликлар оқимини  $t$  вақтдаги  $\Omega(t)$ -носозликлар сонининг математик кутиш “етақчи функция” си ҳосил қилади:

$$\Omega(t) = Mr(t), \quad (1)$$

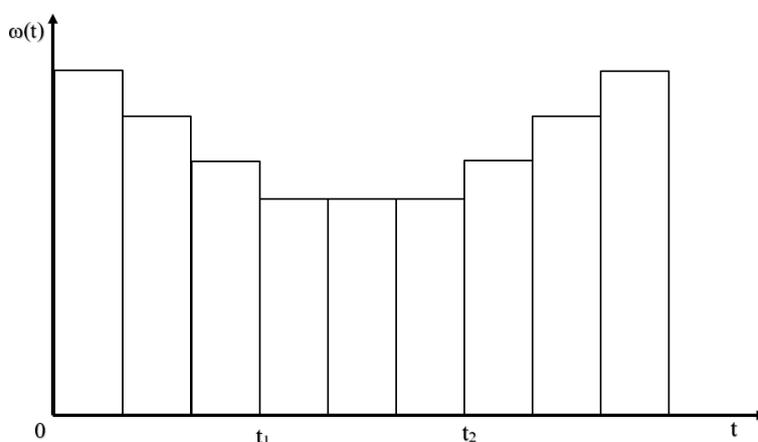
бунда  $r(t)$  -  $t$  вақтдаги носозликлар сони.

Шундай қилиб, қуйидаги функция тикланмайдиган элементларнинг ишдан чиқиш даражасига ўхшаш қайта тикланувчан тизимларнинг ишдан чиқиш даражасини тавсифлайди.

$$\omega(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{Mr(t, t + \Delta t)}{\Delta t} = \Omega'(t) \quad (2)$$

Носозликлар оқими параметрининг ўзгариши вақт ўтиши билан объектнинг ҳаётий хусусиятига айланади ва 1-расмда келтирилган эгри чизик шаклига эга бўлади. Бутун хизмат муддатини уч даврга бўлиш мумкин.

Биринчи (0 дан  $t_1$  гача) даврда яширин нуқсонлари бўлган элементларнинг ишдан чиқиш сонининг кўпайиши туфайли  $\omega(t)$  функцияси етарлича юқори қийматга эга бўлади. Ушбу давр лойиҳалаш, ишлаб чиқариш ёки ўрнатиш давридаги нуқсонлар билан боғлиқ бўлиб ишга тушиш даври деб аталади.



**1-расм. Носозликлар интенсивлигининг электр ускуна ишлаш вақтига боғлиқлиги**

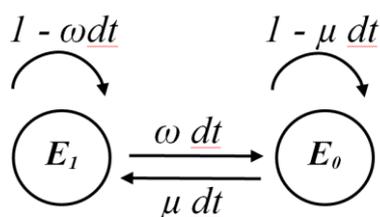
Иккинчи бўлим ( $t_1$  дан  $t_2$  гача) доимий носозлик интенсивлиги билан биргаликдаги нормал эксплуатация даврини тавсифлайди. Бу ерда носозлик оқими параметри тасодифий сабаблар билан аниқланади.

Агар ташқи шароитлар доимий бўлса бу компонент ҳам вақт бўйича доимий бўлади. Агар ташқи шароитлар ўзгарувчан бўлса (масалан, чакмоқ интенсивлигидаги мавсумий ўзгаришлар электр ускунасига таъсир қилиши мумкин) у ҳолда бу компонент ҳам вақт бўйича ўзгарувчан бўлади.

Учинчи давр ( $t_2$  ва ундан юқори) - бу физик-кимёвий жараёнлар туфайли қайтариб бўлмайдиган эскириш даври бўлиб, унда носозликлар оқими параметри янада ортиб боради.

Энг оддий ишдан чиқиш ҳолатининг таҳлили шуни кўрсатадики эҳтиёт қисми бўлмаган элемент икки ҳолатда бўлиши мумкин:  $E_1$  – ишга яроқли ва

$E_0$  – ишга яроқсиз. Қайта тикланадиган тизимнинг носозлик оқими параметри  $\omega$  га тенг бўлса ва қайта тикланиш интенсивлиги  $\mu$  ( $\mu = 1/\tau$ ) бўлса, у ҳолда бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтишни 2-расмда кўрсатилганидек тасвирланган:



## 2-расм. Энг оддий қайта тикланадиган тизимнинг ишончлилик модели

Электр ускуна қисми ишдан чиққанда қайта тикланиш имкони йўқлиги унинг ишончлилиги ва иш унумдорлигини 60% га камайтиради.

Тадқиқот шуни кўрсатадики, қайта тикланмайдиган электр ускунанинг носозлик модели ва қайта тикланувчи электр ускунанинг ишончлилик модели эҳтиёт қисмларни тиклаш ёки алмаштиришни башоратлаш масаласига тизимли ёндашувни талаб этади.

Электр ускуналарнинг ишончлилиги эҳтиёт қисмларни тиклаш ёки алмаштиришни башоратлаш масаласига чамбарчас боғлиқдир. Эҳтиёт қисмларни тиклаш ёки алмаштиришни башоратлашнинг тизимли ёндашуви электр ускуна ёки тизимларнинг ишончлилиги ва самарали ишлашини таъминлаш учун унинг ҳолати ва эҳтиёт қисмлар мавжудлигига асосланган қарорларни қабул қилишни ўз ичига олади. Бундай башоратларни амалга оширишнинг ўзига хос кетма-кетлиги ускуналар тури, техник хизмат кўрсатиш ёки таъмирлаш амалиёти ва мақсадлари каби омилларга қараб фарқ қилиши мумкин. Эҳтиёт қисмларни тиклаш ёки алмаштиришни башоратлашнинг тизимли ёндашуви қуйидаги кетма-кетликда келтирилган:

- маълумотларни йиғиш - электр ускуна ҳақида тарихий ва реал вақт режимида маълумотлар, жумладан техник хизмат кўрсатиш ёки таъмирлаш ва ишлаш тарихи тўғрисидаги маълумотлар тўпланади. Маълумот манбалари

кузатув ва назорат, техник хизмат кўрсатиш журналлари ва текшириш ҳисоботларини ўз ичига олиши мумкин.

- вазиятни баҳолаш - усқунанинг жорий ҳолатини қуйидаги усуллар ёрдамида баҳоланади, а) визуал текшириш - кўринадиган эскириш, шикастланиш ёки бузилишлар аниқланади, б) бузилишлар синови - яширин муаммоларни аниқлаш учун ультратовуш текшируви, тасвир ва тебраниш таҳлили каби усуллардан фойдаланилади, в) ёғ таҳлили - ифлосланиш ёки ортиқча эскиришни аниқлаш учун мойлаш материалларининг ҳолати текширилади, г) электр ва электрон синов - компонентларнинг яхлитлигини баҳолаш учун электр параметрлари ўлчанади.

- муваффақиятсизлик усуллари ва оқибатлари таҳлили - юзага келиши мумкин бўлган носозлик сабаблари ва уларнинг электр усқунанинг ишлаши ва хавфсизлиги оқибатлари таҳлил қилинади. Ҳар бир носозлик режимига унинг таъсирига қараб танқидийлик рейтинги белгиланади.

- эҳтиёт қисмлар инвентаризациясини баҳолаш - инвентаризацияда эҳтиёт қисмлар мавжудлиги кўриб чиқилади. Харид қилиш муддати, сақлаш шартлари ва қисман харажатлар каби омиллар аниқланади.

- маълумотларни таҳлил қилиш - электр усқунанинг ҳолати, техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш маълумотларини қайта ишлаш ва таҳлил қилиш учун маълумотлар таҳлили ва усқунани ўрганиш усулларидан фойдаланилади. Юзага келиш мумкин бўлган носозликларни келтириб чиқариши мумкин бўлган ҳолатлар, тенденциялар ва аномалиялар аниқланади.

- башоратли техник хизмат кўрсатиш моделлари - электр усқунанинг ишдан чиқишини башорат қилиш учун ҳолат маълумотлари ва бошқа омилларни ҳисобга оладиган башоратли техник хизмат кўрсатиш моделлари ишлаб чиқилади ёки амалга оширилади. Ушбу моделлар қуйидагиларни ўз ичига олади: а) вақтга асосланган техник хизмат кўрсатиш - таъмирлашни режалаштириш ёки олдиндан белгиланган вақт оралиғида қисмларни алмаштириш, б) вазиятга асосланган техник хизмат кўрсатиш - реал содир бўлган ҳолат асосида техник хизмат кўрсатиш ёки алмаштириш амалга оширилади, в) башоратли техник хизмат кўрсатиш - носозлик қачон содир бўлишини башорат қилиш учун инновацион таҳлиллардан фойдаланилади.

- қарор қабул қилиш - башоратли парваришлаш моделларига асосланиб, эҳтиёт қисмларни тиклаш ёки алмаштириш ҳақида қарор қабул қилинади. Электр усқунанинг танқидийлиги, юзага келиши мумкин бўлган носозликларнинг жиддийлиги ва алмаштиришнинг иқтисодий самарадорлиги каби омиллар кўриб чиқилади.

- режалаштириш - қабул қилинган қарор натижасига кўра эҳтиёт қисмларни тиклаш ёки алмаштириш фаолияти режалаштирилади. Бунда эҳтиёт қисмларни харид қилиш ва ресурсларни тақсимлаш инобатга олинади.

- бажариш - қабул қилинган қарорлар асосида режалаштирилган техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш ёки алмаштириш амалга оширилади. Бунда белгиланган тартиб ва хавфсизлик протоколларига риоя қилинади.

- хизматдан кейинги текшириш - эҳтиёт қисмларни тиклаш ёки алмаштиришдан сўнг ускунанинг оптимал иш ҳолатига қайтганлиги текширилади. Тўғри ишлашни таъминлаш учун синов ва текширишлар амалга оширилади.

- узлуксиз мониторинг - ускунанинг ҳолати ва техник хизмат кўрсатиш бўйича қарорларнинг самарадорлиги доимий равишда кузатиб борилади. Янги маълумотлар ва тушунчалар асосида башоратли техник хизмат кўрсатиш моделлари ва эҳтиёт қисмларни бошқариш стратегиялари янгиланади.

- ҳужжатлар ва ҳисоботлар - барча техник хизмат кўрсатиш ва алмаштириш тадбирлари, жумладан қарорлар ва натижалар сабаблари ҳужжатлаштирилади. Аудит ва келажакда мурожаат қилиш учун сақланади.

- доимий такомиллаштириш - эҳтиёт қисмларни тиклаш ёки алмаштириш жараёни мунтазам равишда кузатилади, мониторинг юритилади ва яхшилаш имкониятлари изланади.

- самарадорликни баҳолаш - техник хизмат кўрсатиш гуруҳлари томонидан башоратли техник хизмат кўрсатиш моделларининг ишлаш самарадорлиги кўриб чиқилади ва ҳисобланади.

Электр ускуналар ишончилигини ошириш мақсадида қайта тикланиши мумкин бўлган электр ускуна қисмларини мураккаб иш сифатида кўриб чиқилди. Мураккаблиги шундан иборатки, электр ускуна ишончилиги эҳтиёт қисмлар захирасини яратиш тезлиги ва қайта тиклаш тезлигига боғлиқ эканлигидир.

Эҳтиёт қисмлар захирасини яратиш - техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш ёки ускунанинг қутилмаганда юзага келган носозликларини бартараф этиш учун зарур бўлган эҳтиёт қисмлар мавжудлигини таъминлаш учун тизимли ёндашувдир.

Ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратиш тезлиги сифат, нарх ва вақт каби асосий параметрлар билан характерланди ва унинг янги услуби ишлаб чиқилди.

Ушбу услуб электр ускуналарнинг тўхтаб туриш вақтини камайтириш ва ишончилигини ошириш, самарали техник хизмат кўрсатиш, харажатларни камайтириш ва иқтисодий самарадорликни ошириш мақсадида эҳтиёт қисмлар захирасини яратиш учун мўлжалланган. Мунтазам мониторинг ва келгуси ишларни режалаштириш ишончли эҳтиёт қисмларни захиралаш тартибини белгилайди ва буюрмачиларларнинг динамик эҳтиёжини таъминлайди.

Электр ускуналар учун эҳтиёт қисмлар захирасини яратишнинг янги услуби асосида электр ускуналар учун эҳтиёт қисмлар захирасини яратишнинг умумий алгоритми яратилди.

Умумлаштирилган алгоритм электр ускуналарининг ўзига хос тури, норматив ҳужжат ва стандартлар ва мавжуд технологиялари асосида мослаштирилиши ва кенгайтирилиши мумкин. Электр ускуналарнинг эҳтиёт қисмлар захирасини яратишни қутилган ёки қутилмаган носозликларнинг олдини олиш, хавфсизликни таъминлаш ва электр ускуналар ишончилигини таъминлайди.

Диссертациянинг “Электр ускуналар ишончилигининг экспериментал тадқиқи ва техник-иқтисодий самарадорлигини аниқлаш” деб номланган тўртинчи бобида амалиёт объекти сифатида танлаб олинган дон тозалаш корхонаси ва насос станцияларидаги электр ускуна қисмларини қайта тиклаш ёки алмаштириш бўйича қарор қабул қилиш ва ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратишни башоратлашнинг тизимли ёндашуви асосида электр ускуналар ишончилигини ошириш ва тўхтаб туриш вақтини камайтириш тажриба-синов натижалари ва техник-иқтисодий самарадорликни баҳолаш каби ишлар амалга оширилган.

Электр моторларни ишга тушириш давомийлиги ва ротор тормозланиши ҳолатидан ҳимоялаш бўйича тажриба БЭ2502А0701 терминалида 3-жадвалда келтирилган ишга тушириш параметрлари орқали олиб борилди (3-расм).

### 3-жадвал

$I_{\max} \cdot t$  мезони бўйича электр моторни ишга тушириш  $t_{p.u.u.m} = 6с$

Ишга тушириш давомийлиги вақти, секунд				Режим	Ишга тушириш натижаси
№	Бош-ланиши	Ишга тушириш	Ўртача тормозланиш		
$t_{\text{бош}}(4с) < t_{p.u.u.m}(6с)$					
1	60	4	5	60 с < 100 с вақт ичида кириш токининг қиймати $I_{u.u.m}$ катталигида. Ишга тушириш давомийлиги 4 с, бу $t_{p.u.u.m} = 6с$ дан кичик, шу сабабли мотор самарали ишга тушади.	Самарали
$t_{\text{бош}}(7с) < t_{p.u.u.m}(6с)$					
2	60	7	5	60 с < 100 с вақт ичида кириш токининг қиймати $I_{u.u.m}$ катталигига етади. Ишга тушириш давомийлиги 7 с, бу $t_{p.u.u.m} = 6с$ дан катта, шу сабабли мотор ишга тушмайди.	Самарасиз, яъни ҳимоя воситалари ишга тушди. ( $t_{\text{yp}} = 6,025с$ )
3	60	7	8		

Электр моторнинг самарасиз ишга тушиши, яъни ҳимоя воситаларининг ишга тушиши вақтдаги вақт интерваллари келтирилган (4-расм). Бунда  $t_{u.u.m}(7с) > t_{p.u.u.m}(6с)$  бўлганлигидан 6 секунд вақт ичида “ишга тушиш” режими ҳимояси ишга тушади.

Электр ускуналар ишончилигини баҳолаш учун ишга тушириш давомийлиги ва ротор тормозланишининг функционал боғланиши орқали ишончилиқ параметрлари олинган.

Электр ускуналарнинг эксплуатация муддатига таъсир қилувчи факторларнинг ўзгариш чегараларини аниқлаш мақсадида экспериментал тадқиқотлар ўтказилди.



3-расм. БЭ2502А0701 терминалининг умумий кўриниши

Таблица интервалов времени - Файл: 140d2740.dfr					
Курсор Ti	T1	T2	T3	T4	T5
t относ-но пуска, с	0.000	0.053	6.053	7.075	7.597
t астрономич., ч:м:с.мс	12:05:56.563	12:05:56.617	12:06:02.617	12:06:03.639	12:06:04.160
t (Ti) - t (T1), с	0.000	0.053	6.053	7.075	7.597
t (Ti) - t (T2), с	-0.053	0.000	6.000	7.022	7.543
t (Ti) - t (T3), с	-6.053	-6.000	0.000	1.022	1.543
t (Ti) - t (T4), с	-7.075	-7.022	-1.022	0.000	0.522
t (Ti) - t (T5), с	-7.597	-7.543	-1.543	-0.522	0.000

4-расм. Электр моторнинг самарасиз ( $I_{\text{пих}} \cdot t$  мезони бўйича) ишга тушиш вақт интервали жадвали

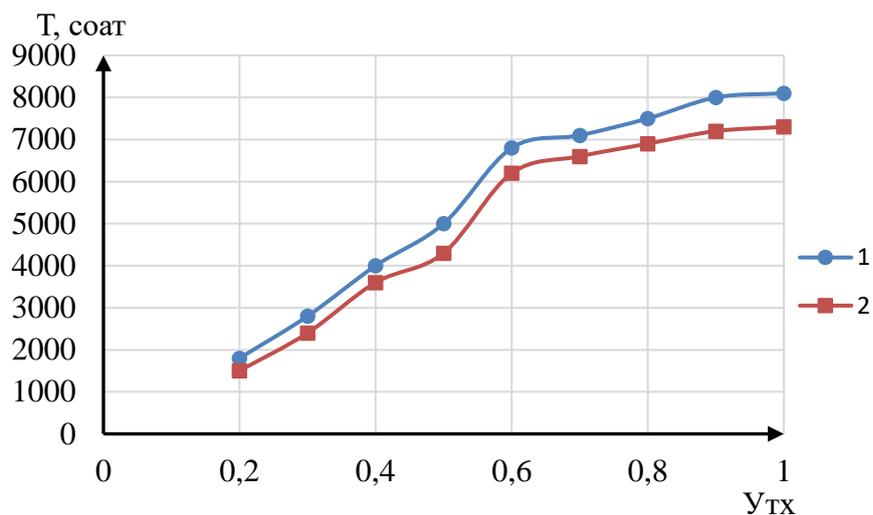
Электр ускуналарнинг эксплуатация муддатига таъсир қилувчи факторларнинг ҳар бирининг алоҳида таъсирини аниқлаш учун ўтказилган тадқиқотлар ва олинган натижалар бўйича электр ускуна техник ҳолати даражасининг эксплуатация муддатига боғлиқлик графиги қурилган (5-расм).

Электр ускуна техник ҳолати даражаси ошган сари эксплуатация муддати ошади. Бунга ишончли ҳимоя воситалари ва сифатли техник хизмат кўрсатиш натижасида эришиш мумкин. Шу билан биргаликда ишончли эҳтиёт қисмлар захираси бўлиши шарт.

Шуни алоҳида таъкидлаб ўтиш керакки, электр ускуна техник ҳолатининг даражаси юқори фойдали иш коэффиценти гаровидир. Демак, юқори фойдали иш коэффицентини сақлаб қолиш эксплуатация муддатига бевосита узвий боғланган (6-расм).

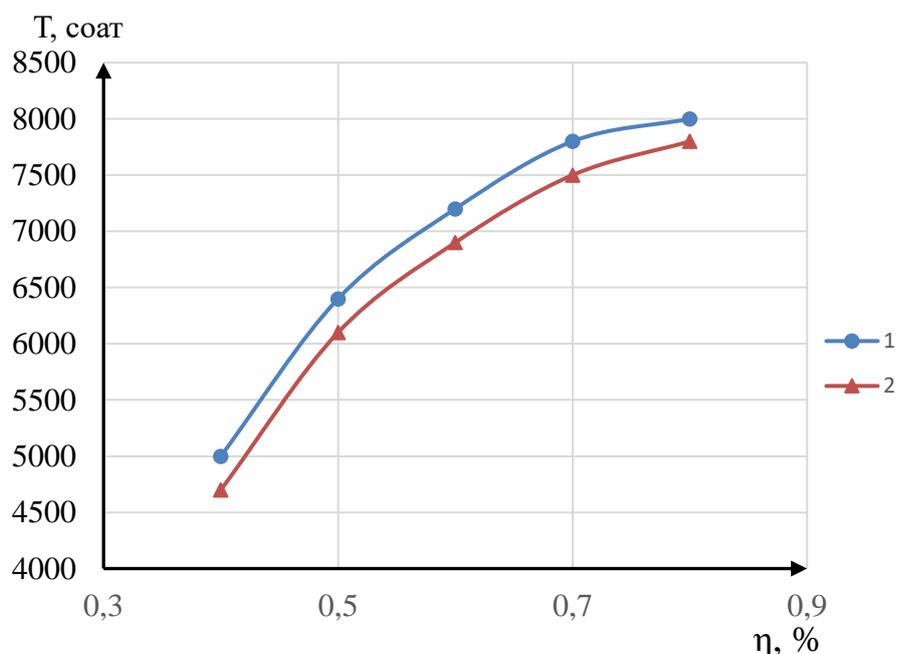
Йиллар давомида эксплуатация муддати кўрсатгичининг ўсиши фойдали иш коэффицентини ошишига имкон беради ёки барқарорлигини таъминлайди. Аммо эксплуатация муддатининг меъёрдан ошиши электр ускуна ишончилигини оширмайди ва ФИКнинг тушиб кетишига сабаб бўлади.

Ушбу ҳолат электр мотор эксплуатация муддатининг фойдали иш коэффицентига боғлиқлик графигида келтирилган (7-расм).



(1 –  $\eta=0,7$ ; 2 –  $\eta=0,5$ )

**5-расм. Электр ускуна техник ҳолати даражасининг эксплуатация муддатига боғлиқлик графиги**



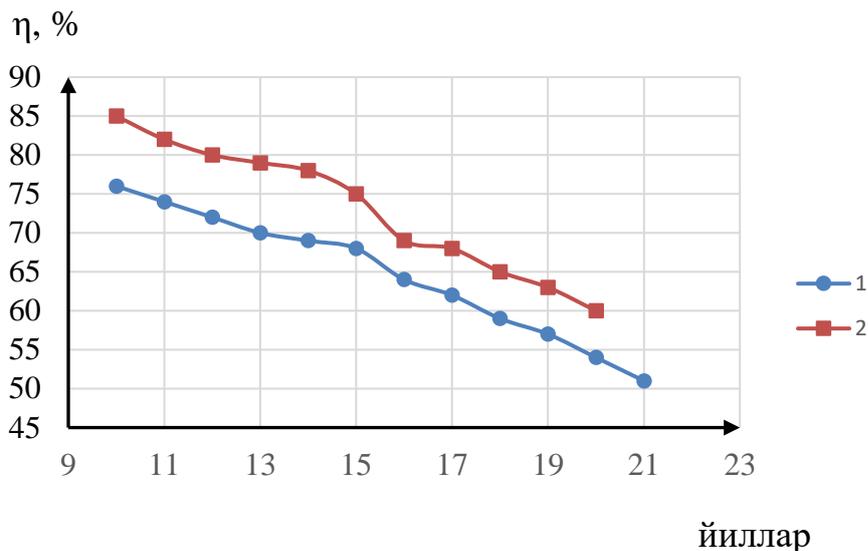
(1 –  $U_{TX}=0,8$ ; 2 –  $U_{TX}=0,6$ )

**6-расм. Электр ускуна фойдали иш коэффициентининг эксплуатация муддатига боғлиқлик графиги**

7-расмдан электр ускуна эксплуатация муддатининг 10 йилдан ортиши билан фойдали иш коэффициентининг камайиб бориши ва 20 йилдан ошганда 2 марта камайиб кетганлигини кузатиш мумкин. Ўз навбатида электр энергия исрофининг ортишига олиб келади.

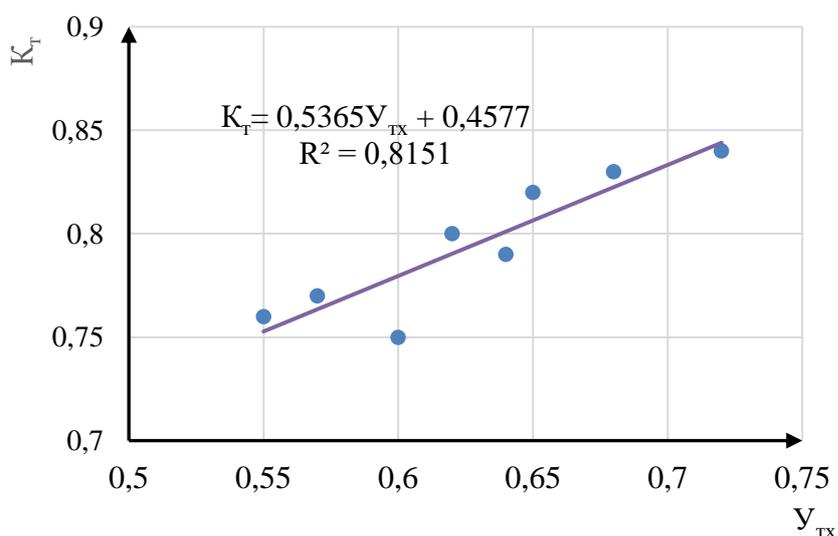
Тадқиқотлар натижасида электр ускуналар ишончилигини баҳолаш жараёнининг куйидаги оптимал параметрлари аниқланди: электр ускуна техник ҳолатининг ишончилиқ даражаси 0,9, фойдали иш коэффициенти

70%, тармоқ кучланиши 380 В. Ушбу параметрлар таъминланса, эксплуатация муддати тугагунча электр ускуна ўзининг фойдали иш коэффициентини сақлаб қолади.



1. 4A90Л4 серияли қуввати 2,2 kW,  $\eta=80$ ;  
 2. 4A112М4 серияли электр мотор қуввати 5,5 kW,  $\eta=85,5$ ;  
**7-расм. Электр ускуна эксплуатация муддатининг фойдали иш коэффициентига боғлиқлик графиги**

Электр ускуна ишончилигини аниқлаш учун ўтказилган тадқиқотлар асосида асинхрон моторнинг ишончилилик кўрсаткичлари унинг техник ҳолати даражасига боғлиқлиги аниқланди. Узоқ муддатли иш режимидаги электр моторлар техник хизмат кўрсатиш ёки таъмирлаш вақтида тўхтатилишини инобатга олиб ўрнатилган қуввати 2,2 kW бўлган асинхрон моторларнинг ишга тайёрлик ва фойдаланиш коэффициентининг техник ҳолати даражасига боғлиқлиги ўрганилди (8 ва 9-расмлар).



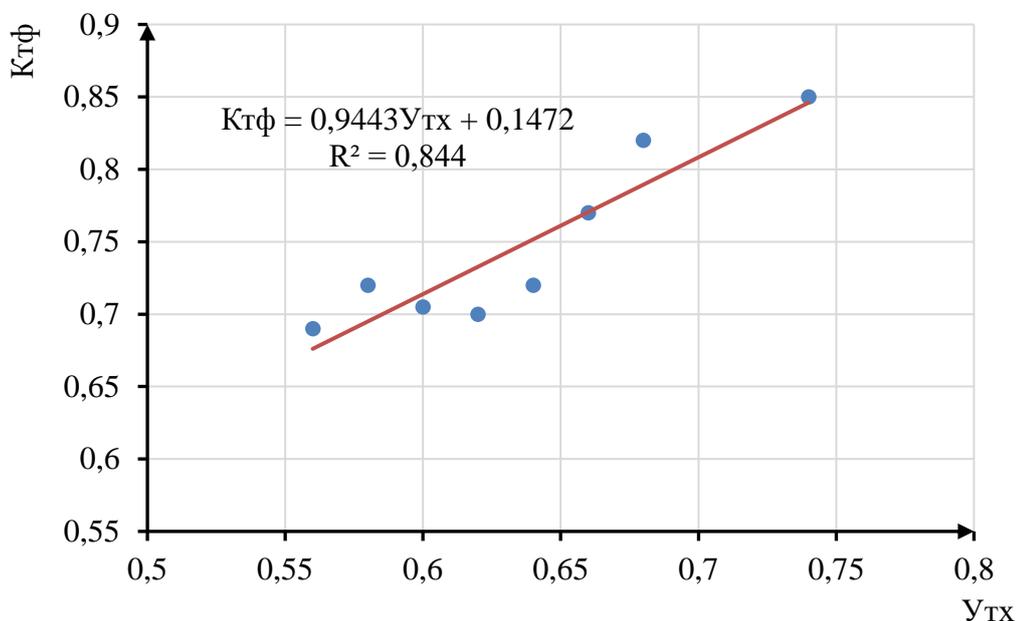
**8-расм. Электр моторнинг техник ҳолати даражасининг ишга тайёрлик коэффициентига боғлиқлиги графиги**

Юқоридаги боғлиқликларнинг функциялари қуйидаги кўринишда бўлади:

$$K_T = 0,5365U_{TX} + 0,4577 \quad (R^2 = 0,8151) \quad (3)$$

$$K_{TФ} = 0,9443U_{TX} + 0,1472 \quad (R^2 = 0,844) \quad (4)$$

Шундай қилиб, электр ускуна техник ҳолатини миқдорий жиҳатдан баҳолаш учун тавсия этилган комплекс кўрсаткич электр моторларнинг ишончилигини башоратлаш ва таҳлил қилиш, шунингдек электр ускуна қисмларини қайта тиклаш ёки алмаштириш бўйича қарор қабул қилиш ва ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратишни башоратлашга тизимли ёндашув яратилганлигини асослайди ҳамда электр ускуна ишончилигини ошириш ва тўхтаб туриш вақтини камайтириш учун хизмат қилади.



**9-расм. Электр моторининг техник ҳолати даражасининг фойдаланиш коэффициентига боғлиқлиги графиги**

## ХУЛОСА

1. Электр ускуналарнинг асосий носозлик омилларини таҳлил қилиш ва уларнинг техник ҳолати баҳолаш асосида ишдан чиқиш ҳолатига сабабчи бўлувчи асосий диагностик параметр аниқланган ҳамда эксплуатация муддатининг ФИК га таъсири параметри янги параметр сифатида киритилган ва унинг зарурлиги асосланган.

2. Электр ускуналарнинг ишончилигига салбий таъсир кўрсатувчи носозликларнинг эксплуатация муддатининг фойдали иш коэффициентига таъсири диагностик параметрига ўзаро боғлиқлиги бўйича диагностика матрицаси ишлаб чиқилган ҳамда диагностиканинг такомиллаштирилган услуб ва алгоритми ишлаб чиқилган.

3. Электр ускуна қисмларини қайта тиклаш ёки алмаштириш бўйича қарор қабул қилиш ва ишончли эҳтиёт қисмлар захирасини яратишни башоратлашга тизимли ёндашув асосида электр ускуналарнинг тўхтаб туриш вақтини камайтирадиган янги услуб ва алгоритм дастури ишлаб чиқилган.

4. Энергетик ускуналар эксплуатацияси ишончилигини ошириш ва тўхтаб туриш вақтини камайтириш экспериментал асосланган, иқтисодий самарадорлиги баҳоланган, ўқув ва ишлаб чиқаришга жорий этилган.

5. Электр ускуналар эксплуатация ишончилигини ошириш ва ишдан чиқишини камайтиришни башоратлаш натижасида электр ускуналарнинг тўхтаб туриш вақти 3-4 марта камайиши ва ишончилилик 7-11% га ошишига имкон яратилган.

6 . Электр ускуналарнинг ишончилигини башоратлаш асосида электр ускуналарнинг тўхтаб туриш вақтини қисқартиришга эришиш ҳисобига йиллик иқтисодий самарадорлик 200 125 000 сўмни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.10.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАЦИОНАЛЬНОМ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ «ТАШКЕНТСКИЙ  
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ  
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

---

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И  
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»**

**ОЧИЛОВ ДИЛШОД МУБОРАКБЕК ЎҒЛИ**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ  
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ И НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ**

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

**АВТОРЕФЕРАТ**

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

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инновации Республики Узбекистан под номером B2021.1.PhD/T2112

Диссертация выполнена в Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский и английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу: [www.tiame.uz](http://www.tiame.uz) и образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научный руководитель:** Исаков Абдусанд Жалилович  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** Муратов Хаким Махмудович  
доктор технических наук, профессор

Рахматов Абдугани Джумабекович  
кандидат технических наук, доцент

**Ведущая организация:** Каршинский инженерно-экономический институт

Защита диссертации состоится 27 сентября 2023 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.10.01 при Национальном исследовательском университете «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (Адрес: г. Ташкент 100000, ул. Кары Ниязий, 39. Тел.: (+99871)237-09-45, факс:(99871) 237-38-79; e-mail admin@tiame.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» (регистрационный номер 302) (Адрес: г. Ташкент 100000, ул. Кары Ниязий, 39. Тел.: (+99871) 237-09-45), факс: (+99871) 237-38-79; e-mail admin@tiame/uz).

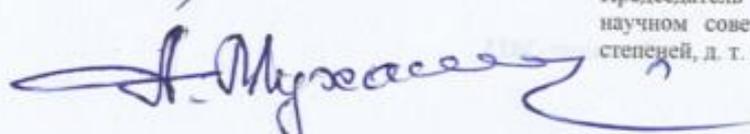
Автореферат диссертации разослан «19 сентября» 2023 года.

(Протокол рассылки №88 от «25 сентября» 2023 года).



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

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

  
**А.Мухаммадиев**  
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 современном мире обеспечение энергетической безопасности превращается в острую задачу, с каждым днем растет потребность населения в энергии и в таких условиях проблема рационального использования электрической энергии, применение энерго- и ресурсосберегающих технологий и технических средств занимает ведущее положение. Если учесть, что численность населения мира сейчас превышает 8 млрд.<sup>1</sup> человек, по нашей республике выработка электрической энергии в 2022 году составила 74,3 млрд.кВт·часа<sup>2</sup>, то злободневной задачей становится расширение объема производимой продукции и повышение производительности труда, широкое внедрение энергосберегаемых технических средств сбережения энергетических ресурсов и повышение надежности электрооборудования. При этом важное значение имеет сокращение времени простоев и создание запаса надежных запасных частей электрооборудования с целью эффективного использования электрооборудования.

В мире осуществляются научно-исследовательские работы, направленные на разработку современных энергосберегающих технологий и новых научно-технических решений их реализации с целью обеспечения энергетической безопасности и устойчивого социально-экономического развития. При этом особое внимание уделяется оценке технического состояния электрооборудования с учетом факторов его износа, созданию инновационной диагностики, определяющей степень неисправности, а также созданию новых способов сокращения времени простоев электрооборудования на основе создания резерва надежных запасных частей и принятия решения по повторному восстановлению или замене частей оборудования с учетом факторов выхода их из строя. С этой точки зрения повышение эксплуатационной надежности электрооборудования является актуальной задачей, которая стимулирует экономический рост и снижает стоимость товаров и услуг.

Данная диссертационная работа в известной степени служит выполнению задач, определенных в Постановлениях Президента Республики Узбекистан №ПП-4249 “О стратегии дальнейшего развития и реформирования электроэнергетической отрасли Республики Узбекистан” от 27 марта 2019 года, №ПП-4422 от 22 августа 2019 года «Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии», а также в других нормативно-правовых документах, связанных с темой исследования.

В частности, основной целью данной работы определено повышение энергоэффективности путем привлечения существующих ресурсов и неиспользованного потенциала с учетом передового зарубежного опыта, эффективное использование энергосберегающей технологии и техники,

---

<sup>1</sup> <https://aniq.uz/uz/statistika/dunyo>

<sup>2</sup> <https://minenergy.uz/uz/news/view/2580>

увеличение срока эксплуатации оборудования, комплексная организация работ по резкому сокращению объема расхода энергии в отраслях экономики и социальной сфере, обеспечение рационального использования топливно-энергетических ресурсов.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Настоящее исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики 2. “Энергетика и альтернативные источники энергии”.

**Степень изученности проблемы.** Анализ научно-технической литературы, опубликованной за последние годы по эксплуатации и ремонту энергетических оборудования, показывает важность достигнутых теоретических и практических результатов.

Опубликовано множество научных работ, в которых разработаны общетеоретические концепции по управлению системой обслуживания, повышению их конкурентоспособности и развитию актуальных вопросов эксплуатации электрооборудования. Отмечается увеличение количества практических задач, для которых получены конкретные решения. На решение данной проблемы посвящено множество монографий, сборников научных разработок и трудов. В качестве примера можно привести научные исследования таких ученых, как R.Calgary, A.Neel, De Fario, N.Adilipour, M.Bareith, А.Пястолов, Г.Ерошенко, В.Буторин, Л.Пришеп, Н.Сирих, Е.Киртбай, А.Мешков, Н.Синягин, В.Таран, Л.Авербух, Е.Блинский, А.Раджабов, Т.Камалов, М.Таран, Л.Бабченко, А.Соломкин и другие.

Однако различие научно-исследовательских объектов, постоянное их усложнение, необходимость обнаружения и диагностики неисправностей, формирование реестра видов обслуживания, учет климатических условий и другие факторы предполагают научно-обоснованного подхода к прогнозированию предотвращения выхода из строя энергетического оборудования.

При эксплуатации энергетического оборудования необходимо особо учитывать климатические условия Узбекистана, которые создают условия для устойчивой работы оборудования. Кроме того, в условиях перехода к рыночной экономике в результате развития субъектов малого бизнеса и частного предпринимательства меняются формы собственности и это требует соответствующего изменения системы обслуживания. Но на сегодняшний день в этой сфере обслуживание выполняют лица, не имеющие специальности. Поэтому для условий Узбекистана требуются определить энергетическую стратегию аграрной сферы, использования способов системного подхода определения диагностических параметров энергетического оборудования, прогнозирования выхода из строя и ее предотвращения, повышения эффективности и производительности производства.

**Связь диссертационной работы с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, в котором выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Национального исследовательского университета Тошкентского института

ирригации и механизации сельского хозяйства на основе хоздоговора №14-2020 на тему: “Научное обоснование и разработка методики внедрения инновационных способов повышения эффективности сбережения электрической энергии электрооборудования насосных станций (на примере Самаркандской и Кашкадарьинской областей)”, в рамках госбюджетного проекта №5.14-2021 по теме “Повышение надежности и эксплуатационной эффективности электротехнического оборудования сельского хозяйства”, а также проекта №7.3-2023 “Научно-методологические основы повышения эксплуатационной эффективности электрооборудования на основе цифровых технологий и совершенствования системы сервисного обслуживания”.

**Цель исследования** состоит в повышении надежности и эффективного использования электрооборудования на основе определения диагностических параметров электроустановок, установления причин выхода из строя, прогнозирования предотвращения и сокращения времени простоя оборудования.

**Задачи исследований** заключаются в следующем:

1. проанализировать основные факторы неисправностей электрооборудования, а также определить существующие средства и методы для диагностики их технического состояния;
2. определить основные неисправности электроустановок, т.е. главные диагностические параметры, которые становятся причиной выхода их из строя, разработать матрицу диагностики;
3. прогнозировать причины выхода из строя электрооборудования, установление мер по их предотвращению, состояние восстановления запасных частей или их замены, разработать математическую модель сокращения времени простоев;
4. разработать методику создания резерва надежных запасных частей, провести экспериментальные исследования разработанной системы, оценка экономической эффективности применения этой методики на агропромышленном комплексе.

**Объект исследования** – производственные предприятия, предприятие по переработке зерна и насосные станции.

**Предметом исследования** являются электрооборудования, в частности, электродвигатели, средства защиты и управления, также методы прогнозирования и системы алгоритмов.

**Методы исследований.** Для решения поставленной задачи использованы методы дифференциального и матричного расчета, средства компьютерной симуляции, теория алгоритмов, переходные процессы и автоматическое управление, программирование, способы вычислительной математики; исследование проведено на основе моделирования и спектрального анализа технического состояния электрооборудования. Полученные результаты проверены на компьютерных моделях и реальных объектах.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

установлен диагностический параметр воздействия на коэффициент полезного действия нового эксплуатационного срока, определяющего степень

неисправности электрооборудования по мере оценки технического состояния с учетом факторов его износа, на этой основе разработана методика диагностики;

обоснована взаимосвязь производственных факторов, отрицательно влияющих на надежность электрооборудования, и диагностических параметров оценки его технического состояния, а также разработана усовершенствованная матрица диагностики;

на основе системного подхода к принятию решения по восстановлению или замене частей электрооборудования и к прогнозированию создания надежного резерва запасных частей разработан новый метод сокращения времени простоя электрооборудования;

экспериментально обоснована возможность повышения эксплуатационной надежности и сокращения времени простоев энергетических установок с помощью прогнозирования предотвращения неисправностей.

#### **Практические результаты исследования:**

определены основные диагностические параметры, влияющие на техническое состояние и выхода из строя электрооборудования, разработан способ диагностики и алгоритм решения;

разработан новый способ, алгоритм и программа прогнозирования по восстановлению или замене элементов и создания надежного резерва запасных частей электрооборудования;

обоснована оценка экономической эффективности повышения эксплуатационной надежности и времени простоя энергетического оборудования.

**Достоверность полученных результатов** подтверждается экспериментальными исследованиями системы прогнозирования создания резерва надежных запасных частей, диагностирования технического состояния, восстановления или замены отдельных частей электрооборудования используя компьютерные и математические модели.

**Научная и практическая значимость результатов исследований.** Научная значимость результатов исследования заключается в разработке нового способа и алгоритма прогнозирования создания надежного резерва запасных частей и восстановления или замены элементов электрооборудования, путем определения факторов выхода из строя и времени простоев энергетических установок, обоснованности влияния сроков эксплуатации на коэффициент полезного действия, составлении матрицы диагностики, использовании математических моделей и аналитических зависимостей.

Практическая значимость результатов исследования заключается в определении причин выхода из строя и перечня диагностических параметров электрооборудования, оценка влияния сроков эксплуатации на КПД, составлении матриц неисправностей, прогнозирования восстановления или замены элементов и создания надежного резерва запасных частей электрооборудования, оценке экономической эффективности повышения эксплуатационной надежности и сокращения времени простоев

энергетических установок, обеспечении устойчивой работы электрооборудования на основе создания системного подхода.

**Внедрение результатов исследований.** На основе результатов, полученных с помощью системного подхода, позволяющего повысить надежность работы электрооборудования и сократить время простоев на производственных предприятиях:

разработанная программа и алгоритм по диагностике технического состояния электрооборудования и по созданию новых способов системного подхода прогнозирования по восстановлению или замене элементов и создания надежного резерва запасных частей электрооборудования внедрены в учебный процесс кафедры “Электротехнология и эксплуатация электрооборудования” Национального исследовательского университета Ташкентского института ирригации и механизации сельского хозяйства (Свидетельство Министерства Юстиции №DGU 28968 о регистрации программы для электронных вычислительных машин от 13 ноября 2023 года).

исходя из особенностей технологических процессов производственных предприятий разработан системный подход, позволяющий определить факторы, которые становятся причиной вывода электрооборудования из строя и сократить время простоев и повышение эксплуатационной надежности электрооборудования и определен как диагностический параметр влияния коэффициента полезного действия на срок эксплуатации электрооборудования, и этот подход внедрен на объектах Управления насосных станций и энергетики при ИТХБ Аму-Кашкадарья (Справка Министерства водного хозяйства Республики Узбекистан №03/37-3377 от 17 октября 2023 года). В результате прогнозирования повышения эксплуатационной надежности и сокращения времени простоев эксплуатационная надежность выросла на 7-11 % и время простоев электрооборудования сократилось в 3-4 раза.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследований обсуждены на 2-х международных и 7 республиканских научно-практических конференциях и прошли апробацию.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано всего 17 научных работ, в том числе в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации результатов диссертаций доктора философии (PhD) – 7 статей, в том числе 5 – в республиканских и 2 – в международных научных журналах, в частности 2 статьи в журналах, входящих в базу данных Scopus, получено 1 удостоверение об официальной регистрации программы на ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, общего заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертация составляет 120 страниц.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Во **введении** диссертации обоснована актуальность и востребованность темы исследования, степень изученности проблему, соответствие темы

приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики, определены цель и задачи, объект и предмет, а также методы исследования показаны научная новизна и практические результаты исследования, научная и практическая ценность полученных результатов, даны сведения о внедрении результатов в производство, об апробации работы, опубликованных научных работах, объёме и содержании диссертации.

В первой главе диссертации под названием **“Анализ и современное состояние проблемы, цель и задачи исследования”** проанализированы электрооборудования и режимы их работы, условия эксплуатации, виды повреждений, причины выхода из строя, основные факторы, отрицательно влияющие на надежность оборудования.

Результаты анализа показывают, что чаще всего – в 78,9% электрооборудование повреждаются в результате пробоя изоляции или угара изоляционного покрытия. При выходе из строя электродвигателей повреждение изоляции трех фаз составило – 37,7%, двух фаз – 21,3% и одной фазы – 19,9% (относительно общего количества исследуемых электродвигателей).

На основе опроса, проведенных среди электротехнического персонала службы: проанализированы виды повреждений электрооборудования, соответствие характеристик электродвигателей и защитных средств, организационный и технический уровень эксплуатации, доля повреждений фаз при выходе из строя и другие. При кратковременном и повторно кратковременном режимах работы на выход из строя электродвигателей наибольшее влияние оказывает окружающая среда.

В заключении можно отметить, что для повышения эксплуатационной надежности электродвигателей необходимо правильно выбрать мощность электродвигателей к рабочим машинам, точно определить режимы работы, осуществлять выбор и регулирование средств управления и защиты, своевременно проводить технический осмотр, текущий и капитальный ремонты.

На основе определения факторов надежности электрооборудования, прогнозирования предотвращения выхода из строя и сокращения времени простоев достигается повышение надежности и рациональное использование электрооборудования в сельском хозяйстве.

Во второй главе диссертации под названием **“Определение основных параметров диагностики электрооборудования, разработка их способов и алгоритмов”** анализированы факторы неисправностей электрооборудования, оценено их техническое состояние и определены основные диагностические параметры, приводящие к выходу из строя электрооборудования, также разработаны способы и алгоритмы диагностики состояния электрооборудования.

При разработке способов диагностики электрооборудования важной задачей является выбор оптимальных параметров, которые являются характеризующими параметрами диагностики и технического состояния объекта.

Для полной диагностики электрооборудования необходимо выполнить множество технических измерений, необходимо измерить все параметры объекта. Но для выполнения таких измерений требуются множество измерительных приборов и времени, при этом также снижается эффективность диагностики, увеличиваются расходы на измерения. Поэтому выбираются только важные параметры, определяется их оптимальное значение и ранжируется по значению. При этом затраты должны быть минимальными, а результаты диагностики – достоверными. Иногда параметры не учитываются из-за больших расходов, хотя информации бывает достаточно.

Можно наблюдать, что при выборе диагностических параметров решается задача по расчету оптимизированных параметров. При выборе последовательности диагностических параметров анализируются все параметры, характеризующие техническое состояние электрооборудования, измеряемые и характеризующие определенные физические величины.

Вначале анализируются непосредственно измеряемые параметры. Диагностические параметры не должны влиять на техническое состояние детали или отдельных частей электрооборудования. Параметр должен иметь прямую функциональную связь с техническим состоянием и иметь достаточно информации. Параметры должны измеряться простыми и дешевыми измерительными приборами.

В общем диагностическими параметрами могут быть те параметры, которые отвечают следующим требованиям: расходы на проведение диагностики для определения технического состояния элемента должны быть меньше чем при измерении с разборкой аппарата по частям.

К основным параметрам, оценивающим техническое состояние электродвигателя можно отнести сопротивление изоляции обмоток статора относительно корпуса, междуфазную изоляцию, межвитковую изоляцию, состояние обмоток статора и ротора. Но до сегодняшнего дня не изучено влияние срока эксплуатации на КПД электрооборудования. Для выполнения такой задачи в данном исследовании определено влияние срока эксплуатации на КПД электродвигателя (таблица-1).

**Таблица 1**

**Предложенный параметр срока эксплуатации как фактор КПД электродвигателя**

Диагностируемые части	Параметр	Неисправность	Средство измерения
Срок эксплуатации	Снижение КПД	Старение	Прибор для измерения момента

Влияние срока эксплуатации на КПД значительно (отрицательно) влияет на производительность труда и эффективность работы.

При диагностике электрооборудования решаются три задачи. Определение работоспособности объекта, установление остаточного ресурса и выявление причин неисправности.

При разработке технологии диагностики электрооборудования основной задачей является установление последовательности диагностики деталей узлов и количества измерений параметров.

Для получения полной информации о техническом состоянии электрооборудования необходимо провести полную диагностику всех его частей, однако при этом расходы диагностики будут большими. Кроме того, некоторые части и детали будут в рабочем состоянии. Если диагностику провести в ограниченном объеме некоторые неисправности могут остаться незамеченными и могут произойти неожиданные отказы, что привлечет крупные аварии или большие ущербы объекта. Из вышесказанного необходимо оптимизировать объем диагностики и количество параметров, определить минимальный объем диагностики, который может дать достаточную информацию об объекте, то есть разрабатывается матрица диагностики (таблица-2). При составлении матрицы в верхней части размещаются элементы и части подлежащие диагностике, по боковой стороне располагаются диагностические параметры асинхронного двигателя. “1” показывает, что есть связь, “0” отсутствие связи.

**Таблица-2**

**Матрица диагностики асинхронного двигателя**

Диагностические параметры	Элементы и части асинхронного двигателя								
	изоляция обмоток относительно корпуса	Междуфазовая изоляция	Междувитковая изоляция	Обмотка статора	Обмотка ротора	Подшипник	Вал	Сталь	Контакты
Выбрация электродвигателя	0	0	1	1	1	1	1	1	0
Шум электродвигателя	0	0	1	1	1	1	1	1	0
Токи поступающие из сети	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Момент сопротивления (на валу)	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Следы нагрева контактных поверхностей	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Электрическая прочность изоляции	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Ток утечки	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Радиальное смещение вала	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Удар краев вала	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Влияние эксплуатации на КПД	1	1	1	1	1	1	1	1	1

В третьей главе диссертации под названием **“Оценка надежности электрооборудования, прогнозирование выхода из строя и предотвращение его отказа”** разработан системный подход прогнозирования к выбору восстановлению запасных частей или замене и созданию резерва надежных запасных частей с целью надежной и эффективной работы электрооборудования, условно разделяя части электрооборудования на восстанавливаемые и невосстанавливаемые, определены зависимость

надежности электрооборудования от различных случайных факторов, разработан системный подход прогнозирования, создания надежных и восстановления или замены запасных частей для обеспечения надежной и эффективной работы электрооборудования.

Исходя из особенностей повторно используемых восстановленных частей электрооборудования принимается решение, то есть если на используемой части оборудования появится неисправность, она устраняется, то есть деталь восстанавливается и повторно принимается на эксплуатацию. Этот процесс непрерывно повторяется до полного использования ресурса запасной части.

Если не учитывать времени восстановления частей электрооборудования, момент появления неисправностей частей может вызвать непрерывный поток неисправностей электрооборудования.

Этот поток неисправностей электрооборудования создает за время  $t$  количество математического ожидания “ведомой функции”:

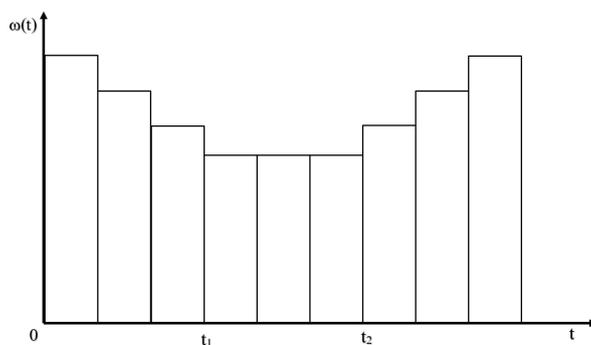
$$\Omega(t) = Mr(t), \quad (1)$$

где:  $r(t)$  - количество неисправностей за время  $t$ .

Таким образом, эта функция характеризует степень выхода из строя повторно восстанавливаемых систем подобно степени выхода из строя невосстанавливаемых элементов.

$$\omega(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{Mr(t, t + \Delta t)}{\Delta t} = \Omega'(t) \quad (2)$$

По прохождении времени изменение параметра потока неисправностей превращается на жизненный стиль объекта и принимает форму кривой, приведенной на рис. 1.



**Рис. 1. Зависимость интенсивности неисправностей от времени работы электрооборудования**

Общий срок службы можно разбить на три периода.

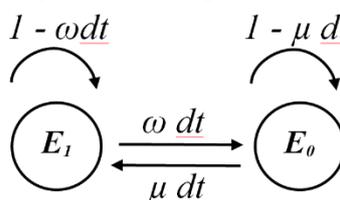
В первом периоде (от 0 до  $t_1$ ) отказы могут быть значительны в результате скрытых неисправностей элементов электрооборудования и функция  $\omega(t)$  имеет достаточно большое значение. Выходы из строя этого периода связаны с недостатками проектирования, монтажа, наладки, пуска и называются периодом пуска.

Второй период (от  $t_1$  до  $t_2$ ) характеризуется нормальной эксплуатацией с относительно постоянной интенсивностью неисправностей. При этом параметр потока неисправностей определяется случайными причинами.

Если условия окружающей среды будут постоянными этот компонент тоже по времени будет постоянным. При изменении условий окружающей среды (например, сезонные изменения, интенсивность молний могут влиять на состояние электрооборудования) этот компонент тоже по времени будет непостоянным.

Третий период ( $t_2$  и более) – этот период является периодом невосстанавливаемого старения частей электрооборудования в результате физико-химических процессов в материалах, при этом параметр потока неисправностей имеет возрастающий характер.

Анализ простейшего состояния выхода из строя элемента показывает, что состояние элемента, не имеющего запасной части может быть двойко:  $E_1$  – пригоден к работе и  $E_0$  – непригоден к работе. Если параметр потока неисправностей восстанавливаемой системы равен  $\omega$  и интенсивность восстановления частей равна  $\mu$  ( $\mu = 1/\tau$ ), то переход с одного состояния в другое можно изобразить следующим образом (Рис.2):



**Рис. 2. Модель надежности простейшей восстанавливаемой системы**

Невосстанавливаемость элемента при повреждении снижает надежность и производительность электрооборудования на 60%.

Исследования показывают, что модель неисправности восстанавливаемого оборудования и модель надежности электрооборудования требуют системного подхода к задаче прогнозирования восстановления или замены запасных частей электрооборудования.

Надежность электрооборудования взаимосвязана с задачей прогнозирования восстановления или замены запасных частей электрооборудования. Системный подход прогнозирования восстановления или замены запасных частей, для обеспечения надежности системы или электрооборудования и их эффективной работы, включает в себя принятия решения, основываясь на наличии запасных частей и состоянии объекта. Своеобразная последовательность реализации таких прогнозов может определяться по видам оборудования, практики проведения технического обслуживания или ремонта и цели выполняемых операций. Системный подход прогнозирования восстановления или замены запасных частей может иметь следующую последовательность:

1. Сбор информации: Собираются сведения об истории и в режиме реального времени, об электрооборудовании, также собираются сведения об истории выполнения технического обслуживания или ремонта. Источниками информации могут быть журналы наблюдений, технического обслуживания и отчеты по проверкам электрооборудования.

2. Оценка положения: Текущее состояние электрооборудования оценивается следующими способами: а) визуальная проверка: определяются видимые повреждения, неисправности или нарушения; б) испытание повреждения: определяются скрытые неисправности, используя, например, ультразвуковую диагностику, термальные изображения и анализ выбросов; в) анализ масла: для определения загрязнения и старения изоляции проверяется состояние смазывающего материала; г) электрическое и электронное испытание: для оценки целостности компонентов измеряются электрические параметры.

3. Анализ неуспешных способов и последствий: анализируется возможные причины возникновения неисправностей и их влияние на работу и безопасность электрооборудования. Для каждой неисправности по их влиянию на режимы неисправности устанавливается критический рейтинг.

4. Оценка инвентаризации запасных частей: при инвентаризации рассматривается наличие запасных частей. Определяются дата закупки, условия хранения и стоимости электрооборудования и детали.

5. Анализ информации: для анализа и переработки информации о техническом обслуживании и ремонте, состоянии электрооборудования используются способы изучения оборудования. Определяются аномалии, тенденции, состояния, вызывающие неисправности электрооборудования.

6. Модели прогнозируемого технического обслуживания: разрабатываются или реализуются модели прогнозируемого технического обслуживания, учитывающие информации о состоянии для прогнозирования выхода из строя электрооборудования. Эти модели включают в себя следующие: а) Техническое обслуживание, основанное во времени: планирование ремонта или замены отдельных частей в заранее установленные сроки. б) Техническое обслуживание по состоянию: Выполняется техническое обслуживание и ремонт по реальным ситуациям и с учетом состояния электрооборудования. в) Прогнозируемое техническое обслуживание: используются инновационные методы анализа прогнозирования времени возникновения неисправности.

7. Принятие решения: Принимается решение о восстановлении или замены запасных частей на основе моделей прогнозируемого ухода электрооборудования. Рассматриваются критическое состояние, серьезность возможно возникающих неисправностей и экономическая эффективность замены части электрооборудования на другое.

8. Планирование: На основании результатов принятого решения планируется порядок восстановления или замены запасных частей. При этом учитывается распределение и покупка запасных частей.

9. Выполнение: На основании принятых решений выполняются запланированные техническое обслуживание и ремонт или замена на новое. При этом соблюдаются установленный порядок и протоколы безопасности.

10. Проверка после обслуживания: После восстановления или замены запасных частей проверяется оптимальное рабочее состояние электрооборудования. Для обеспечения правильной работы выполняется испытание и проверки электрооборудования.

11. **Непрерывный мониторинг:** Для контроля эффективности принятых решений по техническому обслуживанию и состояния электрооборудования выполняется непрерывный мониторинг. При появлении новых информации и понятий обновляются стратегии управления использованием запасных частей и модели прогнозируемого технического обслуживания.

12. **Документации и отчеты:** Все мероприятия технического обслуживания и замены частей, в том числе причины результатов и принятия решений оформляются в виде актов или протоколов. Документации и отчеты сохраняются для аудита и для проведения следующих мер технического обслуживания и ремонта.

13. **Постоянное усовершенствование:** Непрерывно наблюдается процесс восстановления и замены запасных частей, ведется мониторинг и устанавливаются пути улучшения состояния оборудования.

14. **Оценка эффективности:** Рассматривается и вычисляется эффективность работы моделей прогнозируемого технического обслуживания рабочими группами технического обслуживания электрооборудования.

Для повышения надежности электрооборудования рассмотрим повторно восстанавливаемых частей оборудования как сложная работа. Сложность при этом заключается в том, что скорость создания запаса запасных частей и скорости восстановления определяют надежность.

Создание запаса запасных частей – это системный подход для обеспечения наличия необходимого количества запасных частей для своевременного проведения технического обслуживания и ремонта или для устранения неожиданно появившиеся неисправностей оборудования.

Скорость создания надежных запасных частей характеризуются параметрами как качество, стоимость и время и нами разработано новый способ создания надежных запасных частей электрооборудования.

Этот способ предназначен для создания запаса запасных частей с целью сокращения расходов и повышения экономической эффективности, для эффективного технического обслуживания, сокращения времени простоев и повышения надежности электрооборудования. Непрерывный мониторинг и планирование предстоящих работ устанавливает порядок обеспечения надежных запасных частей и удовлетворяет динамическую потребность заказчиков.

На основе нового способа создания запаса запасных частей электрооборудования разработан общий алгоритм создания запаса запасных частей электрооборудования.

Обобщенный алгоритм может расширен и приспособлен на основе нормативных документов, стандартов и существующих технологий с учетом специфику электрооборудования. Создание запаса запасных частей электрооборудования обеспечивает безопасность и надежность оборудования, позволяет предотвращать ожидаемые и неожиданные повреждения и отказов.

На четвертой главе диссертации под названием **«Экспериментальное исследование надежности электрооборудования и определение технико-экономической эффективности»** выполнены работы по оценке технико-

экономической эффективности и результаты лабораторных испытаний по сокращению времени простоев и повышения надежности электрооборудования на основе системного подхода прогнозирования создания запаса надежных запасных частей и принятия решения по восстановлению или замены на другие части электрооборудования для объектов исследования как предприятия переработки зерновых культур и насосных станций.

Испытание электродвигателей по определению продолжительности пуска и защите от торможения ротора проведены на терминале БЭ2502А0701. Контролируемые параметры представлены в таблице 3. (См. на рис. 3).

**Таблица 1**

**Пуск электродвигателя по критерию  $I_{\max} \cdot t$  время пуска  $t_{p.и.и.т} = 6с$**

Время продолжительности пуска, секунд				Режим	Результат пуска
№	Начало	Конец	Среднее торможение		
$t_{бош}(4с) < t_{p.и.и.т}(6с)$					
1	60	4	5	В течении 60с < 100с времени значение входного тока достигает до $I_{и.и.т}$ . Время продолжительности пуска 4 с, это меньше чем $t_{p.и.и.т} = 6с$ , поэтому электродвигатель успешно запускается.	успешно
$t_{бош}(7с) < t_{p.и.и.т}(6с)$					
2	60	7	5	За время 60с < 100 значение входного тока достигает до $I_{и.и.т}$ . Время продолжительности пуска 7 с, это больше чем $t_{p.и.и.т} = 6с$ , поэтому электродвигатель не запускается.	Неуспешный пуск, то есть срабатывает защита. ( $t_{yp} = 6,025с$ )
3	60	7	8		



**Рис.3. Общий вид терминала БЭ2502А0701**

На рис.4 приведены временные интервалы неуспешного пуска электродвигателя (см. на рис. 4). При этом из-за условий:  $t_{\text{ш.м}}(7\text{с}) > t_{\text{р.ш.м}}(6\text{с})$  защита “пуск” срабатывает в течении 6 секунд.

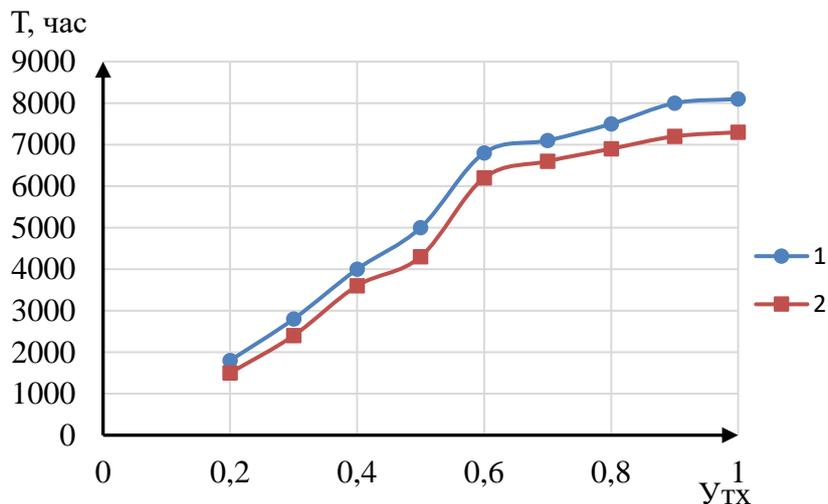
Курсор T <sub>i</sub>	T1	T2	T3	T4	T5
t относ-но пуска, с	0.000	0.053	6.053	7.075	7.597
t астрономич., Ч:М:С.мс	12:05:56.563	12:05:56.617	12:06:02.617	12:06:03.639	12:06:04.160
t (T <sub>i</sub> ) - t (T1), с	0.000	0.053	6.053	7.075	7.597
t (T <sub>i</sub> ) - t (T2), с	-0.053	0.000	6.000	7.022	7.543
t (T <sub>i</sub> ) - t (T3), с	-6.053	-6.000	0.000	1.022	1.543
t (T <sub>i</sub> ) - t (T4), с	-7.075	-7.022	-1.022	0.000	0.522
t (T <sub>i</sub> ) - t (T5), с	-7.597	-7.543	-1.543	-0.522	0.000

**Рис.4. Таблица интервала времени неуспешного пуска электродвигателя (по критерию  $I_{\text{max}} \cdot t$ )**

Для оценки надежности электрооборудования получены параметры надежности по функциональной зависимости продолжительности пуска и торможения ротора.

Экспериментальные исследования проводили с целью определения факторов на продолжительность безотказной работы, то есть на сроки эксплуатации электрооборудования.

Для определения каждого фактора по отдельности на сроки эксплуатации электрооборудования построены графики зависимостей технического состояния оборудования от продолжительности эксплуатации электрооборудования (см. на рис. 5).

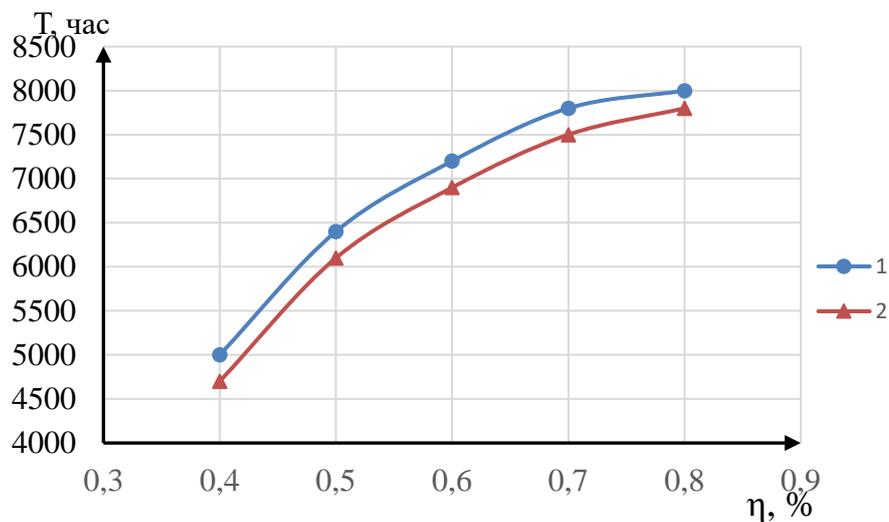


(1 –  $\eta=0,7$ ; 2 –  $\eta=0,5$ )

**Рис.5. Графики зависимостей технического состояния оборудования от продолжительности эксплуатации электрооборудования**

По мере увеличения технического состояния электрооборудования увеличивается сроки эксплуатации. Этого можно добиваться надежными защитными средствами и качественным техническим обслуживанием. Также должно быть запасы надежных запасных частей.

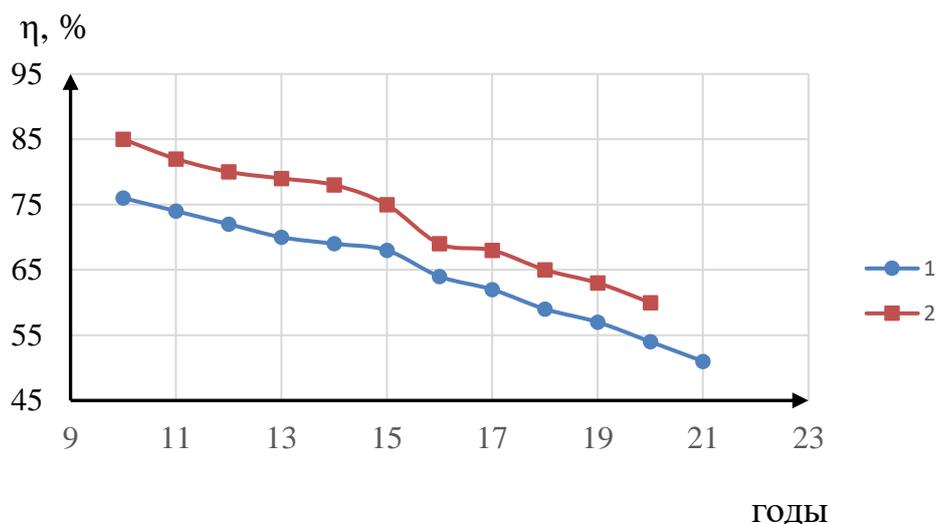
Необходимо отметить что высокая степень технического состояния гарантирует высокую коэффициент полезного действия электрооборудования. Таким образом поддержание высокой коэффициент полезного действия тесно связано сроком эксплуатация электрооборудования (см.на рис.6).



(1 –  $Y_{\text{ТХ}}=0,8$ ; 2 –  $Y_{\text{ТХ}}=0,6$ )

**Рис.6. Зависимость коэффициента полезного действия и срока эксплуатации электрооборудования**

В течении года увеличение срока эксплуатации электрооборудования позволяет росту или устойчивости коэффициента полезного действия электрооборудования. Однако чрезмерное увеличение сроков эксплуатации, больше чем нормативных сроков не увеличивает надежность электрооборудования и КПД также уменьшается. Такое состояние изображено на графике зависимости коэффициента полезного действия от срока эксплуатации электрооборудования (см. на рис.7).

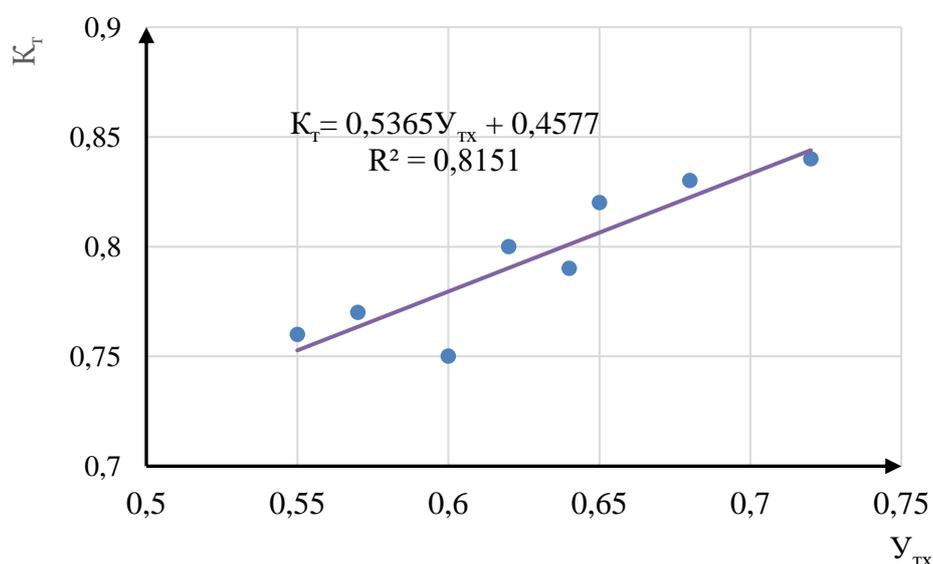


1. Электродвигатель серии 4A90L4 мощностью 2,2 кВт,  $\eta=80$ ;  
 2. Электродвигатель серии 4A112M4 мощностью 5,5 кВт,  $\eta=85,5$ ;  
**Рис.7. Зависимость коэффициента полезного действия и срока эксплуатации электрооборудования**

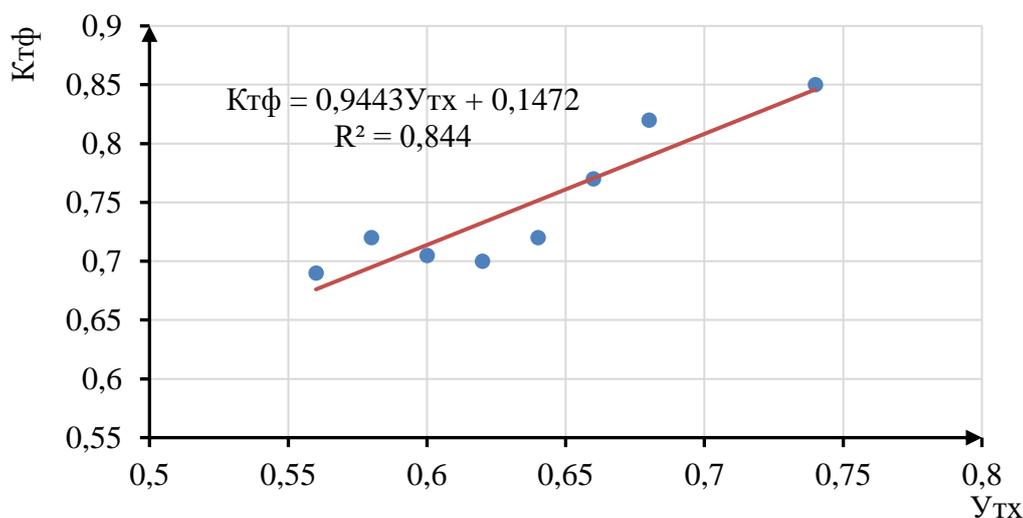
На рис.7 можно увидеть, что после эксплуатации электрооборудования более 10 лет коэффициент полезного действия начинает уменьшаться, а через 20 лет эксплуатации коэффициент полезного действия уменьшается в два раза. В свою очередь растет значение потерь электрической энергии.

В результате исследований определены следующие оптимальные параметры процесса оценки надежности электрооборудования: степень надежности технического состояния электрооборудования - 0,9, коэффициент полезного действия - 70%, напряжение сети - 380 В. Если поддерживать значение этих параметров оптимальными коэффициент полезного действия сохраняется в необходимом уровне.

На основе результатов исследований проведенных для определения надежности электрооборудования установлена зависимость надежности электродвигателей от ее степени технического состояния.



**Рис.8. График зависимости коэффициента готовности к работе от степени технического состояния асинхронного электродвигателя**



**Рис.9. График зависимости коэффициента полезного действия электродвигателей от степени технического состояния асинхронного электродвигателя**

При эксплуатации электродвигателей в продолжительном режиме длительное время для технического обслуживания или ремонта электродвигателей могут быть остановлены, с учетом этого изучены зависимость коэффициента готовности и полезного действия электродвигателей от степени технического состояния асинхронного электродвигателя мощностью 2,2 кВт (см. на рис.8 и 9).

Функции вышеописанных зависимостей имеют следующий вид:

$$K_T = 0,5365U_{\text{тх}} + 0,4577 \quad (R^2 = 0,8151) \quad (3)$$

$$K_{\text{тф}} = 0,9443U_{\text{тх}} + 0,1472 \quad (R^2 = 0,844) \quad (4)$$

Таким образом, комплексный показатель электрооборудования для количественной оценки ее технического состояния позволяет прогнозировать и анализировать технического состояния и надежности электрооборудования и обосновать системы прогнозирования создания запаса надежных запасных частей и принятия решения по замене или восстановлению частей электрооборудования, также служит для повышения надежности и сокращения срока простоев электрооборудования.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. На основе анализа основных факторов неисправности электрооборудования и оценки их технического состояния обоснован основной диагностический параметр, являющийся фактором выхода из строя электрооборудования, также введен такой новый параметр, как влияние срока эксплуатации на коэффициент полезного действия и обоснована ее необходимость.

2. Разработана матрица диагностики по взаимосвязи срока эксплуатации, как диагностический параметр, отрицательно влияющий на надежность и коэффициент полезного действия электрооборудования, также разработан усовершенствованный способ и алгоритм диагностирования электрооборудования.

3. Разработана программа алгоритма и новый способ, позволяющий сократить время простоя электрооборудования, на основе системного подхода прогнозирования, создания рехзапаса надежных запасных частей и принятия решения по восстановлению резерва замены части электрооборудования.

4. Экспериментально обоснована возможность сокращения времени простоя и повышения эксплуатационной надежности энергетического оборудования, оценена экономическая эффективность, внедрено на производство и в учебный процесс университета.

5. В результате внедрения результатов исследования по повышению эксплуатационной надежности и прогнозирования сокращения времени

простоя электрооборудования сокращено время простоя в 3-4 раза и повышена эксплуатационная надежность электрооборудования на 7-11%.

6. За счет сокращения времени простоя электрооборудования на основе прогнозирования надежности электрооборудования годовая экономия средств составила 200 125 000 сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC  
DEGREES DSc.03/30.12.2019.T.10.01 AT THE “TASHKENT INSTITUTE  
OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL MECHANIZATION  
ENGINEERS” NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY**

---

**“TASHKENT INSTITUTE OF IRRIGATION AND AGRICULTURAL  
MECHANIZATION ENGINEERS” NATIONAL RESEARCH  
UNIVERSITY**

**OCHILOV DILSHOD MUBORAKBEK O‘G‘LI**

**INCREASING THE RELIABILITY OF OPERATION OF ELECTRICAL  
EQUIPMENT IN CEREAL PRODUCTS ENTERPRISES AND PUMPING  
STATIONS**

**05.05.07 – Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture**

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

**Tashkent – 2023**

The theme of the doctoral of philosophy (PhD) dissertation is registered in the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under B2021.I.PhD/T2112

The thesis was made in "Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers" National research university.

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

**Scientific supervisor:**

**Isakov Abdusaid Jalilovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:**

**Muratov Hakim Maxmudovich**  
doctor of technical sciences, professor

**Raxmatov Abdugani Djumabekovich**  
candidate of technical sciences,  
associate professor

**Leading organization:**

**Karshi engineering economics institute**

The defense of the dissertation will be held at 14<sup>00</sup> on "27" 12 2023 year at the scientific council meeting DSc.03/30.12.2019.T.10.01 at the "Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers" National research university (at the address: 39, Kari Niyaziy street, Tashkent city, 100000. Tel: (+99871) 237-09-45; Fax: (+99871) 237-38-79, e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz)).

The dissertation is available at the Information-resource center of the "Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers" National research university (registration number 302). Address: 39, Kari Niyaziy street, Tashkent city, 100000. Tel: (+99871) 237-09-45; Fax: (+99871) 237-38-79, e-mail: [admin@tiame.uz](mailto:admin@tiame.uz).

Abstract of the dissertation is posted 18.10 2023.

(Mailing Protocol No 88 dated 25.10 2023)



**B.S.Mirzaev**

Chairman of Scientific Council for awarding  
Scientific degrees, doctor of technical sciences,  
Professor

**U.T.Quziyev**

Scientific secretary of Scientific Council on  
awarding scientific degrees, PhD, associate  
Professor

**A.Muxammadiyev**

Chairman of Scientific seminar under the  
Scientific Council on awarding scientific  
degrees, doctor of technical sciences, Professor

## INTRODUCTION (abstract of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD))

**The purpose of the study** is to determine the diagnostic parameters of electrical equipment, to predict the state of failure and its prevention, and to increase the effective use and reliability of electrical equipment based on the reduction of downtime.

**Research object.** Production enterprises, grain products enterprise and pumping stations.

### **The scientific novelty of the study:**

taking into account the failure factors of electrical equipment, the diagnostic parameter of the effect of the new service life on the useful work coefficient, which determines the level of failure by evaluating its technical condition, and based on this, an improved diagnostic method was developed;

an improved diagnostic matrix was developed based on the correlation of the failure factors that negatively affect the reliability of electrical equipment with the diagnostic parameter that assesses the technical condition;

a new method has been developed that reduces the downtime of electrical equipment based on a systematic approach to making decisions about the restoration or replacement of electrical equipment parts and predicting the creation of a reliable spare parts reserve;

the ability to increase the reliability of power equipment operation and reduce downtime with the help of failure prevention prediction is experimentally based.

**Implementation of research results.** Based on the results of the systematic approach that allows to increase the reliability of the operation of electrical equipment and reduce the downtime in production enterprises:

an algorithm and a program for a new method of systematic approach to diagnosing the technical condition of electrical equipment, making a decision on the restoration or replacement of its parts, and predicting the creation of a reliable spare parts reserve have been developed and was introduced into the educational process at the Department of Electrotechnology and Electrical Equipment Operation of the National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers" (Ministry of Justice's certificate of official registration of the program created for electronic computing machines dated November 13, 2023 No. DGU 28968).

based on the characteristics of the technological processes of production enterprises, the diagnostic parameter of the influence of the operating period on the useful work coefficient, which allows to determine the factors that cause the failure of electrical equipment, is determined, and a systematic approach is developed that allows to increase the operational reliability of electrical equipment and reduce the downtime and was introduced in the facilities of the Amu-Kashkadarya ISBM of the Pumping stations and the Energy Department (reference number 03/37-3377 dated October 17, 2023 of the Ministry of Water Management). As a result of predicting the improvement of the operational reliability of electrical equipment and the

reduction of breakdowns, it is possible to reduce the downtime of electrical equipment by 3-4 times and increase the reliability by 7-11%.

**The structure and scope of the dissertation.** The content of the dissertation consists of an introduction, four chapters, general conclusions, a list of used literature, and appendices. The length of the dissertation is 120 pages.

## ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ

### Список опубликованных работ

### List of published works

#### I бўлим (I часть; I part)

1. Исаков А.Ж., Рахматов.А. Очилов Д. Электр энергияси исрофининг камайтириш муаммолар // Irrigatsiya va melioratsiya журнали. – Тошкент, 2019. №4(18). – Б. 67-70 (05.00.00. № 22).

2. Isakov A.J., Ochilov D.M. Increase of the efficiency and rational of electrical energy and electrical equipment // Irrigatsiya va melioratsiya. – Toshkent, 2019. №3(17). – В. 51-54. (05.00.00. №22).

3. Исаков А.Ж., Рахматов А. Очилов Д. Мева сақлаш омборларида ҳавони ионлаштириш жараёнини моделлаштириш // Агро илм. – Тошкент, 2020. №1(64). – Б. 94-95. (05.00.00. №3).

4. Исаков А.Ж., Очилов Д. Электр ускуналарнинг эксплуатация самарадорлиги ва ишончлилигини ошириш // Агро илм. – Тошкент, 2023. №5(94). – Б. 75-78. (05.00.00. №3).

5. Исаков А.Ж., Очилов Д.М., Эгамбердиев Д.Х. Электр ускуналар диагностикаси ва унинг бузилмасдан ишлаш ҳолатини башоратлаш // Ўзбекистон аграр фани хабарномаси. – Тошкент, 2023. №4(10). – Б. 45-50. (05.00.00. №18).

6. Kholov O. Ochilov D. Main factors in the operation of electric engines // Innovative Technologica: Methodical Research Journal. – Toshkent, 2021. №03(2021). – pp. 14-20. (05.00.00. (23) Scientific Journal Impact Factor)

7. Ishnazarov O., Isakov A., Islomov U., Xoliyorov U., Ochilov D. Wear issues of pumping units // (2021) E3S Web of Conferences, 264, 04081, DOI: 10.1051/e3sconf/202126404081 (05.00.00 № (3) Scopus)

8. Isakov A., Raxmatov A., Ochilov D., Shadmanova G. Increasing reliability of power supply to electricity consumers // (2023) E3S Web of Conferences, 413, 05011, DOI: 10.1051/e3sconf/202341305011 (05.00.00. № (3) Scopus)

#### II бўлим (II часть; II part)

9. Исаков А.Ж., Очилов Д.М. Электр энергияси ва электр ускуналаридан оқилна фойдаланиш самарадорлигини ошириш // Агросаноат тармоқларида электр энергиясидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш муаммолари: Ҳалқаро илмий-амалий анжумани материаллари. – Тошкент, 28 ноябрь 2018. – Б. 66-71.

10. Матчонов.О, Очилов Д. Солиева Т. Пахта техник чигитига ишлов беришда электротехнологик усуллардан фойдаланиш // Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари: Анъанавий XVII-ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий-амалий анжумани мақолалар тўплами. – Тошкент, 2018. – Б. 131-132.

11. Очилов Д. Пахта тозалаш заводларида технологик жараёнларини автоматлаштириш ва бошқариш ускуналаридан оқилона фойдаланиш // Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари: Анъанавий XVIII-ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий-амалий анжумани мақолалар тўплами. – Тошкент, 2019. – Б. 436-438.

12. Очилов Д., Матчонов.О., Тухтамишев Б. Техник чигит намлигини пасайтиришда комбинатсиялашган усулда сифати ва сақлаш муддатини узайтириш // Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари: Анъанавий XIX-ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий-амалий анжумани мақолалар тўплами. – Тошкент, 2020. – Б. 127-130.

13. Очилов Д., Матчонов.О., Тухтамишев Б. Пахта тозалаш заводларида технологик жараёнларни такомиллаштириш // Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари: Анъанавий XIX-ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий-амалий анжумани мақолалар тўплами. – Тошкент, 2020. – Б. 130-135.

14. Khaliknazarov O'., Ochilov D. Effects of high frequency electromagnetic fields on the destruction and drying of mulberry silkworm // Янгиланаётган Ўзбекистонда фан, таълим ва инновация уйғунлиги: Республика 5-сон кўп тармоқли илмий-масофавий онлайн конференцияси 2-қисм материаллари. – Тошкент.: 2021. – Pp 339-347.

15. Очилов Д. Электр ускуналар ва электр энергия таъминоти бўйича мавжуд эксплуатацияси омиллари ва таҳлили // Қишлоқ ва сув хўжалигининг замонавий муаммолари: Анъанавий XX-ёш олимлар, магистрантлар ва иқтидорли талабаларнинг илмий-амалий анжумани мақолалар тўплами. – Тошкент, 2021. – Б. 435-440.

16. Yunusov O., Ochilov D. Elektr uskunalар ekspluatatsiyasi omillari va tahlillari // Science and Education Scientific journal. – Toshkent, 2021. Vol.2. Issue 2. – Б. 206-213.

17. Исақов А.Ж., Очилов Д.М., Холиқова М.Қ. Қайта тикланмайдиган элементлар ишончлилигининг эҳтимоллик кўрсаткичларини алгоритмлаш ва дастурлаш // Электрон ҳисоблаш машиналари учун электрон дастур. – Тошкент, 2023. Гувоҳнома №DGU28968.

Автореферат “Irrigatsiya va melioratsiya” илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус ва инглиз (тезис) тилларидаги матнлари мослиги текширилди (\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2023 й.).

Bosishga ruxsat etildi: 12.12.2023-yil  
Bichimi: 60x84<sup>1/16</sup>, “Times New Roman”  
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i 3.6. Adadi 100. Buyurtma: № 295  
Tel: (99) 3832 99 79; (99) 817 44 54  
Guvohnoma reestr № 10-3279  
“IMPRESS MEDIA” MCHJ bosmaxonasida chop etildi.  
Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi ko‘chasi, 6 uy.