

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.03/30.12.2019.Т.03.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**МИРЗОЕВ НАРЗУЛЛО НУРИДДИНОВИЧ**

**ЭНЕРГЕТИК САМАРАДОРЛИКНИ НАЗОРАТ ВА БОШҚАРИШНИНГ  
АХБОРОТ-ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТИ ВА ҚУРИЛМАЛАРИ**

**05.01.06 – Ҳисоблаш техникаси ва бошқарув тизимларининг элементлари ва  
қурилмалари**

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

**Бухоро – 2022**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**

**Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

**Мирзоев Нарзулло Нуриддинович**

Энергетик самарадорликни назорат ва бошқаришнинг ахборот-дастурий таъминоти ва қурилмалари ..... 3

**Мирзоев Нарзулло Нуриддинович**

Информационно-программное обеспечение и устройства для контроля и управления энергоэффективностью..... 21

**Mirzoyev Narzullo Nuriddinovich**

Information software and devices for control and management of energy efficiency..... 39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

Список опубликованных работ  
List of published works ..... 43

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ  
DSc.03/30.12.2019.Т.03.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ**

**МИРЗОЕВ НАРЗУЛЛО НУРИДДИНОВИЧ**

**ЭНЕРГЕТИК САМАРАДОРЛИКНИ НАЗОРАТ ВА БОШҚАРИШНИНГ  
АХБОРОТ-ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТИ ВА ҚУРИЛМАЛАРИ**

**05.01.06 – Ҳисоблаш техникаси ва бошқарув тизимларининг элементлари ва  
қурилмалари**

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

**Бухоро – 2022**



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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Жаҳонда бугунги кунда ёқилғи энергетика ресурсларига бўлган талабнинг ортиши натижасида ишлаб чиқариш корхоналарида электр энергия истеъмоли самарадорлигини баҳолаш ва назорат қилишнинг ахборот-дастурий таъминоти ва ўлчаш қурилмаларини яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Энергетик самарадорликни баҳолашда рақамли ва ахборот-коммуникацион технологияларни қўллаш, электр энергия истеъмоли меъёрларини аниқлашда автоматлаштириш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Бу борада ривожланган мамлакатларда муайян натижаларга эришилган бўлиб, уларда асосан электр энергия истеъмолини ҳисоблашнинг автоматлаштирилган тизимлари ва ўлчов қурилмаларининг функционал имкониятларини кенгайтириш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Жаҳонда электр энергия истеъмоли самарадорлигининг асосий кўрсаткичларини баҳолаш ва назорат қилишда IoT ва булут технологияларга асосланган энергия мониторинг тизимларини яратишга қаратилган илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу тадқиқотларда замонавий автоматик бошқариш тизимлари элементларидан фойдаланиб, ишлаб чиқариш корхоналарида ёқилғи энергетика ресурслари истеъмолини узлуксиз мониторинг қилишнинг дастурий таъминоти ва юқори аниқликдаги ўлчов-назорат қурилмаларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этади. Энергетик самарадорликни назорат қилиш ва бошқариш мураккаб жараён ҳисобланиб, бунда бир нечта ўлчов ўзгарткичлари қўлланилади. Ушбу ўлчов ўзгарткичларининг магнитланиб қолиши ва чиқиш сигналларининг тавсифлари нозичиқли бўлганлиги учун ўлчов хатоликларини ошишига сабаб бўлади. Шунинг учун, чиқиш сигнали чизичиқли бўлган ўлчов ўзгарткичли ва юқори аниқликдаги энергия самарадорликни баҳолайдиган ахборот-дастурий таъминот ва ўлчаш қурилмаларини яратиш ва ҳамда амалиётга жорий этиш долзарб вазифалардан ҳисобланади.

Мамлакатимизда ишлаб чиқариш корхоналарида энергия самарадорликни ошириш, маҳсулотнинг энергия сифимини аниқлаш ва баҳолаш, ёқилғи энергетика ресурслари истеъмолининг ҳисоблашни автоматлаштириш ва рақамлаштириш, шунингдек, энергия самарадорликни назорат ва бошқаришнинг ахборот дастурий таъминоти ва қурилмаларини ишлаб чиқаришга алоҳида эътибор берилмоқда. 2022-2026-йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан «Саноат тармоқларида йўқотишларни камайитириш ва ресурсларни ишлатиш самарадорлигини ошириш бўйича ..., замонавий энергия тежамкор технологиялар, асбоб-ускуналар ва қайта тикланувчи энергия манбаларини жорий этиш, қайта тикланувчи энергия манбалари қурилмаларини ишлаб чиқариш ва энергия самарадорликни ошириш бўйича лойиҳаларни молиялаштириш»<sup>1</sup> вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга

---

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026-йилларга

ошириш, шу жумладан энергетик самарадорликни асосий кўрсаткичларини назорат қилиш ва бошқаришнинг автоматлаштирилган ўлчов-назорат тизимлари учун ўлчаш аниқлиги юқори бўлган янги қурилмаларни ва уларнинг моделларини ишлаб чиқиш ҳамда масофадан мониторинг қилиш учун ахборот дастурий таъминотини такомиллаштириш муҳим вазифа ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026-йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2019 йил 22 августдаги ПҚ-4422-сон «Иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологияларни жорий этиш ва қайта тикланувчи энергия манбаларини ривожлантиришнинг тезкор чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2020 йил 10 июлдаги ПҚ-4779-сон «Иқтисодиётнинг энергия самарадорлигини ошириш ва мавжуд ресурсларни жалб этиш орқали иқтисодиёт тармоқларининг ёқилги энергетика маҳсулотларига қарамлигини камайтиришга доир қўшимча чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги.** Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурслар тежамкорлиги» ва IV. «Ахборотлаштириш ва ахборот-коммуникация технологияларини ривожлантириш» устувор йўналишлари доирасида бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Электр энергия истеъмоли самарадорлигини оширишда назорат ва бошқаришнинг ахборот-дастурий таъминоти ва қурилмаларини яратиш бўйича долзарб масалаларни ечишга қаратилган илмий тадқиқотлар жаҳоннинг таълим ва илмий муассасаларида, жумладан, Karlsruhe Institute of Technology (Германия), Oklahoma State University Institute of Technology (АҚШ), Tokyo Institute of Technology (Япония), North China Electric Power University (ХХР), Konkuk University (Жанубий Корея), Миллий тадқиқот университети “МЭИ” (Россия), Тошкент давлат техника университети ва Бухоро мухандислик-технология институтида (Ўзбекистон) олиб борилмоқда.

Энергетик самарадорликни назорат ва бошқаришнинг ахборот-дастурий таъминоти ва қурилмаларини ишлаб чиқиш бўйича долзарб муаммоларни ҳал қилишга қаратилган бир қатор илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Бу йўналишда Н.Schaumburg<sup>2</sup>, В. Матюшок<sup>3</sup>, В.И. Лебедев<sup>4</sup>, В.Н. Вагин<sup>5</sup>,

---

мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони

2 Schaumburg Н. Werkstoffe und Bauelemente der Elektrotechnik.Sensor–anwendungen. Stuttgart: 2012. – 420 p.

3 Матюшок В. Энергоэффективность и развитие интеллектуальных сетей в регионах России // Региональная экономика и управление. Электронный научный журнал // №1 (57), 2019. -С.1-14.

4 Лебедев В.И. Микропроцессорные счетчики электроэнергии. -М.: ДМК Пресс, 2017. – 196 с.

5 Вагин В.Н. Знание и убеждение в интеллектуальном анализе данных. -М.: Физматлит, 2019. – 554 с.

В.С. Степанов<sup>6</sup>, О.Л. Данилов<sup>7</sup> ва бошқа олимлар ўз тадқиқотлари билан катта ҳисса қўшишган.

Мамлакатимизда мазкур тадқиқот йўналишида маҳаллий олимлардан И.Х.Сиддиқов<sup>8</sup>, К.Р.Аллаев<sup>9</sup>, М.Ф.Зарипов<sup>10</sup>, Н.Р.Юсупбеков<sup>11</sup>, Р.К.Азимов<sup>12</sup> ва бошқалар олиб борган тадқиқотлари билан катта ҳисса қўшганлар.

Бу олимларнинг илмий изланишларида энергетик самарадорликни аниқлаш ва баҳолаш учун статистик маълумотлар асосида таҳлилий ҳисоблашнинг назарий асослари ишлаб чиқилган ва ривожлантирилган. Мазкур ишларда энергетик самарадорликни назорат ва бошқариш тизимларнинг ахборот-дастурий таъминоти, моделлари, тузилмавий схемалари таклиф қилинган ва ишлаб чиқаришга жорий қилинган.

Бирок, шу билан бирга, ишлаб чиқаришда энергетик самарадорликни ўлчов-назорат қурилмасини яратиш, энергетик самарадорликни аниқлаш ва баҳолашнинг ахборот-дастурий таъминоти ва IoT ҳамда «Cloud computing» га асосланган моделларига етарлича эътибор берилмаган.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Бухоро муҳандислик-технология институтининг илмий-тадқиқот ишлари режаларининг «Когондонмаҳсулотлари» АЖ, «Бухорогазсаноатқурилиш» АЖининг «Нефтгазавтотрансхизмат» УК ва «Қоракўлдонмаҳсулотлари» АЖ да энергетик текширувини ўтказиш (2019–2020 йй.) мавзусидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** ишлаб чиқариш корхоналарининг электр энергия истеъмоли самарадорлигини ўлчаш ва назорат қилишнинг қурилмалари ҳамда ахборот-дастурий таъминотини ишлаб чиқишдан иборат.

#### **Тадқиқотнинг вазифалари:**

ишлаб чиқариш корхоналари электр энергия истеъмоли самарадорлигининг ўлчов - назорат қилиш муаммоларини таҳлил қилиш, тадқиқотлар масалаларини ечимини топишнинг мақсадли вазифаларини аниқлаш;

ишлаб чиқариш корхоналари электр энергия истеъмоли самарадорлигининг ўлчов - назорат қилиш қурилмасини ҳамда тизимларини таҳлил қилиш;

ишлаб чиқариш корхоналарининг электр энергияси истеъмоли

---

6 Степанов В.С. и др. Эффективность использования энергии и энергосбережение. - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2002. – 145 с.

7 Данилова О.Л., Костюченко П.А. и др. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов. Справочно-методическое пособие. -М.: Технопромстрой, 2006. – 668 с.

8 Сиддиқов И.Х. ва бошқ. Электр энергияни назорати ва ҳисоблашни автоматлаштирилган тизимлари. - Т.: "АЛОҚАЧИ", 2018. 136 б.

9 Аллаев К.Р. Электроэнергетика Узбекистана и мира. - Т.: Фан ва технология, 2009. – 464 с.

10 Зарипов М.Ф., Петрова И.Ю. Энергоинформационный метод анализа и синтеза чувствительных элементов систем управления // Датчики и системы. 1999. № 5. – С.10-16.

11 Юсупбеков Н.Р., Алиев Р.А., Алиев Р.Р., Юсупбеков А.Н. Бошқаришнинг интеллектуал тизимлари ва қарор қабул қилиш. Тошкент: "Ўзбекистон миллий энциклопедияси", 2015. 572 б.

12 Азимов Р.К. Принципы построения и проектирование первичных преобразователей с распределенными параметрами для систем контроля и управления: автореферат дис. ... докт. техн.наук. - Ташкент, 1993. – 34 с.

самарадорлигининг ўлчов - назорат қилишнинг инфологик ва матрицали моделларини ишлаб чиқиш;

электр энергия истеъмоли самарадорлик кўрсаткичларини баҳолашнинг булутли IT муҳити тузилмаси моделини ишлаб чиқиш;

электр энергия мониторинги ўлчов - назорат тизимининг тузилиш схемаси, фазалар қувват коэффициентлари ҳамда электр энергия самарадорлик кўрсаткичларини ҳисоблаш алгоритмининг шакллантириш;

ишлаб чиқариш корхоналарининг электр энергия истеъмолини самарадорлигини ўлчов - назорат қилиш қурилмасини ҳамда маълумотларни тақдим этиш форматини яратиш ва амалиётда қўллаш.

**Тадқиқотнинг объекти** сифатида ишлаб чиқариш корхоналарининг энергия таъминоти тизимининг ўлчаш – назорат қилиш қурилмалари ҳамда уларнинг ахборот-дастурий таъминоти олинган.

**Тадқиқотнинг предмети** ишлаб чиқариш корхоналари электр энергия истеъмолининг самарадорлигини ўлчаш ва назорат жараёнларидан иборат.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Тадқиқот жараёнида моделлаштиришнинг аналитик ва тажрибавий усуллари, энергия ўзгариш жараёнларининг морфологик таҳлил ва синтез усуллари, автоматик бошқариш назарияси, матрицали моделлаштириш, чизиқли тенгламалар тизимини ечиш усуллари, тажриба синовлар ўтказиш ҳамда ўлчов маълумотларни қайта ишлаш, таҳлил назарияси ва энергия самарадорлик мониторинги усуллари қўлланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

энергетик самарадорлик асосий кўрсаткичларининг ўлчов - назорати учун информацион ва мантиқий баҳолашга асосланган функционал-ахборот структурасинининг инфологик ва матрицали моделлари ҳамда алгоритмлари ишлаб чиқилган;

электр энергия узатиш тармоғининг фазалари бўйича энергетик самарадорликка таъсир этувчи асосий электр катталиклар ва электр истеъмолчиларнинг тавсифларини ҳисобга олган ҳолда IoT-муҳитли ўлчаш тузилмасининг модел ва алгоритми ишлаб чиқилган;

энергетик самарадорликни масофадан ўлчов ва назорат қилишни ҳисобга олган ҳолда функционал имкониятлари кенгайтирилган булут технологияли модели ишлаб чиқилган ҳамда ўлчов катталиклари ва маълумотларини рақамли тақдим этишнинг <https://cloudhisobligichlar.uz> формати яратилган;

электр энергия истеъмоли самарадорлиги кўрсаткичларини ўлчаш, узатиш, сақлаш, баҳолашда мавжуд аналогларидан: бирламчи токни чиқишдаги кучланиш сигналига ўзгартирувчи, энергетик самарадорлик синфларини аниқлайдиган ва мобиллиги билан фарқ қиладиган ўлчаш қурилмаси ҳамда унинг ишлаш алгоритми яратилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

ишлаб чиқариш корхоналарида электр энергия истеъмолининг самарадорлигини ўлчов ва назорат қилишнинг ахборот-дастурий таъминотли энергия мониторинг тузилмаси ишлаб чиқилган;

электр энергия истеъмолининг самарадорлигини тизимли тадқиқ этиш

имконини берувчи <https://cloudhisoblagichlar.uz> маълумотларни тақдим этиш ахборот-дастурий таъминоти ишлаб чиқилган;

электр тармоқ катталиклари ўлчови ва уларни таҳлил қилиш учун сигналларни қайта ишлашга мўлжалланган энергия самарадорлигини ўлчов – назорат қилиш қурилмаси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** энергия самарадорликни тадқиқ қилиш учун энергия мониторинг тизими шунингдек, энергия самарадорликни ўлчов - назорат қилиш қурилмасини яратиш асосида электр тармоқ катталикларининг бирламчи сигналларни ўлчаш ҳамда сигналларни қайта ишлаш учун IoT ва Cloud computing модели ишлаб чиқилганлиги, олинган назарий ва амалий тадқиқот натижалари ҳамда уларни умумқабул қилинган мезонлар асосида қиёсий солиштириш орқали изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти энергетик самарадорлигини назорат қилиш ва бошқаришнинг инфологик ва матрицали моделларини, худудларда самарадорликни аниқлашнинг булутли IT муҳит тузилмаси модели, электр таъминот тизимида энергия самарадорликни назоратини мониторинг тузилмаси, ҳар бир фазалардаги қувват коэффициентлари ҳамда техник исрофларни энергия самарадорлигига боғлиқ бўлган аналитик ифодалари ва алгоритминини ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти электр энергия истеъмоли самарадорлигини ўлчаш – назорат қилишнинг Cloud computing асосидаги ахборот-дастурий таъминотини, ишлаб чиқариш корхоналари электр энергия истеъмоли самарадорлигининг ўлчов ва назорат қилишнинг қурилмаси ҳамда <https://cloudhisoblagichlar.uz> IoT ахборот дастурий-таъминоти ва маълумотлар базаси ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Ишлаб чиқариш корхоналари энергетик самарадорликни ўлчов - назорат қилиш қурилмасини ва ахборот-дастурий таъминотини ишлаб чиқиш бўйича олинган натижалар асосида:

ишлаб чиқилган ва нархи амалдаги энергетик самарадорликни назорат ва бошқаришнинг ахборот дастурий таъминоти ва қурилмаларидан 5 баробар арзон бўлган энергетик самарадорликни ўлчов-назорат қилиш қурилмаси «Бухорогазсаноатқурилиш» АЖ «Нефтгазавтотрансхизмат» УКнинг ўлчов-назорат жараёнига жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Энергетика Вазирлигининг 2022 йил 3 февралдаги 13-436 - сон маълумотномаси). Натижада, маҳсулотнинг энергия сифимини ва энергетик самарадорлик кўрсаткичларини назорат қилиш ҳамда бошқариш орқали корхонанинг энергетик самарадорлиги 4 % га яхшиланган;

электр энергия истеъмоли самарадорлигини ўлчов ва назорат тизимининг Cloud Hisoblagichlar модели ва IoT асосидаги электр энергетика тизимининг булут технологиясини IT муҳити тузилмаси модели ва алгоритми «Когондонмаҳсулотлари» АЖ ва «Қоракўлдонмаҳсулотлари» АЖ корхоналарида синовдан ўтказиш асосида жорий этилган (Ўзбекистон

Республикаси Энергетика Вазирлигининг 2022 йил 3 февралдаги 13-436 - сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида электр энергия истеъмоли самарадорлигини баҳолаш учун асосий электр катталикларни ток, кучланиш, частота, актив қувват коэффициенти, фойдали иш коэффициенти, актив ва реактив электр энергия истеъмолини масофадан мониторинг қилиш орқали энергетик самарадорликни 3 % га яхшилаш имкони яратилган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Мазкур тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 1 та республика илмий-амалий конференция ҳамда илмий семинарларида апробациядан ўтказилган.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги.** Тадқиқот мавзуси бўйича жами 21 та илмий иш, улардан 9 та мақола Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан тавсия этилган журналларда, шу жумладан 1 та хорижий журналларда нашр этилган. 7 та ЭҲМ учун яратилган дастурий воситаларга ЎзР Интеллектуал мулк агентлиги томонидан қайд қилинганлик гувоҳномалари олинган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 110 бетни ташкил қилади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари, тадқиқотнинг объекти ва предмети, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари санаб ўтилган, тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти баён қилинган, тадқиқот натижаларини амалиётда қўллаш ҳолати, нашр этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Энергетик самарадорликнинг маҳсулот ишлаб чиқариш шартларига мувофиқликлари ва функционал-ахборот структураси**» деб номланган биринчи бобида ишлаб чиқаришда энергетик ускуналарнинг электр энергия истеъмолининг самарадорлигини ўлчов ва назорат катталик, параметрлари, электр энергетик самарадорликни аниқлашда маҳсулотнинг энергия сифими меёрлари, энергиядан фойдаланишни ўлчов ҳамда назорат воситалари ва энергия самарадорлигининг морфологияси кўриб чиқилган. Ишлаб чиқаришда жиҳоз ва ускуналарнинг электр энергия истеъмоли самарадорлиги ўлчов ва назорат учун қурилмалари ва ахборот дастурий таъминотининг тузилиш тамойиллари, асослари диссертация иши мақсади ва вазифалари сифатида келтирилган.

Ишлаб чиқариш корхоналарида электр энергия истеъмолининг самарадорлигини асосий кўрсаткичи сифатида ишлаб чиқиладиган маҳсулотларнинг энергия сифими қўлланилади. Энергия сифими маҳсулот ишлаб чиқишнинг ҳар бир бирлигига ёқилғи-энергетика захираларини истеъмол қилишнинг асосланган мутлоқ ва хос қиймати сифатида аниқланади.

Энергия баланси учун умумий электр энергия истеъмоли кўрсаткичи қуйидагича шакллантирилди:

$$W = \sum w_i, \quad [\text{кВт*соат}],$$

бу ерда:  $w_i$  - энергия балансининг харажатлар қисмини алоҳида элемент учун олинган электр энергия истеъмол қилиш ҳажми.

Жорий электр энергия истеъмоли  $S_{\text{хэб}}$  объектнинг ҳақиқий энергия балансини унинг техник жихатдан асосланган энергия йўқотишлар  $\Delta S_{\text{ийэб}}$  ва уни энергия баланси билан айирмаси кўринишида шакллантирилди:

$$W_{\text{жорий}} = \sum_{i=1}^n (S_{\text{хэб}} - \Delta S_{\text{ийэб}}), \quad [\text{кВт*соат}].$$

Истикболли электр энергия истеъмоли аналитик, техник ва иқтисодий асосланган энергия балансларини айирмаси кўринишида шакллантирилди:

$$W_{\text{истқ.}} = \sum_{i=1}^n S_{\text{тэб}} - \sum_{i=1}^n S_{\text{иэб}}, \quad [\text{кВт*соат}],$$

бу ерда:  $S_{\text{тэб}}$  - техник асосланган энергия баланси,  $S_{\text{иэб}}$  - иқтисодий асосланган энергетик баланс.

Электр энергия истеъмолининг меъерий сарфини ҳисоблаш усулидан фойдаланиб,  $n$  элементар тизимлардан ташкил топган айрим энергия манбаларини ишлаб чиқаришда энергия истеъмол қилишнинг мураккаблаштирилган тизимини кўриб чиқилди, уларнинг ҳар бирида  $W_i$  ёқилғи энергетик ресурсининг истеъмоли фақат ўзгарувчан  $Z_i$ га боғлиқлиги аниқланди.

Ўзгарувчиларнинг номаълум боғлиқлигини тегишлиги ва функционаллиги асосида корреляцион тавсифи қуйидаги ифода орқали шакллантирилди:

$$W_i = A_i + B_i Z_i + C_i Z_i^2 + \dots + \delta W_i, \quad [\text{кВт*соат}],$$

бу ерда:  $A_i$  - технологик қурилмага боғлиқ бўлмаган электр энергия сарфи,  $B_i$ ,  $C_i$ ,  $\delta$  - технологик қурилманинг электр энергия истеъмолининг ўзгаришига таъсир кўрсатадиган омиллар.

Ёқилғи энергетик ресурсларнинг кўшимча қурилмалар томонидан истеъмол қилиниши тадқиқотларда шакллантирилган микдорга тенг бўлди:

$$W = \sum_{i=1}^n W_i = A + \sum_{i=1}^n (B_i Z_i + C_i Z_i^2 + \dots) + \delta W, \quad [\text{кВт*соат}].$$

Ёқилғи энергетик ресурсларнинг маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажмига солиштира истеъмоли қуйидаги кўринишда ифодаланди:

$$\varepsilon = A + \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n (B_i Z_i + C_i Z_i^2 + \dots) + \delta, \quad [\text{кВт*соат / маҳ.бир.}],$$

бу ерда:  $M$  - ишлаб чиқилган маҳсулот бирлиги.

Икки ва ундан юқори ўзгаришли шартлар ҳисобга олинмаганда амалий фойдаланиш учун қулай бўлган ҳолат тенгламаси қуйидагича шакллантирилди:

$$\varepsilon = A + \sum_{i=1}^n \frac{B_i Z_i}{M} + \delta, \quad [\text{кВт*соат / маҳ.бир.}].$$

Электр энергиянинг меъерий сарфи электр энергияни ўзига хос истеъмоли бўлиб, у энергетик усқунанинг унумдорлигига ва меъерий иш шароитидаги омилларига боғлиқдир.

Технологик қурилмаларнинг асосий кўрсаткичлари бўйича электр энергия сарфи қуйидагича аниқланди:

$$\mathcal{E} = \frac{W}{Q}, \quad [\text{кВт*соат/мах.бир.}],$$

бу ерда:  $W$  - электр энергия истеъмоли,  $Q$  - ускунанинг иш унумдорлиги ёки маҳсулот бирлиги.

Технологик қурилмаларнинг иш жараёнидаги электр энергия сарфини қуйидаги формула асосида аниқланади:

$$\mathcal{E} = W_0(1 + W_x), \quad [\text{кВт*соат}],$$

бу ерда  $W_0$  – ускунанинг салт ишлаш режимидаги электр энергия истеъмоли,  $W_x = W/W_0$  ускунанинг салт ишлаш режимидаги электр энергиянинг нисбий истеъмоли.

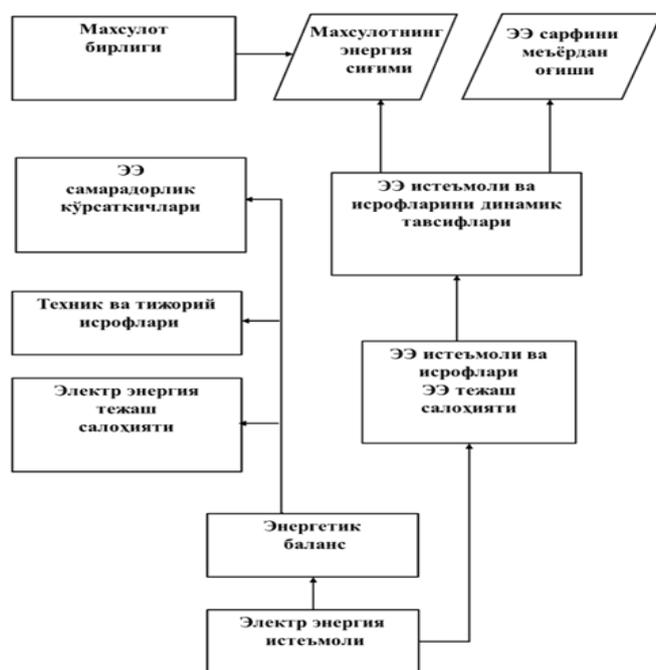
Технологик қурилмаларнинг хусусий меъёрий электр энергия сарфи маҳсулотлар ишлаб чиқиш ёки таркибий қисмларнинг ишлаши учун электр энергия харажатларининг ҳисобланган (меъёрий) қийматларини йиғиш йўли билан шакллантирилади:

$$\mathcal{E}_{\text{алоҳидаi}} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_l = \sum_{k=1}^n \mathcal{E}_k, \quad [\text{кВт*соат}],$$

бу ерда:  $k=1, \dots, l$  – меъёрий ҳисоблаб чиқилган электр энергия истеъмоли кўрсаткичлари.

Ишлаб чиқариш корхоналарининг электр энергия истеъмолининг самарадорлигини ўлчов ва назоратининг қурилмаларини ҳамда ахборот-дастурий таъминотининг таҳлили ва техник имкониятларини қиёсий баҳолаш шунингдек кўрсатдики, самарадорликни назорат қилиш, маҳсулот ишлаб чиқаришда электр энергия меъёрларини тезкор ўлчаш, мониторинг ҳамда ишончлилик билан аниқлаш энг истиқболли ечимлардан ҳисобланади.

Диссертациянинг «Ишлаб чиқаришда электр энергия истеъмоли самарадорлигининг функционал-ахборот структураси жараёнларини моделлаштириш» деб номланган иккинчи бобида электр энергия

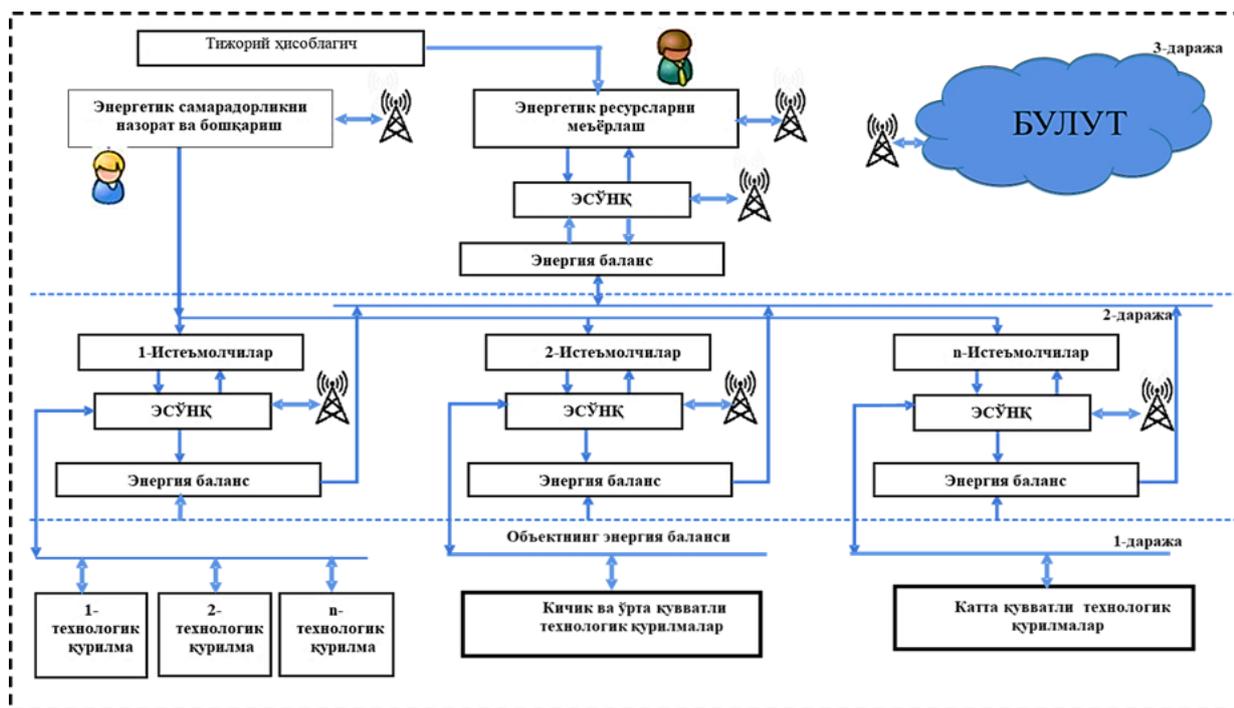


1-расм. Энергия самарадорликни ўлчов-назорати тизимининг инфологик модели.

истеъмолининг самарадорлигини ўлчов ва назорат қурилмалари ҳамда жараёнларига тизимли ёндашув, энергетик баланслар, функционал-ахборот структураси ва ташкилий таъминотлари тадқиқ этилиб ўлчов - назорати тизимини инфологик моделлари учун алгоритмлар ишлаб чиқилган, шунингдек ички, ташқи ва бошланғич таъсирлар ҳамда жараёнларни моделлаштириш масалалари тадқиқ этилган. Электр энергия истеъмолининг самарадорлигини ўлчов ва назорат тизимининг функционал-ахборот тузилмасини “мақсадлар дарахти” схемаси асосида электр энергия истеъмолининг самарадорлигини

ташкилий-функционал тузилмаси ишлаб чиқилди. Шакллантирилган тузилма асосида ишлаб чиқириш корхонасининг электр энергетик катталикларини ўлчов ва назорат тизимининг инфонологик модели яратилди (1-расм).

Ишлаб чиқариш корхоналари электр энергия истеъмолининг самарадорлигини назорат қилиш ва маҳсулот ишлаб чиқаришда электр энергия меъёрларини тезкор ҳамда ишончлилик билан аниқлаш учун электр энергия истеъмоли самарадорлигини ўлчов ва назорат тизимининг модели ишлаб чиқилган (2-расм).



2-расм. Ишлаб чиқариш корхонасининг электр энергия истеъмоли самарадорлигини ўлчов ва назорат тизимининг модели.

Ишлаб чиқириш корхонасининг электр энергия истеъмолининг самарадорлигини ўлчов ва назорат тизимининг модели самарадорликни баҳолашнинг хусусиятларидан келиб чиқиб учта даражага ажратилди:

1-даражада электр энергия истеъмолчиларининг ва технологик жараёнларнинг алоҳида турлари бўйича ишлаб чиқарилган маҳсулот бирлиги учун электр энергия сарфини аниқланади;

2-даражада маҳсулот ишлаб чиқаришнинг технологик, ўз аҳтиёжи ва қўшимча қурилмаларининг ишлаб чиқарилган маҳсулот бирлиги учун электр энергия сарфини аниқланади;

3-даражада ишлаб чиқариш корхоналарида электр энергия истеъмолининг самарадорлигини назорат қилиш, самарадорликни оширишни стратегик режалаштириш, электр энергия сарфини меъёрлаш, ҳамда электр энергия тежаш чора тадбирлари ишлаб чиқилади.

Ўлчов ва назорат тизимининг модели ЭСЎНҚ-энергетик самарадорликни ўлчов назорат қурилмаси, технологик жараёнларни ижрочи қурилмалари, маълумотларни узатиш ва қабул қилиш қурилмалари, тижорий ҳисоблагич ва

булут маълумотлар базасидан иборат. IoT ва булут маълумотлар базаси структураси маълумотлар ҳамда улардан фойдаланувчилар орасидаги алоқаларнинг интеграциялашган мажмуидан иборат.

Электр энергия истеъмоли самарадорлигини ўлчов ва назорат тизими моделининг учала даражаси учун булут маълумотлари асосида электр энергия истеъмолини меъёрдан оғишлари, электр энергия истеъмолчиларни иш ҳолатларини бошқариш учун қарорлар қабул қилиш, энергия самарадорлик кўрсаткичларини баҳолаш имконини берадиган матрицалар ва алгоритмлар шакллантирилди.

Биринчи даражада маҳсулот ишлаб чиқариш учун технологик ва технологияга боғлиқ бўлмаган электр энергия истеъмолини характерловчи  $X1_i$  икки ўлчамли массив қўйидаги кўринишда шакллантирилди:

$$X1_i = \begin{bmatrix} X1_{1.1} & \dots & X1_{1.k} & \dots & X1_{1.m1[j]} \\ X1_{j.1} & \dots & X1_{j.k} & \dots & X1_{j.m1[j]} \\ X1_{m2.1} & \dots & X1_{m2.k} & \dots & X1_{m2.m1[j]} \end{bmatrix}, \quad [\text{кВт*соат}],$$

бу ерда  $j$  қатор– ишлаб чиқариш бўлимлари;  $m2$  – ишлаб чиқариш бўлимлари сони;  $k$  устун – ишлаб чиқариш қурилмаси;  $m1 [j]$  – қурилмалар сони;  $X1_{ijk}$  – ишлаб чиқариш жараёнида сарфланган электр энергия миқдори ( $j$ -м бўлимда  $k$ -қурилмада  $i$ -электр энергия).  $X1$  массивни ҳар бир элементи электр энергия ( $i$ ) боғлиқ равишда ўз ўлчамига эга.

Маҳсулот ишлаб чиқариш учун умумий электр энергия йўқотишлари  $XS1$  икки ўлчамли массив қўйидаги кўринишда шакллантирилди:

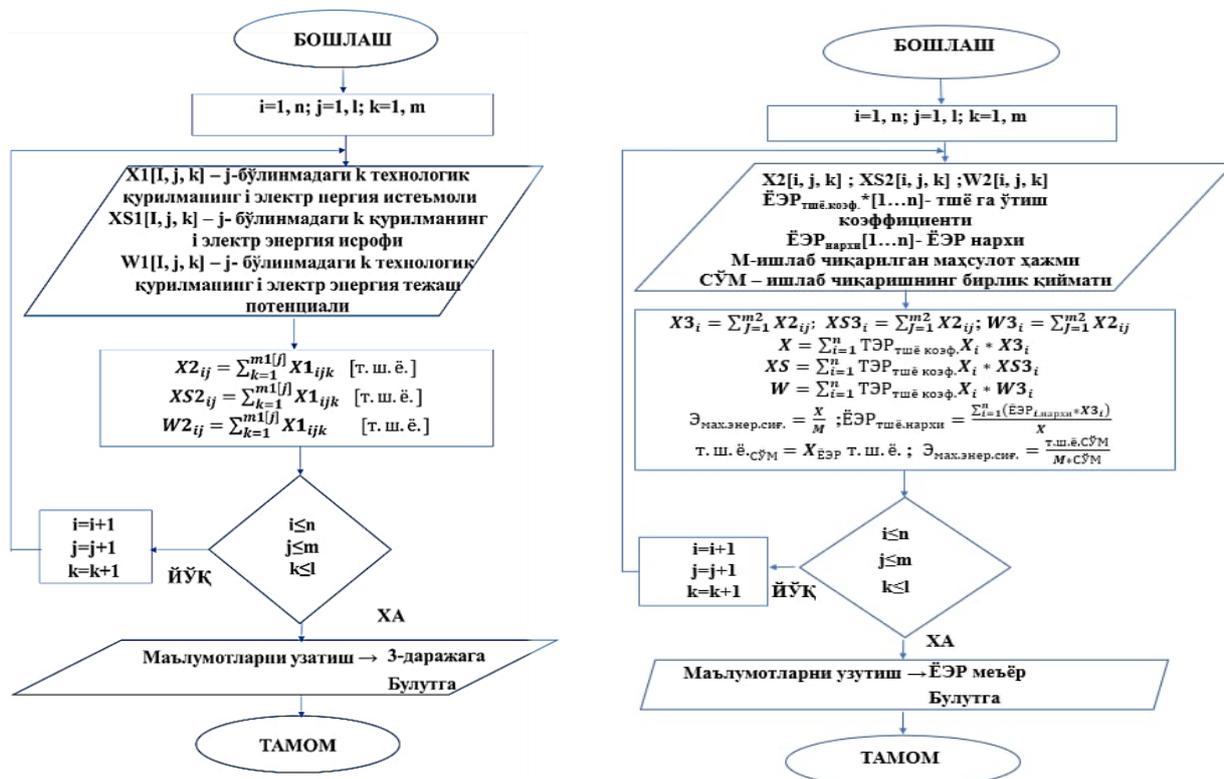
$$XS1_i = \begin{bmatrix} XS1_{1.1} & \dots & XS1_{1.k} & \dots & XS1_{1.m1[j]} \\ XS1_{j.1} & \dots & XS1_{j.k} & \dots & XS1_{j.m1[j]} \\ XS1_{m2.1} & \dots & XS1_{m2.k} & \dots & XS1_{m2.m1[j]} \end{bmatrix}, \quad [\text{кВт*соат}].$$

Маҳсулот ишлаб чиқариш учун электр энергия тежаш салоҳиятини таврифловчи  $W1$  икки ўлчамли массив қўйидаги кўринишда шакллантирилди:

$$W1_i = \begin{bmatrix} W1_{1.1} & \dots & W1_{1.k} & \dots & W1_{1.m1[j]} \\ W1_{j.1} & \dots & W1_{j.k} & \dots & W1_{j.m1[j]} \\ W1_{m2.1} & \dots & W1_{m2.k} & \dots & W1_{m2.m1[j]} \end{bmatrix}, \quad [\text{кВт*соат}].$$

Ўлчов ва назоратнинг иккинчи ва учинчи даражаларида электр энергиясининг меъёри, энергия истеъмоли параметрлари ва электр энергия самарадорликни аниқлаш алгоритмлари тузилди (3-расм).

Ишлаб чиқилган матрица ва алгоритмлардан фойдаланиб, ишлаб чиқариш корхоналарининг катта қувватли электр энергия истеъмолчиларини, электр энергия истеъмолини самарадорлигини, ҳамда электр энергия истеъмоли меъёрини аниқлаш учун ўлчов - назорат жараёнини автоматлаштириш имкони таъминланди.

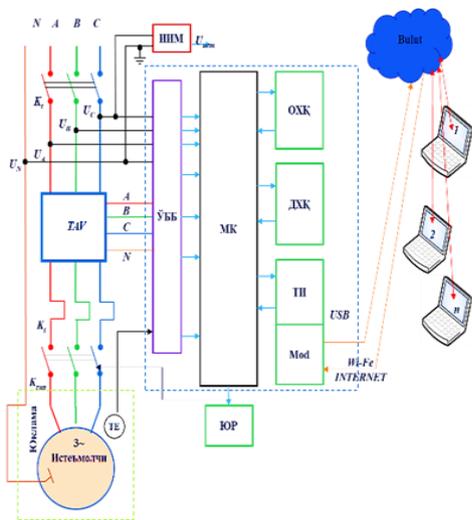


3-расм. Электр энергия истеъмоли самарадорлигини ўлчов - назорат тизимини иккинчи ва учинчи даражаларида электр энергиясининг меъёрини, истеъмолини ҳамда самарадорлигини аниқлаш алгоритмлари

Диссертациянинг «**Электр энергия истеъмоли самарадорлигининг ўлчов ва назорат қурилмаларини ахборот дастурий таъминоти**» деб номланган учинчи бобда электр энергия ўлчови, назорати, ҳисоби, мониторинги ҳамда ахборот-дастурий таъминоти лойиҳаланган ва ишлаб чиқилган.

Электр энергия истеъмолининг самарадорлигини ўлчов - назорат қурилмасининг алгоритми ва дастурий таъминоти асосида энергетик самарадорликни ўлчов - назоратининг <https://cloudhisobligichlar.uz> булут технологияси асосидаги тажриба синов модели яратилди.

Ишлаб чиқариш корхонасининг ўлчаш - назорат тизими учун мўлжалланган электр энергия мониторингининг структуравий схемаси 4-расмда келтирилган. Ўлчаш тизими билан алоқа симсиз Wi-Fi орқали амалга оширилади. Ўлчаш тизими тўпланган маълумотларни кейинги таҳлил ва визуализация қилиш учун "булут" маълумотлар базасига узатади. Уч фазали электр тармоққа ўрнатилган уч фазали ток ўзгаркичи ёрдамида фаза тоқлари кучланиш кўринишидаги чиқиш сигналига ўзгартирилади. Ушбу сигналларни рақамли сигналга ўзгартириш учун АРЎ аналогли кириш портларига берилади ва МКнинг кетма кет синхрон портига узатилади. МК тоқлар ва кучланишларнинг ўрта арифметик қийматлари, тўлиқ, актив, реактив қувват, қувват коэффициенти ва истеъмол қилинган электр энергияни, шунингдек кучланиш сигналларининг асосий гармоникасининг силжиш бурчакларини ва частотасини ҳисоблаб чиқади.



$$1. U_f = K_{kU} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n U_i^2}{n}};$$

$$2. I_f = K_{kI} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n I_i^2}{n}}$$

$$3. P_f = K_{kU} \cdot K_{kI} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n U_i I_i}{n}};$$

$$4. P_{\Sigma} = P_{fA} + P_{fB} + P_{fC};$$

$$5. S_f = I_f \cdot U_f;$$

$$6. S_{\Sigma} = S_{fA} + S_{fB} + S_{fC};$$

$$7. Q_f = \sqrt{S_f^2 - P_f^2};$$

$$8. Q_{\Sigma} = Q_{fA} + Q_{fB} + Q_{fC};$$

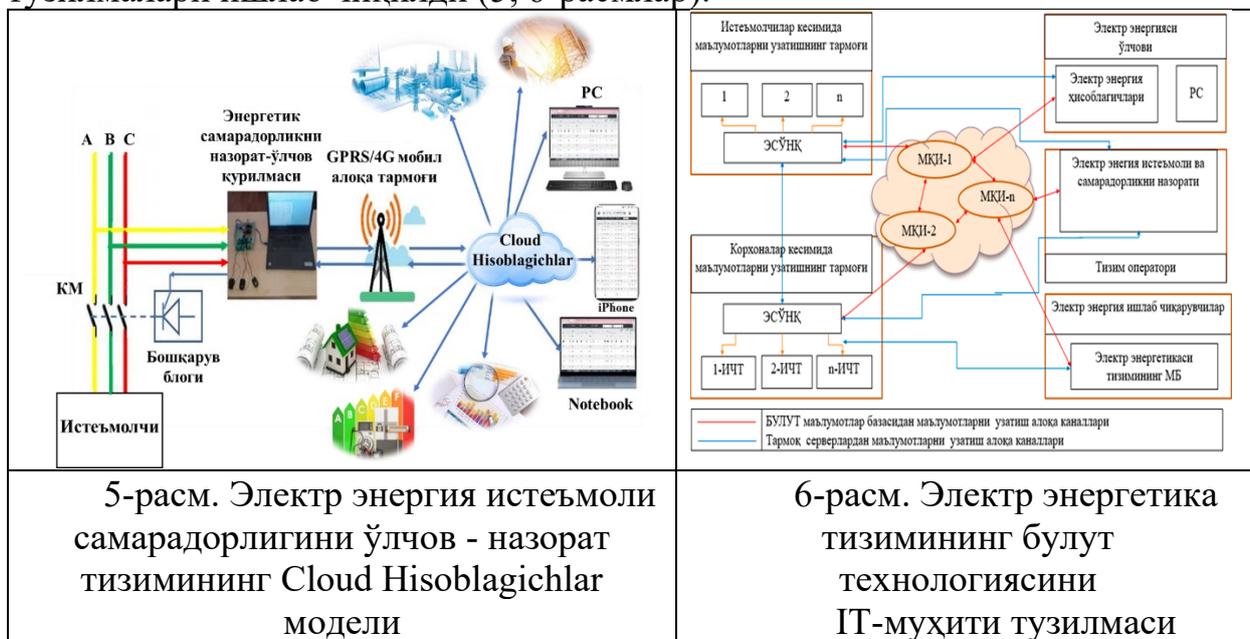
$$9. A = R_{fA} \cdot I_{fA}^2 + R_{fB} \cdot I_{fB}^2 + R_{fC} \cdot I_{fC}^2;$$

$$10. \cos \varphi_{A,B,C} = \frac{P_{fA,B,C}}{S_{fA,B,C}};$$

$$11. \sin \varphi_{A,B,C} = \frac{Q_{fA,B,C}}{S_{fA,B,C}}.$$

4-расм. Электр энергия мониторинги тузилиши ва самарадорликнинг тадқиқот алгоритми.

Тадқиқот ишида электр энергия истеъмолининг самарадорлигини ўлчов - назоратининг Cloud Hisoblagichlar модели ва “Булутли ИТ-муҳит” тузилмалари ишлаб чиқилди (5, 6-расмлар).

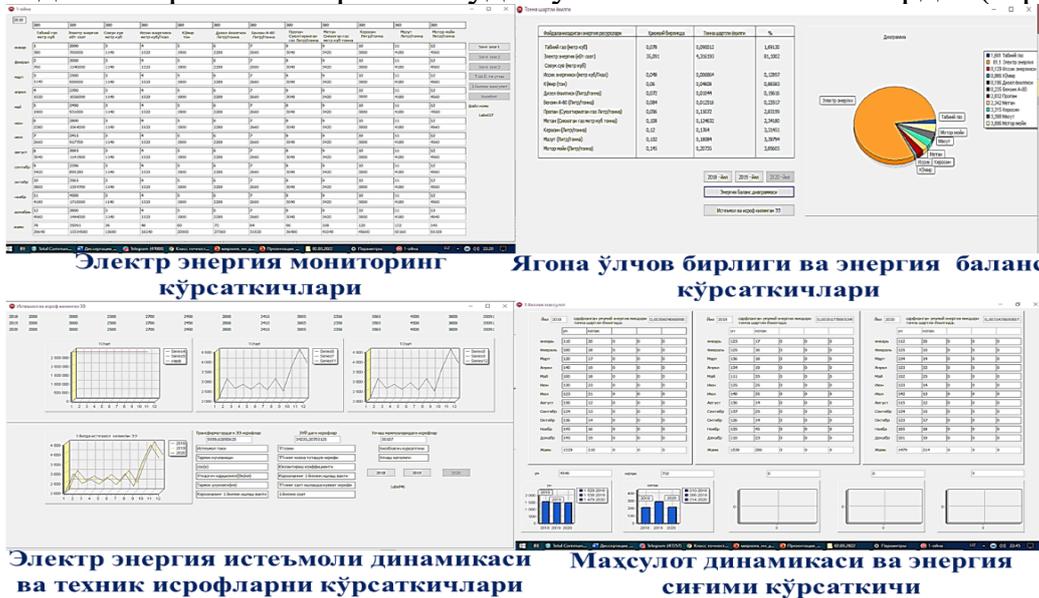


Электр энергия истеъмоли самарадорлигини ўлчов ва назорат тизимининг Cloud Hisoblagichlar модели ва электр энергетика тизимининг булут технологиясини ИТ-муҳити тузилмаси электр энергетика соҳасида қуйидаги хизматларни амалга оширади:

1. Ички энергетик аудит ўтказиш;
2. Ҳужжатлар алмашинувини ва электр энергия харажатларини ҳисоблаш;
3. ЁЭР истеъмолининг мониторинги ва энергетик балансларни текшириш;
4. Электр энергия истеъмолининг мониторинги ҳамда самарадорлигини автоматлаштириш ва назорат қилиш;
5. Электр энергия ўлчашлар ва назорат;
6. Маиший техникаларнинг ва электр жиҳозларнинг энергия самарадорлик

синфларини аниқлашда.

Электр энергия истеъмоли самарадорлиги кўрсаткичларини меъёрий қийматларини ҳисоблаш дастурий таъминоти ўлчов ва назорат тизимида ёқилги энергетика ресурсларини меъёрлаш, истеъмол қилинган электр энергияни ўлчаш ва мониторинг қилиш ҳамда булут маълумотлар асосида корхонада тезкор ички энергетик аудит ўтказиш имконини берди. (7-расм).



7-расм. Электр энергия истеъмоли самарадорлиги кўрсаткичларини меъёрий қийматларини ҳисоблаш дастури

Диссертациянинг «Электр энергия истеъмоли самарадорлигининг ўлчов ва назорат қурилмаларини яратиш ва уларни амалиётга жорий қилиш» деб номланган тўртинчи бобида электр энергия истеъмолининг самарадорлиги ўлчов ва назорат қурилмасини ишлаб чиқиш, қурилманинг элементларини танлаш мезонлари ва техник ва иқтисодий кўрсаткичларини ҳисоблаш ҳамда алгоритми, уч фазали ток ўзгартиргичнинг параметрик тадқиқи, сезгир элементлар чиқишидан кучланиш кўринишидаги сигнал олишнинг амалий тадқиқот натижалари келтирилган.

Ўлчов - назорат қурилмаси бирламчи ток сигнали чиқишидаги кучланишга ўзгартиргичи, ўлчов боғланиш блоки, операцион кучайтиргич, микроконтроллер ва маълумотларни булутга узатиш учун компьютердан иборат (8-расм).

### Қурилманинг кўрсаткичлари

1. Ишчи кучланиши: 260 В
2. Синов кучланиши: 260 В
3. Частотаси: (45-65) Гц
4. Ўлчов хатолиги: 0,5

Қурилманинг техник тавсифи

#### 1.1. Кучланиш:

Ўлчаш диапазони: (0-260) В

Рухсат этилган хатолиги : ± 0,5 %

#### 1.2. Ток кучи:

Ўлчаш диапазони: (0-100) А

Ток бўйича сезгирлиги: 0,01А

Рухсат этилган хатолиги: ± 0,5 %

#### 1.3. Актив қувват коэффиценти:

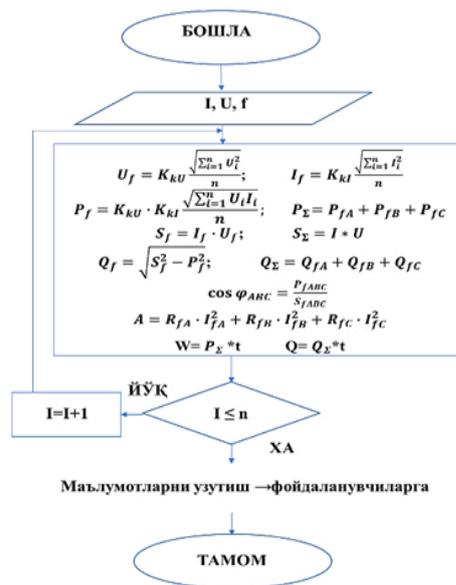
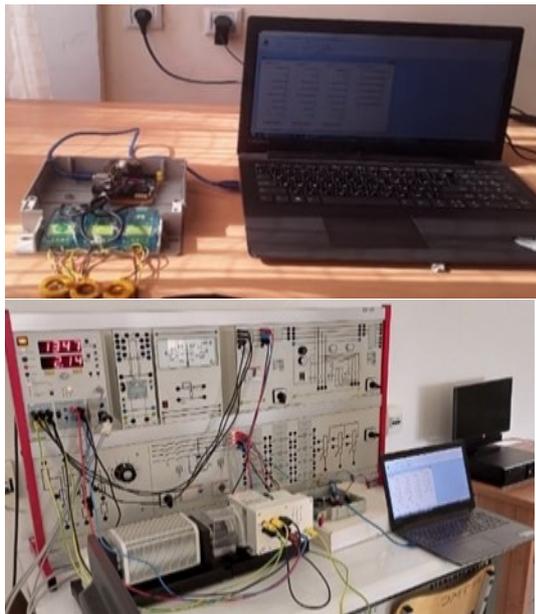
Ўлчаш диапазони: (0-1,00)

Рухсат этилган хатолиги : 0,01

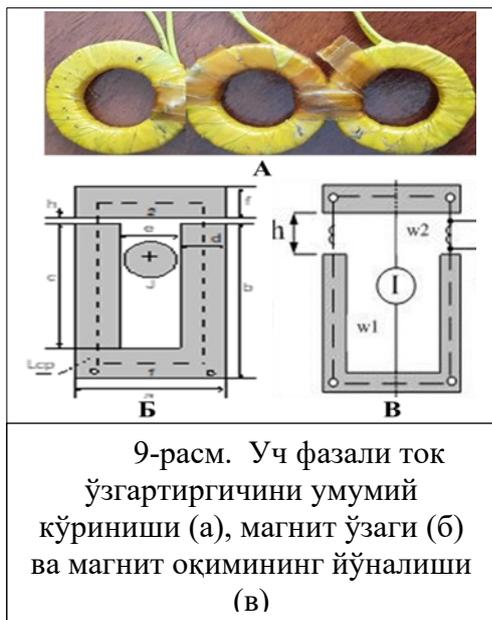
#### 1.4. Частота:

Ўлчаш диапазони: (45-65) Гц

Рухсат берилган четланиш: 0,1 Гц



8-расм. Электр энергия истеъмоли самарадорлигининг ўлчов-назорат қурилмаси ва алгоритми



9-расм. Уч фазали ток ўзгартиргичини умумий кўриниши (а), магнит ўзаги (б) ва магнит оқимининг йўналиши (в)

Қурилманинг ишончлилиги ҳисоби қуйидагича амалга оширилди:

Энергия самарадорликни ўлчов-назорат қурилмасининг тузилиш УТЎ-уч фазали ток ўзгартиргич, ЎББ-ўлчов боғланиш блоки, ЎЎЭ- ўлчов ўзгаркич элементидан иборат.

$$P_{\text{ЭСЎНҚ}} = P_{\text{УТЎ}} * P_{\text{ЎББ}} * P_{\text{ЎЎЭ}} = 0,99 * 0,99 * 0,99 = 0,98.$$

Энергия самарадорликни ўлчов-назорат қурилмасининг ишдан чиқиш эҳтимоллиги қуйидагича шакллантирилади:

$$Q_{\text{ЭСЎНҚ}} = 1 - P_{\text{ЭСЎНҚ}} = 1 - 0,98 = 0,02.$$

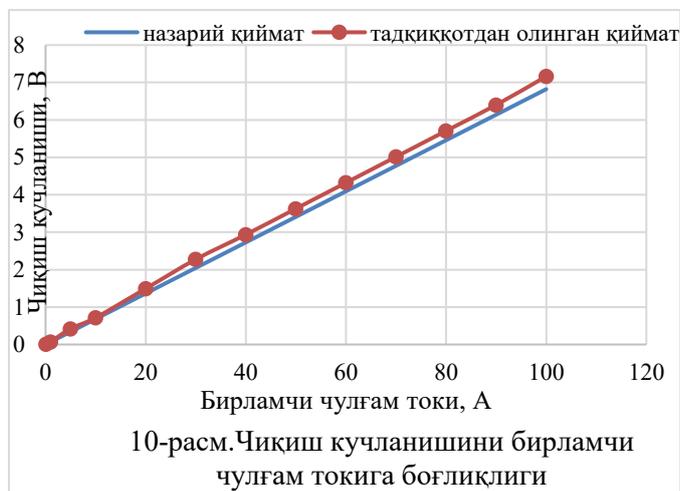
Қурилманинг бирламчи ўзгартiriш элементлари 9-расмда келтирилган.

Қурилмада уч фазали ток ўзгартиргич электр узатиш линиясидан оқувчи  $I$  токнинг

ҳар қандай қиймати учун чиқишдаги кучланиш сигналени чизиқли бўлишини таъминланди. Уч фазали ток ўзгартиргичининг тавсифларини ҳисоблаш учун ишлаб чиқилган математик моделлар асосида ҳисоб - китоблар тегишли тартибда амалга оширилди. Натижавий графиклар назарий ва тажрибадан олинган қийматлар асосида олинди (10-расм).

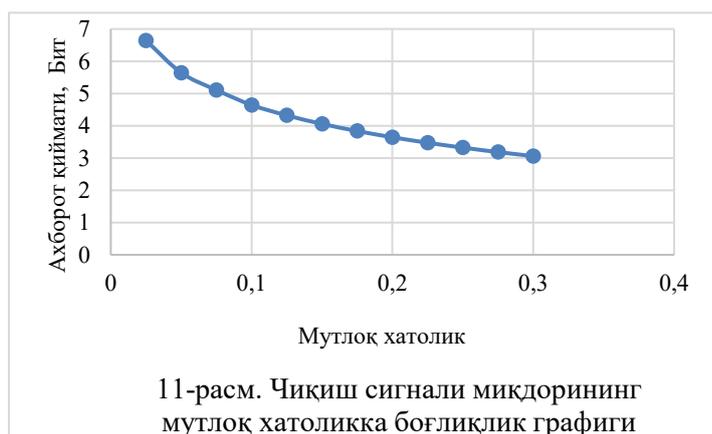
Тадқиқотлар асосида минимал ток учун мўлжалланган чулғамларни тайёрлаш тавсияси ишлаб чиқилди, чунки ўзгартиргич чиқиш кучланиши қурилманинг электрон схемасига ишончли маълумот етказди. Ушбу маълумотлар ўлчов чулғамли параметрларга нисбатан ҳам қўлланилди.

Қурилманинг бирламчи ўзгартиргичи назарий қоидалар билан бир қаторда тажриба синов натижалари билан ҳам асосланиш учун бирламчи ўзгартиргичнинг тажрибавий схемаси ишлаб чиқилди. Бирламчи ўзгартиргични текшириш учун тажриба қурилма асосида синовлар ўтказилди.  $w_1$  чўлғамнинг чиқиш кучланишини ўлчашлар натижаларига таъсир этувчи катталиклар: чулғамнинг ўрамлар сони, ҳаво оралиғи ва ток ҳисобланади.



Ўлчов қурилмаларини баҳолаш асосан аниқлик синфи мутлоқ ва нисбий хатоликлар бўйича амалга оширилди.

Бир хил миқдорни ўлчашда олинган маълумотлар ўзгартиргичнинг аниқлигини аниқлашда ишлатилди. Маълумотлар миқдорининг хатолигини турли қийматларга боғлиқлиги 10-расмда кўрсатилган.



Графикни таҳлил қилиш ва маълумотлардан келиб чиқадики, қурилманинг аниқлик классификацияси 0,5 дан кам бўлмаслиги керак (11-расм). Бундай ҳолда, 5 А ўлчов чегарасида мутлоқ хато 25 мА дан ошмаслиги аниқланди.

Олиб борилган тадқиқот натижалари ишлаб чиқилган янги қурилмадан энергия

самарадорликни ўлчов-назорат қурилмаси сифатида ва энергетик қурилмаларни энергия самарадорлик синфларини аниқлашда фойдаланилиши таъминланди.

Электр энергия истеъмолининг самарадорлигини ўлчов ва назорат қурилмасининг асосий тавсифларини қиёсий таҳлили шуни кўрсатики, энергетик самарадорлик кўрсаткичларини аниқлаш учун зарур бўлган электр катталикларни ўлчаш ва <https://cloudhisoblagichlar.uz> маълумотлар базасига узатиш асосида реал вақт мобайнида электр энергияси истеъмоли самарадорлик кўрсаткичларини тадқиқ қилиш имкони яратилди. Қурилманинг метрологик кўрсаткичлари ўлчаш аниқлиги юқорилиги, истеъмоли куввати кичиклиги, минтақанинг иқлим шароитларига мослиги, бир вақтнинг ўзида компьютерга ҳамда булутга боғланишлиги асосланди.

## ХУЛОСА

«Энергетик самарадорликни назорат ва бошқаришнинг ахборот дастурий-таъминоти ва қурилмалари» мавзуси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилади:

1. Электр энергия истеъмоли самарадорлиги кўрсаткичларини ўлчаш, сақлаш, баҳолашнинг маълумотларни рақамли қайта ишловчи ахборот дастурий таъминоти, мобиллиги, аниқлиги ва тезкорлиги билан фарқ қиладиган қурилма яратилди. Яратилган қурилма электр энергия истеъмоли кўрсаткичларини баҳолашнинг Wi-Fi орқали симсиз алоқаси, булут серверида тўпланган маълумотларни визуализация қилиш, электр тармоғининг фазалар бўйича токи, кучланиши, тўла, актив, реактив қуввати, қувват коэффициентлари ва электр энергия истеъмоли сарфини уч фазали чиқиш кучланишлари ҳамда частотани реал вақт мобайнидаги миқдорлари асосида тадқиқ қилиш имконини таъминлади.

2. Энергия самарадорликни назорат ва бошқаришнинг муаммолари тадқиқ этилди ва унинг ечимлари сифатида мақсадлар дарахти, функционал ахборот ва ташкилий тузилмаси асосида электр энергия истеъмолининг сифимлари, энергия йўқотишлар, энергия тежаш салоҳиятларини информацион ва мантиқий баҳолашнинг алгоритмлари ҳамда инфологик ва матрицали моделлари ишлаб чиқилди.

3. Тадқиқотлар натижаси энергия самарадорлигининг ўлчов ва назорат қурилмасининг техник кўрсаткичлари бирламчи кучланишни 0~ 260 В, номинал ток ва қувватни - 100А/25000 Вт, частотани - 45/65 Гц миқдорларида қурилманинг ўлчов аниқлигини 0,5 классда бўлишини таъминлади.

4. Яратилган ўлчов ва назорат қурилмасининг ўтказгичдан 100 А гача бирламчи ток оқиб ўтганда чиқиш кучланишининг миқдорини 7,1634 В гача чизиқли ўзгаришини давомий бўлиши тадқиқотлар асосида тасдиқланди, ушбу асосда ўлчов катталигини чизиқлилиқ мезони бажарилганда қурилма чиқиш кучланиш миқдорини меёрда бўлишига эришилди.

5. Электр энергия истеъмоли сарфини электр энергия исрофларига ҳамда истеъмолчилар характериға боғлиқ ҳолда ўлчаш тамойилининг IoT-муҳитли тузилмаси, Cloud Hisoblagichlar моделлари ҳамда дастурий воситаларини амалиётда қўлланилиши электр энергия самарадорликни 3 % гача оширишга ва қутилаётган йиллик иқтисодий самарадорлик 187 млн. сўмни ташкил этишиға олиб келган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.12.2019.Т.03.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**МИРЗОЕВ НАРЗУЛЛО НУРИДДИНОВИЧ**

**ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И  
УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ**

**05.01.06 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления**

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

**Бухара – 2022**



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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мире на сегодняшний день в результате роста спроса на топливно-энергетические ресурсы особое внимание уделяется созданию измерительных приборов, а также информационно-программного обеспечения по контролю и оценке эффективности потребления электроэнергии на производственных предприятиях. Одной из важных задач при оценке энергоэффективности и автоматизации процессов определения норм расхода электроэнергии является использование цифровых и информационно-коммуникационных технологий. В связи с этим в развитых странах достигнуты определенные результаты, в которых большое значение имеет расширение автоматизированных систем учета потребления электроэнергии и расширение функциональных возможностей измерительных приборов.

В мире ведутся научные исследования, направленные на создание систем энергомониторинга на основании IoT и облачных технологий для оценки и контроля основных показателей эффективности потребления электроэнергии. В данных исследованиях с использованием элементов современных систем автоматического управления большое значение имеет разработка программ непрерывного контроля расхода топливно-энергетических ресурсов на производственных предприятиях и высокоточных приборов измерения и контроля. Мониторинг и управление энергоэффективностью является сложным процессом, который включает в себя несколько измеряемых переменных. Это приводит к увеличению погрешностей измерения из-за намагничивания преобразователей и нелинейности характеристик выходных сигналов. Поэтому создание и внедрение высокоточных измерительно-преобразовательных приборов с линейным выходным сигналом а также информационно-программного обеспечения по оценке энергоэффективности является актуальной задачей.

В нашей стране особое внимание уделяется повышению энергоэффективности на производственных предприятиях, выявлению и оценке энергоемкости продукции, автоматизации и цифровизации учета потребления топливно-энергетических ресурсов, а также разработке информационного программного обеспечения и устройств для контроля и управления энергоэффективностью. В Стратегии развития нового Узбекистана, рассчитанной на 2022-2026 годы, намечен ряд задач, в том числе: «внедрение современных энергосберегающих технологий, оборудования и возобновляемых источников энергии ..., по снижению потерь в промышленных отраслях и повышению эффективности использования ресурсов, производство устройств возобновляемых источников энергии и финансирование проектов по повышению энергоэффективности»<sup>1</sup>. Для реализации данных задач, прежде всего, для контроля за основными

---

<sup>1</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

показателями энергетической эффективности и разработки новых устройств и их моделей с высокой точностью измерения для автоматизированных контрольно-измерительных систем, а также дистанционного мониторинга важнейшим является совершенствование информационного программного обеспечения.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнения задач, предусмотренных указами Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы», постановлениями № 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», № ПП-4779 от 10 июля 2020 года «О дополнительных мерах по сокращению зависимости отраслей экономики от топливно-энергетической продукции путем повышения энергоэффективности экономики и задействования имеющихся ресурсов», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики.** Настоящее исследование проводилось в рамках приоритетных направлений развития науки и техники республики II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение» и IV. «Развитие информационных и информационно-коммуникационных технологий».

**Степень изученности проблемы.** Исследования, направленные на решение актуальных вопросов разработки информационного программного обеспечения и устройств контроля и управления в целях повышения эффективности потребления электроэнергии в образовательных и научно-исследовательских учреждениях по всему миру, в том числе в Karlsruhe Institute of Technology (Германия), Oklahoma State University Institute of Technology (США), Tokyo Institute of Technology (Япония), North China Electric Power University (КНР), Konkuk University (Южная Корея), Национальном исследовательском университете «МЭИ» (Россия) и Бухарском инженерно-технологическом институте (Узбекистан).

Проводится ряд научных исследований, направленных на решение актуальных вопросов развития информационного, программного и аппаратного обеспечения. Видные зарубежные ученые внесли значительный вклад в данном направлении. Это: Н.Schaumburg<sup>2</sup>, В. Матюшок<sup>3</sup>, В.И. Лебедев<sup>4</sup>, В.Н. Вагин<sup>5</sup>, В.С. Степанов<sup>6</sup>, О.Л. Данилов<sup>7</sup> и другие.

---

<sup>2</sup> Schaumburg H. Werkstoffe und Bauelemente der Elektrotechnik.Sensor-anwendungen. Stuttgart: 2012. – 420 p.

<sup>3</sup> Матюшок В. Энергоэффективность и развитие интеллектуальных сетей в регионах России // Региональная экономика и управление. Электронный научный журнал // №1 (57), 2019. -С.1-14.

<sup>4</sup> Лебедев В.И. Микропроцессорные счетчики электроэнергии. -М.: ДМК Пресс, 2017. – 196 с.

<sup>5</sup> Вагин В.Н. Знание и убеждение в интеллектуальном анализе данных. -М.: Физматлит, 2019. – 554 с.

<sup>6</sup> Степанов В.С. и др. Эффективность использования энергии и энергосбережение. - Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2002. – 145 с.

<sup>7</sup> Данилова О.Л., Костюченко П.А. и др. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов. Справочно-методическое пособие. -М.: Технопромстрой, 2006. – 668 с.

Большой вклад внесли также известные ученые нашей республики И.Х.Сиддиков<sup>8</sup>, К.Р.Аллаев<sup>9</sup>, М.Ф.Зарипов<sup>10</sup>, Н.Р.Юсупбеков<sup>11</sup>, Р.К.Азимов<sup>12</sup> и другие.

В научных исследованиях ученых Узбекистана разработаны и развиты теоретические основы аналитических расчетов на основе статистических данных для определения и оценки энергоэффективности. В данных работах предложены и внедрены в производство информационные программы, модели, структурные схемы систем контроля и управления энергоэффективностью.

Однако, недостаточно внимания уделялось разработке устройств измерения и контроля энергоэффективностью, информационного программного обеспечения для обнаружения и оценки энергоэффективности, а также моделей на основе IoT и «Cloud computing».

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов по энергетической обследованию планов научно-исследовательских работ Бухарского инженерно-технологического института в АО «Когондонмахсулотлари», АО «Бухарагазсаноаткурилиш», АО «Нефтегазавтотрансхизмат» и АО «Каракулдонмахсулотлари» (2019-2020 гг.).

**Целью исследования** является разработка устройств и информационного программного обеспечения для измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии производственными предприятиями.

**Задачи исследования:**

анализ проблем измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии производственными предприятиями, определение целевых задач для решения исследовательских проблем;

анализ устройств и систем измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии производственными предприятиями;

разработка инфологических и матричных моделей измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии производственными предприятиями;

разработка модели структуры облачной ИТ-среды для оценки показателей эффективности потребления электроэнергии;

формирование структурной схемы системы измерения и контроля электроэнергии, фазных коэффициентов мощности и алгоритмы расчета

---

<sup>8</sup> Сиддиков И.Х. и другие. Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии. – Т.: «АЛОКАЧИ», 2018. 136 с.

<sup>9</sup> Аллаев К.Р. Электроэнергетика Узбекистана и мира. - Т.: Фан ва технология, 2009. – 464 с.

<sup>10</sup> Зарипов М.Ф., Петрова И.Ю. Энергоинформационный метод анализа и синтеза чувствительных элементов систем управления // Датчики и системы, 1999. № 5. – С.10-16.

<sup>11</sup> Юсупбеков Н.Р., Алиев Р.А., Алиев Р.Р., Юсупбеков А.Н. Интеллектуальные системы управления и принятия решений. Ташкент: «Национальная энциклопедия Узбекистана», 2015. 572 с.

<sup>12</sup> Азимов Р.К. Принципы построения и проектирование первичных преобразователей с распределенными параметрами для систем контроля и управления: автореферат дис. ... доктора технических наук. - Ташкент, 1993. – 34 с.

показателей эффективности потребления электроэнергии;

разработка и внедрение средств измерения и контроля эффективностью потребления электроэнергии производственными предприятиями, а также определению формата представления данных.

**Объектом исследования** являются контрольно-измерительные приборы систем электроснабжения промышленных предприятий и их информационное обеспечение.

**Предметом исследования** является процесс измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии производственными предприятиями.

**Методы исследований.** В процессе исследования использовались аналитические и экспериментальные методы моделирования, методы морфологического анализа и синтеза процессов изменения энергии, теория автоматического управления, матричное моделирование, методы решения систем линейных уравнений, методы экспериментальных испытаний и обработки данных измерений, теория анализа и методы контроля энергоэффективностью.

**Научная новизна исследования заключается в следующем:**

разработаны инфологические и матричные модели и алгоритмы функционально-информационной структуры, обоснованной на информационной и логической оценки для измерения и контроля основных показателей энергетической эффективности;

разработаны модель и алгоритм структуры измерения IoT - среды с учетом основных характеристик электрических величин и электрических потребителей, влияющие на энергетической эффективности по фазам сети передачи электрической энергии;

разработана модель облачной технологии с расширенными функциональными возможностями с учетом дистанционного измерения и контроля энергетической эффективности и создан формат <https://cloudhisoblagichlar.uz> цифровой представления измеряемых величин и данных;

из имеющихся аналогов при измерении, передаче, хранении и оценке показателей эффективности потребления электрической энергии: разработан измерительный прибор и её алгоритм работы, отличающиеся мобильностью и определяющий класс энергетической эффективности, преобразующий первичный ток в сигнал напряжения на выходе.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем: разработана структура прибора энергомониторинга с информационным программным обеспечением для измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии на производственных предприятиях;

разработано информационное программное обеспечение для предоставления информации <https://cloudhisoblagichlar.uz>, позволяющей изучать эффективность потребления электроэнергии;

разработано устройство измерения и контроля энергоэффективностью

для обработки сигналов и измерения параметров электрических сетей.

**Достоверность полученных результатов исследования** объясняется развитием моделей IoT и «Cloud computing» для измерения и обработки первичных сигналов, размеров электрических сетей на основе создания системы энергетического мониторинга для анализа энергоэффективности, также устройства измерения и контроля энергоэффективности, а также сходимостью результатов теоретического исследования с результатами, полученными на практике использования устройств управление энергоэффективностью.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.** Научная значимость результатов исследования зависит от инфологической и матричной моделей контроля и управления энергоэффективностью, модели структуры облачной ИТ-среды для определения эффективности в регионах, структуры мониторинга энергоэффективности в системе электроснабжения, коэффициентов мощности при каждой фазе и технических потерях, что подтверждается разработкой аналитических выражений и алгоритмов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке информационного программного обеспечения для измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии на основе Cloud computing, модели устройства измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии производственными предприятиями, а также программного обеспечения IoT базы данных <https://cloudhisobligichlar.uz>.

**Внедрение результатов исследования.** По результатам разработки устройств измерения и контроля энергоэффективности и информационного программного обеспечения производственными предприятиями:

внедрены в измерительно-контрольный процесс АО «Бухарагазсаноаткурилиш», УП «Нефтегазавтотрансхизмат» устройства измерения и контроля энергоэффективности, которые разработаны и их стоимость в 5 раз дешевле, чем практическое информационно-программное обеспечение для контроля и управления энергоэффективностью (справка Министерства энергетики Республики Узбекистан №13-436 от 3 февраля 2022 года). В результате энергоэффективность предприятия повысилась на 4% за счет контроля и управления энергоемкостью продукта и показателей энергоэффективности;

на основе тестирования на предприятиях АО «Когондонмахсулотлари» и АО «Каракулдонмахсулотлари» были внедрены модель и алгоритм структуры ИТ-среды облачных технологий энергосистемы на основе IoT и Cloud модель системы измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии (справка Министерства энергетики Республики Узбекистан №13-436 от 03 февраля 2022 года). В результате научных исследований появилась возможность повысить энергоэффективность на 3% за счет удаленного мониторинга тока, напряжения, частоты, коэффициента активной мощности, коэффициента полезного действия, потребления активной и реактивной мощности основных электрических величин для оценки

энергоэффективности.

**Апробация результатов исследования.** Результаты настоящего исследования прошли апробацию на 3-х международных и 1-й республиканской научно-практических конференциях и научных семинарах.

**Публикация результатов исследования.** Всего по теме исследования опубликована 21 научная статья, 9 из которых опубликованы в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, в том числе в 1 зарубежном журнале. Свидетельства о регистрации получены Агентством по интеллектуальной собственности Республики Узбекистан на 7 программных средствах, предназначенных для ЭВМ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 110 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении обоснованы** актуальность и необходимость темы диссертации; показано, что исследование соответствует приоритным направлениям науки и техники республики, сформулированы цели и задачи, объект и предмет, научная новизна и практические результаты исследования, констатируется научная и практическая значимость результатов исследования, приводятся сведения по опубликованным научным источникам и структуре диссертаций.

В первой главе диссертации под названием **«Функционально - информационная структура энергоэффективности и соответствие их условиям производственных процессов»** рассмотрены параметры измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии энергетического оборудования в производстве, энергоемкость продукта при определении эффективности потребления электроэнергии, средства измерения и контроля использования энергии, а также морфология энергоэффективности. В качестве целей и задач диссертации представлены принципы и основы построения устройств и информационного программного обеспечения для измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии оборудования в производстве.

Основным показателем эффективности потребления электроэнергии на производственных предприятиях является энергоемкость выпускаемой продукции. Энергоемкость определяется как абсолютная и удельная величина, с учетом расхода топливно-энергетических ресурсов на единицу продукции.

Суммарное потребление электроэнергии для энергетического баланса выглядит следующим образом:

$$W = \sum w_i, \quad [\text{кВт*час}],$$

где  $w_i$  - сумма потребления электроэнергии, полученная по отдельному элементу расходной части энергетического баланса.

Текущее потребление электроэнергии  $S_{\text{фэб}}$  формируется в виде

фактического энергобаланса объекта по его технически обоснованным потерям энергии  $\Delta S_{\text{эбпэ}}$  и его разности с энергобалансом:

$$W_{\text{тек.}} = \sum_{i=1}^n (S_{\text{фэб}} - \Delta S_{\text{эбпэ}}), \quad [\text{кВт*час}].$$

Перспективное потребление электроэнергии формируется в виде разделения аналитического, технического и экономического балансов энергоресурсов:

$$W_{\text{прес.}} = \sum_{i=1}^n S_{\text{тэб}} - \sum_{i=1}^n S_{\text{ээб}}, \quad [\text{кВт*час}],$$

где  $S_{\text{тэб}}$  - технически обоснованный энергетический баланс,  $S_{\text{ээб}}$  - экономически обоснованный энергетический баланс.

Рассмотрена усложненная система энергопотребления при производстве некоторых источников энергии, состоящая из  $n$  - элементарных систем с использованием метода расчета нормативного расхода электроэнергии, в каждом из которых было установлено, что  $W_i$  расход энергии топлива зависит только от переменной  $Z_i$ .

Неизвестные взаимосвязи переменных не функциональные, и поэтому они соответствующим образом коррелированы, т. е.:

$$W_i = A_i + B_i Z_i + C_i Z_i^2 + \dots + \delta W_i, \quad [\text{кВт*час}],$$

где  $A_i$  - потребление электроэнергии, не зависящее от технологического устройства,  $B_i$ ,  $C_i$ ,  $\delta$  - факторы, влияющие на изменение потребления электроэнергии технологического устройства.

Потребление топливно-энергетических ресурсов дополнительными устройствами равнялось сумме, образовавшейся в исследовании:

$$W = \sum_{i=1}^n W_i = A + \sum_{i=1}^n (B_i Z_i + C_i Z_i^2 + \dots) + \delta W, \quad [\text{кВт*час}].$$

Относительное потребление топливно-энергетических ресурсов к объему производства выражается следующим образом:

$$\mathcal{E} = A + \frac{1}{M} \sum_{i=1}^n (B_i Z_i + C_i Z_i^2 + \dots) + \delta, \quad [\text{кВт*час /ед.пр.}],$$

где  $M$ - единица разработанного продукта.

Уравнение случая, который легко использовать, за исключением двух или более переменных условий, формулируется следующим образом:

$$\mathcal{E} = A + \sum_{i=1}^n \frac{B_i Z_i}{M} + \delta, \quad [\text{кВт*час /ед.пр.}].$$

Нормальная потребляемая электроэнергия – это удельный расход электроэнергии, который зависит от производительности энергетического оборудования и факторов нормальных условий эксплуатации.

По основным показателям технологического оборудования потребление электроэнергии определяется следующим образом:

$$\mathcal{E} = \frac{W}{Q}, \quad [\text{кВт*час /ед.пр.}],$$

где  $W$  - потребление электроэнергии,  $Q$  - производительность оборудования или единица продукции.

Потребление электроэнергии при процессе работы технологических устройств определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E} = W_0(1 + W_x), \quad [\text{кВт*час}],$$

где  $W_0$  – потребляемая электроэнергия оборудования в холостом режиме

работы,  $W_x = W/W_0$  относительная потребляемая электроэнергия оборудования в холостом режиме работы.

Удельная нормативная потребляемая электроэнергия технологического оборудования формируется путем суммирования расчетных (нормативных) значений затрат электроэнергии на выработку продукции или эксплуатацию составных частей:

$$\mathcal{E}_{индi} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_l = \sum_{k=1}^n \mathcal{E}_k, \quad [\text{кВт*час}],$$

где  $k=1, \dots, l$  – нормативно-расчетные показатели потребления электроэнергии.

Сравнительная оценка технических возможностей устройств измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии производственных предприятий, а также информационно-программных средств показала, что контроль эффективности, быстрое измерение, мониторинг и определение надежности стандартов электроэнергии при производстве продукции являются одними из наиболее перспективных решений.

Во второй главе диссертации под названием «**Моделирование процессов функционально-информационной структуры эффективности потребления электроэнергии в производстве**» изучены системный подход к устройствам и процессам измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии, энергетические балансы, функционально-информационная структура и организационное обеспечение, разработаны алгоритмы инфографических моделей систем измерения и управления, также рассматриваются внутренние, внешние и первоначальные эффекты, а также моделирование процессов.

Функционально-информационная структура системы измерения и контроля



Рис. 1. Инфографическая модель системы измерения энергии

эффективности потребления электроэнергии разработана на основе схемы «дерево целей» организационно-функциональной структуры эффективности потребления электроэнергии. На основе сформированной структуры создается инфологическая модель системы измерения и контроля количества электроэнергии производственного предприятия (рис. 1).

Разработана модель системы измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии производственных предприятий, оперативного и достоверного определения норм электроэнергии при производстве продукции (рис. 2).

Модель системы измерения и контроля эффективности электропотребления разделена на три уровня исходя из характеристик оценки эффективности:

Уровень 1 определяет расход электроэнергии на единицу продукции, произведенной потребителями электроэнергии и конкретными видами технологических процессов;

Уровень 2 определяет технологический расход продукции, собственные нужды и расход электроэнергии на единицу продукции, производимой оборудованием.;

Уровень 3 разрабатывает мероприятия по контролю эффективности потребления электроэнергии на предприятиях, стратегическое планирование по повышению эффективности, регулирование потребления электроэнергии, а также мероприятия по экономии электроэнергии.

Модель системы измерения и управления состоит из устройства измерения и контроля энергоэффективности (ИКЭЭ), устройств управления технологическими процессами, устройств передачи и приема данных, коммерческого счетчика и облачной базы данных. Структура IoT и облачной базы данных состоит из интегрированного набора данных и отношений между их пользователями.

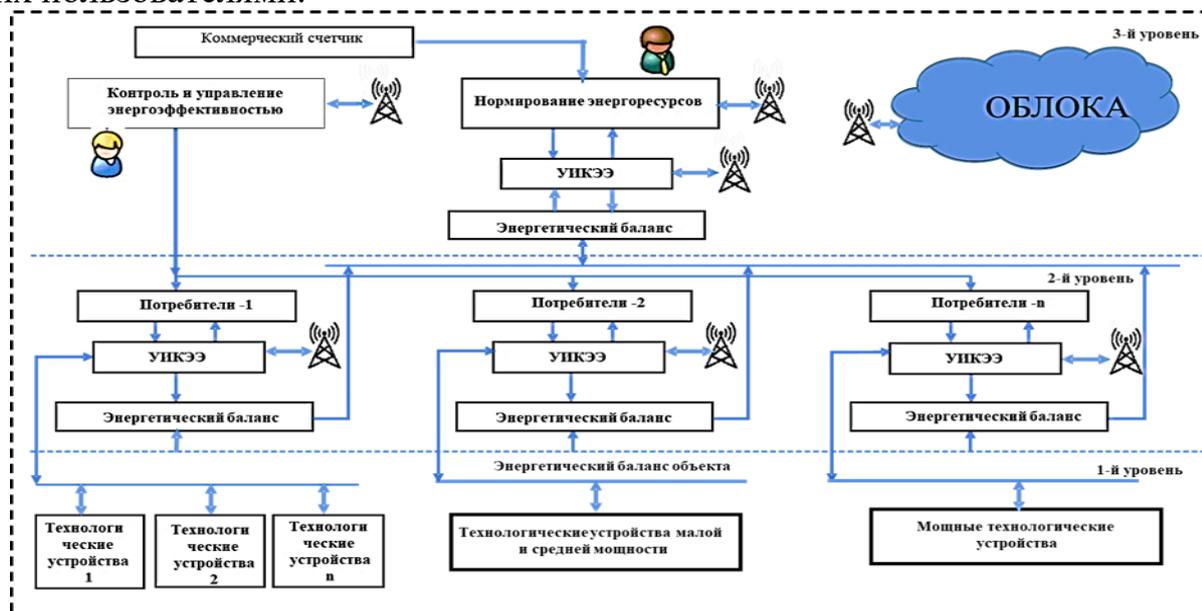


Рис. 2. Модель системы измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии производственным предприятием

Разработаны матрицы и алгоритмы для трех уровней модели системы измерения и контроля электропотребления, позволяющие отклоняться от нормы электропотребления, принимать решения по управлению режимом работы потребителей электроэнергии, оценивать показатели энергоэффективности.

На первом уровне формируется двумерный массив  $X_{1i}$ , характеризующий технологические и нетехнологические энергозатраты на производство продукции, в следующем виде:

$$X1_i = \begin{bmatrix} X1_{1.1} \dots & \dots & X1_{1.k} \dots & \dots & X1_{1.m1[j]} \dots \\ X1_{j.1} \dots & \dots & X1_{j.k} \dots & \dots & X1_{j.m1[j]} \dots \\ X1_{m2.1} \dots & \dots & X1_{m2.k} \dots & \dots & X1_{m2.m1[j]} \dots \end{bmatrix}, \quad [\text{кВт*час}],$$

где  $j$  – производственный цех;  $m2$  - количество производственных единиц;  $k$  колонка - производственное устройство;  $m1 [j]$  - количество устройств;  $X1_{ijk}$  – количество потребляемой в производственном процессе электрической энергии ( $i$ -электрическая энергия в  $k$ -аппарате на  $j$ -м участке). Каждый элемент массива  $X1$  имеет свой размер в зависимости от электрической энергии ( $i$ ).

Суммарные потери мощности на производство изделия  $XS1$  двумерной решетки формируются в следующем виде:

$$XS1_i = \begin{bmatrix} XS1_{1.1} \dots & \dots & XS1_{1.k} \dots & \dots & XS1_{1.m1[j]} \\ XS1_{j.1} \dots & \dots & XS1_{j.k} \dots & \dots & XS1_{j.m1[j]} \\ XS1_{m2.1} \dots & \dots & XS1_{m2.k} \dots & \dots & XS1_{m2.m1[j]} \end{bmatrix}, \quad [\text{кВт*час}].$$

Двумерный массив  $W1$ , описывающий потенциал энергосбережения при производстве продукта, формируется в следующем виде:

$$W1_i = \begin{bmatrix} W1_{1.1} \dots & \dots & W1_{1.k} \dots & \dots & W1_{1.m1[j]} \dots \\ W1_{j.1} \dots & \dots & W1_{j.k} \dots & \dots & W1_{j.m1[j]} \dots \\ W1_{m2.1} \dots & \dots & W1_{m2.k} \dots & \dots & W1_{m2.m1[j]} \dots \end{bmatrix}, \quad [\text{кВт*час}].$$

На втором и третьем уровнях измерения и контроля разработаны алгоритмы определения норм электроэнергии, параметров энергопотребления, энергоэффективности (рис. 3).

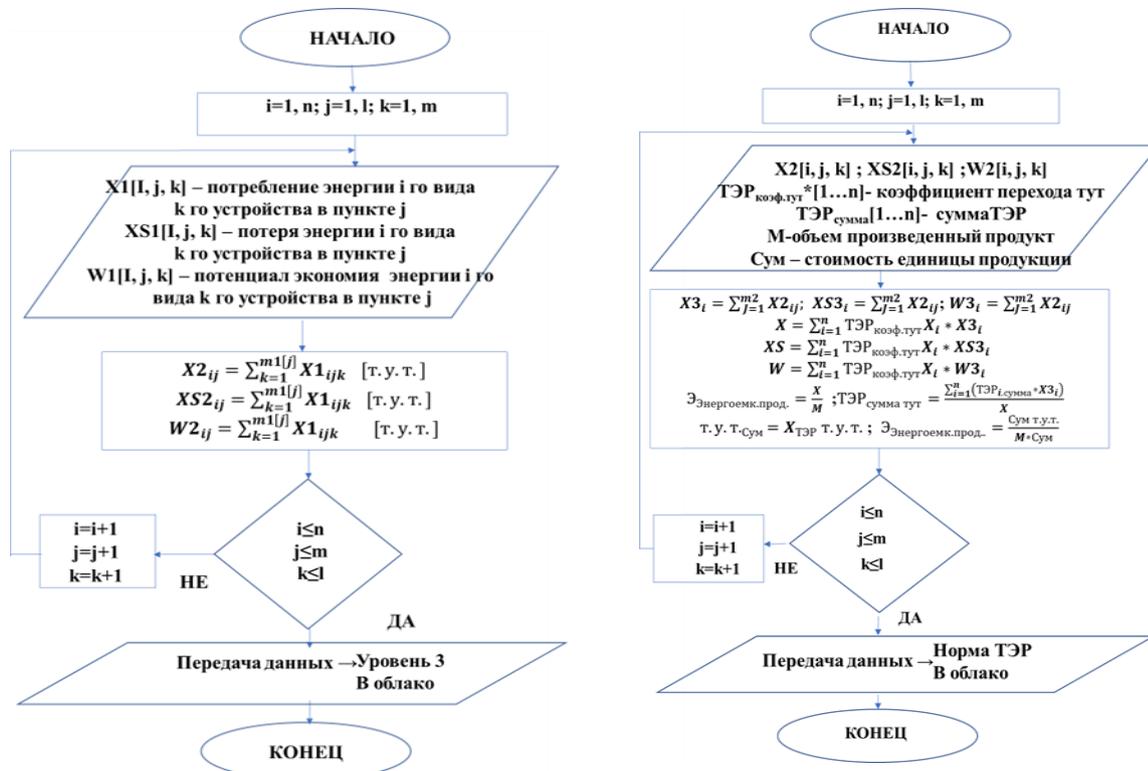


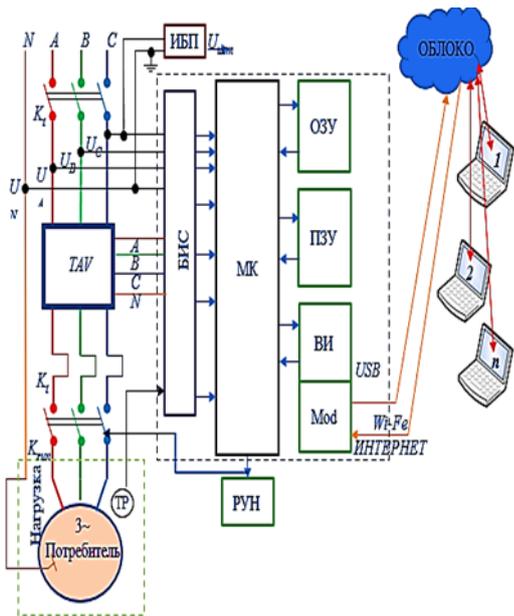
Рис. 3. Измерение эффективности потребления электроэнергии - алгоритмы определения нормы, потребления и эффективности электроэнергии на втором и третьем уровнях системы управления

С помощью разработанных матриц и алгоритмов можно автоматизировать контрольно-измерительный процесс по определению потребляемой мощности электростанций, эффективности потребления электроэнергии, а также нормы расхода электроэнергии.

В третьей главе диссертации, озаглавленной «Информационное программное обеспечение для приборов измерения и контроля потребления электроэнергии», спроектировано и разработано информационное программное обеспечение для измерения, контроля, учета, контроля и информирования об электроэнергии.

На основе алгоритма и программного обеспечения контрольно-измерительного устройства измерения эффективности потребления электроэнергии создана экспериментальная тестовая модель измерения и контроля энергоэффективности на базе облачной технологии <https://cloudhisoblagichlar.uz>.

На рис. 4 представлена блок-схема системы контроля мощности для системы измерения и управления производственным предприятием. Связь с измерительной системой осуществляется через беспроводную сеть Wi-Fi. Измерительная система передает собранные данные в «облачную» базу данных для дальнейшего анализа и визуализации. С помощью трехфазного преобразователя тока, установленного в трехфазной сети, фазные токи преобразуются в выходной сигнал в виде напряжения. Для преобразования этих сигналов в цифровой сигнал АЦП подается на аналоговые входные порты и передается на последовательный синхронный порт МК. МК вычисляет среднеарифметические значения токов и напряжений, полной, активной, реактивной мощности, коэффициента мощности и потребляемой мощности, а также углы сдвига и частоты основных гармонических сигналов напряжения.



$$1. U_f = K_{kU} \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n U_i^2}}{n};$$

$$2. I_f = K_{kI} \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n I_i^2}}{n};$$

$$3. P_f = K_{kU} \cdot K_{kI} \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n U_i I_i}}{n};$$

$$4. P_{\Sigma} = P_{fA} + P_{fB} + P_{fC};$$

$$5. S_f = I_f \cdot U_f;$$

$$6. S_{\Sigma} = S_{fA} + S_{fB} + S_{fC};$$

$$7. Q_f = \sqrt{S_f^2 - P_f^2};$$

$$8. Q_{\Sigma} = Q_{fA} + Q_{fB} + Q_{fC};$$

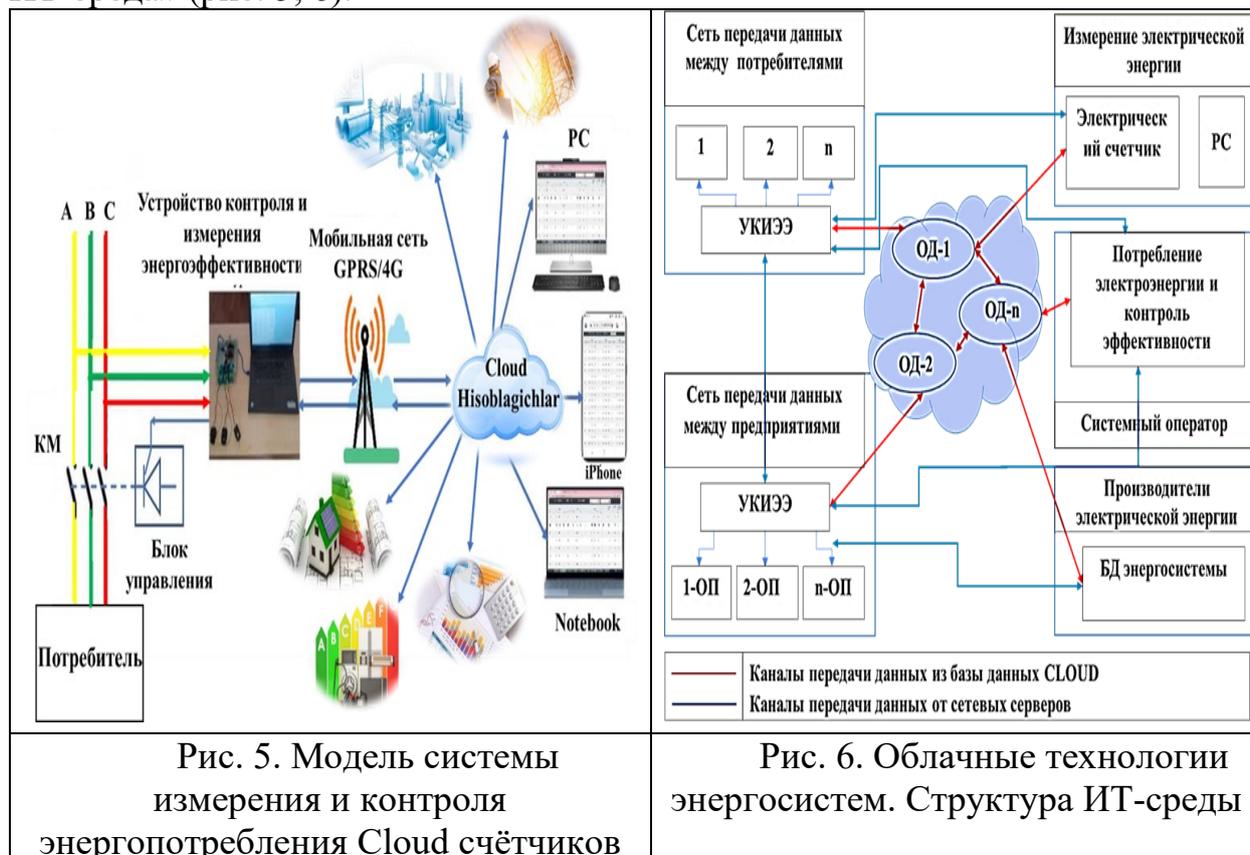
$$9. A = R_{fA} \cdot I_{fA}^2 + R_{fB} \cdot I_{fB}^2 + R_{fC} \cdot I_{fC}^2;$$

$$10. \cos \varphi_{A,B,C} = \frac{P_{fA,B,C}}{S_{fA,B,C}};$$

$$11. \sin \varphi_{A,B,C} = \frac{Q_{fA,B,C}}{S_{fA,B,C}}.$$

Рис. 4. Структура мониторинга силовой структуры и алгоритм исследования эффективности

В ходе исследования разработана модель Cloud счетчиков для измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии и структур «Облачная ИТ-среда» (рис. 5, 6).



Модель Cloud счётчиков системы измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии и облачная технология структуры ИТ-среды энергосистемы обеспечивают следующие услуги в области электроэнергетики:

1. Внутренний энергоаудит;
2. Расчет документооборота и затрат на электроэнергию;
3. Мониторинг потребления топливно-энергетических ресурсов и проверка энергетических балансов;
4. Мониторинг потребления электроэнергии, контроль и автоматизация эффективности;
5. Измерение и контроль электроэнергии;
6. При определении классов энергоэффективности бытовых приборов и электрооборудования.

Программное обеспечение для расчета нормативных значений показателей энергоэффективности позволило измерять топливно-энергетические ресурсы в системе измерения и управления, измерять и контролировать потребляемую электроэнергию и проводить оперативные внутренние энергоаудиты на предприятии на основе облачных данных. (рис. 7).

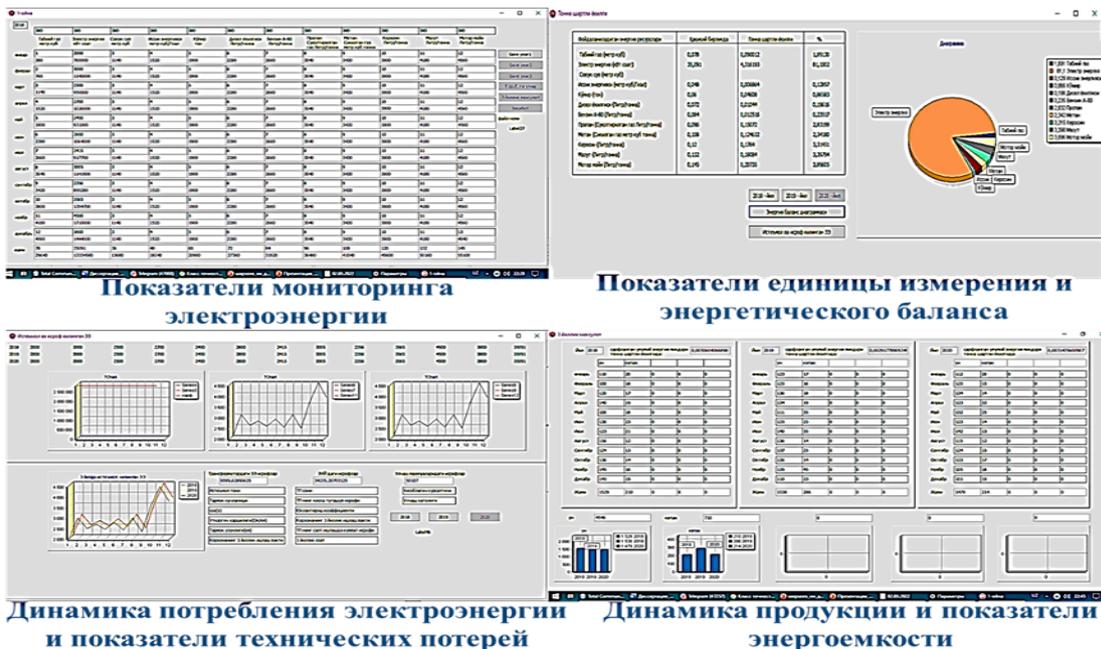


Рис. 7. Программное обеспечение для расчета нормативных значений показателей энергоэффективности

В четвертой главе диссертации под названием «Разработка приборов измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии и внедрение их на практике» приведены: алгоритм разработки устройства измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии, расчет критериев выбора и технико-экономических показателей элементов устройства, параметрическое исследование преобразователя трехфазного тока, результаты научно-практических исследований приема сигналов в форме напряжения с выхода чувствительных элементов.

Измерительно-регулирующее устройство состоит из преобразователя напряжения на выходе первичного токового сигнала, блока измерительной связи, операционного усилителя, микроконтроллера и компьютера для передачи данных в облако (рис. 8).

### Показатели устройства

1. Рабочее напряжение: 260 В
2. Испытательное напряжение: 260 В
3. Частота: (45-65) Гц
4. Погрешность измерения: 0,5

Техническая характеристика устройства:

#### 1.1. Напряжение:

Диапазон измерения: (0-260) В  
Допустимая погрешность:  $\pm 0,5 \%$

#### 1.2. Сила электрического тока:

Диапазон измерения: (0-100) А

Чувствительность по электрическому току: 0,01 А

Допустимая погрешность:  $\pm 0,5 \%$

#### 1.3. Активный коэффициент мощности:

Диапазон измерения: (0-1,00)  
Допустимая погрешность: 0,01

#### 1.4. Частота:

Диапазон измерения: (45-65) Гц  
Допустимое отклонение: 0,1 Гц

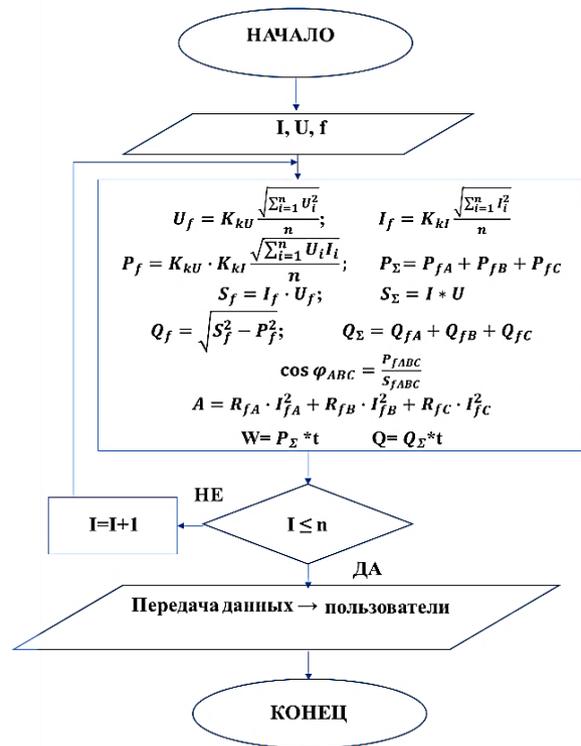
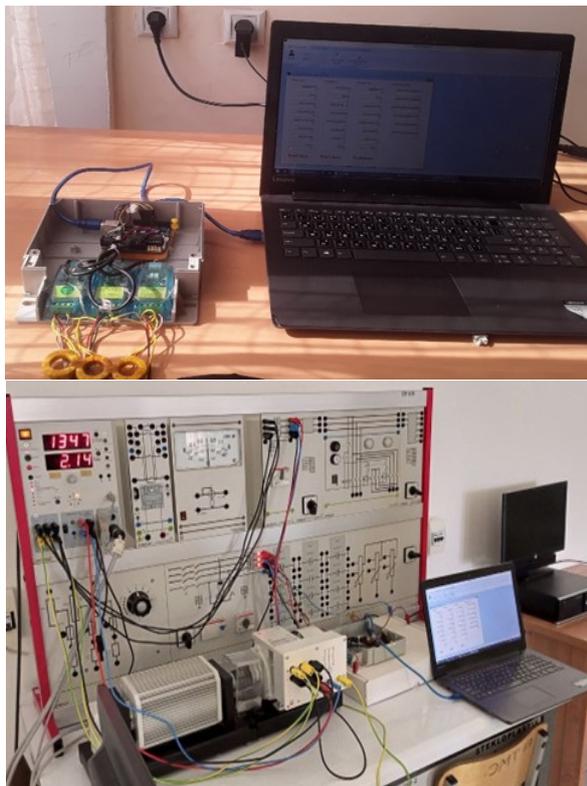


Рис. 8. Устройство измерения контроля и алгоритм эффективности энергопотребления

Надежность устройства рассчитывалась следующим образом:

В состав измерителя энергоэффективности входят ПТТ-преобразователь трехфазного тока, ИБП-измерительный блок подключения, переменный измерительный элемент ПИЭ.

$$P_{\text{ИКЭЭ}} = P_{\text{ПТТ}} \cdot P_{\text{ИБП}} \cdot P_{\text{ПИЭ}} = 0,99 \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 0,98.$$

Вероятность отказа устройства измерения и регулирования энергоэффективности формируется следующим образом:

$$Q_{\text{ИКЭЭ}} = 1 - P_{\text{ИКЭЭ}} = 1 - 0,98 = 0,02.$$

Основные элементы модификации устройства показаны на рис. 9.

В устройстве обеспечивается линейность сигнала напряжения на выходе при любом значении тока  $I$  от линии питания трехфазного преобразователя тока. Проведены расчеты в соответствующем порядке на основе математических моделей, разработанных для характеристик трехфазного преобразователя тока. Результирующие графики были получены на основе теоретических и экспериментальных значений (рис. 10).



Рис. 9. Общий вид трехфазного преобразователя тока (а), магнитопровода (б) и направления магнитного потока (в)

На основании исследований разработана рекомендация для подготовки



Рис. 10. Зависимость выходного напряжения от тока первичной обмотки

катушки к минимальному току, т.к. выходное напряжение преобразователя дает достоверную информацию электронной схеме прибора. Эти данные были также применены к параметрам кривой измерения. Экспериментальная схема первичного преобразователя была разработана на основе теоретических положений первичного преобразователя устройства, а также результатов экспериментальных испытаний. Для проверки первичного преобразователя были проведены экспериментальные приборные

испытания.  $w_1$  — величины, влияющие на измерения выходного напряжения катушки: количество витков катушки, воздушный зазор и ток. Точность измерительного вольтметра и измерительного амперметра была определена равной 0,5.

Оценка средств измерений проводилась в основном по классу точности, т.е. по абсолютной и относительной погрешностям.

Данные, полученные при измерении той же величины с помощью приборов с классами точности 0,5, использовались для определения класса точности проверяемой переменной. Зависимость абсолютной ошибки количества данных от разных значений показана на рис. 10.

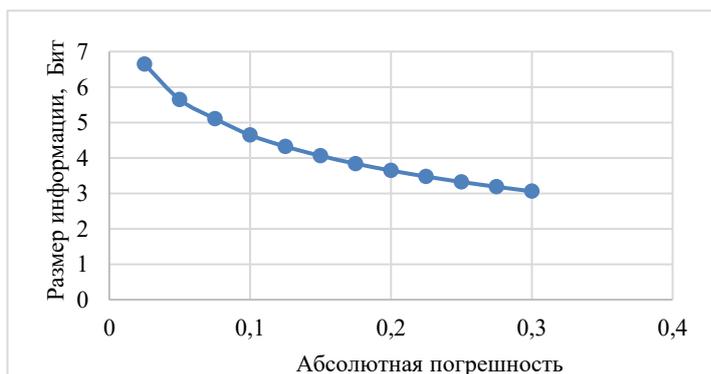


Рис. 11. График зависимости абсолютной погрешности от величины выходного сигнала

Из анализа графика и данных видно, что класс точности прибора должен быть не менее 0,5 (рис. 11). При этом было определено, что абсолютная погрешность в диапазоне измерения 5 А не превышает 25 мА.

Результаты исследований обеспечили возможность использования разработанного нового устройства в качестве

средства измерения и контроля энергоэффективности, а также энергетических устройств при определении классов энергоэффективности.

Сравнительный анализ основных характеристик прибора измерения и контроля эффективности потребления электроэнергии показал, что возможно исследование эффективности потребления электроэнергии в режиме

реального времени на основе измерения электрических величин, необходимых для определения показателей энергоэффективности и передачи в базу данных <https://cloudhisobligichlar.uz>. Метрологические параметры прибора основаны на высокой точности измерений, низком энергопотреблении, адаптивности к климатическим условиям региона, одновременном подключении к компьютеру и облаку.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований на тему «Информационно-программное обеспечение и устройства контроля и управления энергоэффективностью» были сделаны следующие выводы:

1. Создано устройство для измерения, хранения, оценки показателей эффективности потребления электроэнергии, дифференцирования данных с помощью программного обеспечения цифровой обработки информации, мобильности, точности и скорости. Созданное устройство позволило исследовать беспроводное подключение оценки показателей потребления электроэнергии через Wi-Fi, визуализацию данных, собранных на облачном сервере, о токе, напряжении, полной, активной, реактивной мощности, коэффициентов мощности и энергопотребления от электрической сети на основе трехфазных выходных напряжений, а также частоты в режиме реального времени.

2. Установлено, что проблемы контроля и управления энергоэффективностью и их решения необходимо осуществлять на основе дерева целей, функциональной информации и организационной структуры, алгоритмов информационно-логической оценки мощности энергопотребления, позволяющих исследовать в комплексе инфологические и матричные модели потерь энергии и потенциала энергосбережения.

3. В результате исследований технических параметров устройства измерения энергоэффективности и контроллера установлено, что точность измерения разработанного устройства с классом 0,5 следует преимущественно применять в значениях первичного напряжения 0~260 В, номинального тока и мощности - 100А/25000 Вт, частоты - 45/65 Гц .

4. Установлен предел непрерывного линейного изменения выходного напряжения до 7,1634 В при протекании первичного тока по проводнику электрической сети и измерительно-информационного устройства величиной до 100 А. Было доказано, что при выполнении рациональных размеров первичного преобразователя обеспечиваются критерии линейности величины выходного напряжения устройства.

5. Разработана структура IoT-среды принципа измерения потребляемой электроэнергии, учитывающая потери, характер электроприемника и облачной модели, определена область применения программного обеспечения, обеспечивающая эффективность использования электроэнергии на 3% с ожидаемым годовым экономическим эффектом на 187 млн. сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.03.02 ON THE  
ADMISSION OF SCIENTIFIC DEGREES AT THE  
TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY**

---

**BUKHARA ENGINEERING-TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

**MIRZOYEV NARZULLO NURIDDINOVICH**

**INFORMATION SOFTWARE AND DEVICES FOR CONTROL AND  
MANAGEMENT OF ENERGY EFFICIENCY**

**05.01.06 – Elements and devices of computing technics and control systems**

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

**Bukhara – 2022**

The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.2.PhD/T1568.

The dissertation was completed at the Bukhara engineering-technological institute.

The abstract of dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) is placed on the web-page of Scientific Council ([www.tdtu.uz](http://www.tdtu.uz)) and Information and Educational Portal «Ziyonet» ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific adviser:** **Siddikov Ilkhomjon**  
Doctor of technical sciences, Professor

**Official opponents:** **Uljaev Erkin**  
Doctor of technical sciences, Professor

**Sulliev Absaid Khurramovich**  
Candidate of technical sciences, Professor

**Leading organization:** **Andijan Machine-Building Institute**

Defence of the dissertation will take place «13» 08 2022 at 16<sup>00</sup> o'clock at a meeting of the Scientific Council of DSc.03/30.12.2019.T.03.02 at the Tashkent state technical university. (Address: 100095, Tashkent, str. University-2, tel.: (99871) 246-46-00; fax: (99871)227-10-32; e-mail: [tstu\\_info@tdtu.uz](mailto:tstu_info@tdtu.uz)).

The doctoral dissertation could be reviewed at the Information-resource center of the Tashkent state technical university (registration number 206). (Address: 100095, Tashkent, str. University-2, tel.: (99871) 207-14-70).

Abstract of dissertation sent out on «19» 07 2022 year.  
(mailing report № 5 on «4» 06 2022 year).



**N.R. Yusupbekov**  
Chairman of Scientific Council  
on awarding scientific degrees,  
Doctor of technical sciences, Professor, Academician

**U.F. Mamirov**  
Scientific Secretary of Scientific Council  
on awarding scientific degrees,  
Doctor of technical sciences, Associate Professor

**Kh.Z. Igamberdiyev**  
Chairman of the Academic Seminar  
under the Scientific Council on awarding scientific degrees,  
Doctor of technical sciences, Professor, Academician

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is to develop information software and for measuring and controlling the efficiency of electricity consumption by in enterprises.

**The object of research** is the devices for measuring and controlling the power supply system of industrial enterprises and their information and software.

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

infological and matrix models and algorithms of a functional-information structure based on informational and logical assessment for measuring and controlling the main indicators of energy efficiency have been developed.

a model and an algorithm for the measurement structure of the IoT environment have been developed, taking into account the main characteristics of electrical quantities and electrical consumers that affect the energy efficiency in phases of the electrical energy transmission network

a model of cloud technology with extended functionality has been developed, taking into account remote measurement and control of energy efficiency, and the format <https://cloudhisobligichlar.uz> has been created for digital representation of the measured values and data.

of the available analogues for measuring, transmitting, storing and evaluating the efficiency indicators of electrical energy consumption: a measuring device and its operation algorithm have been developed, which are distinguished by mobility and determine the energy efficiency class, which converts the primary current into an output voltage signal.

**Implementation of research results.** According to the results of the development of devices for measuring and controlling energy efficiency and information software by manufacturing enterprises:

In the measuring and control process of Buharagazsanoatkurilish JSC, Neftegazavtotranskhizmat UE, energy efficiency measurement and control devices have been introduced, which are developed and cost 5 times cheaper than practical information and software for energy efficiency control and management (certificate of the Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan No. 13-436 February 3, 2022). As a result, the energy efficiency of the enterprise increased by 4% by monitoring and managing the energy intensity of the product and energy efficiency indicators;

Based on testing at the enterprises of JSC "Kogondonmahsulotlari" and JSC "Karakuldonmahsulotlari", a model and algorithm for the structure of the IT environment of the cloud technologies of the energy system based on IoT and Cloud, a model of a system for measuring and controlling the efficiency of electricity consumption, were introduced (certificate of the Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan No. 13-436 dated February 03, 2022). As a result of scientific research, it became possible to increase energy efficiency by 3% due to remote monitoring of current, voltage, frequency, active power factor, efficiency, active and reactive power consumption of the main quantities to assess energy efficiency.

**Structure and size of the dissertation.** The dissertation is written in Uzbek and consists of 110 pages, as well as an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and applications.

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

**I бўлим (Часть I; Part I)**

1. Mirzoyev N.N. Information software and devices for energy efficiency management and control // Chemical Technology. Control and Management. Tashkent, Vol. 2021. №5, pp. 68-75. DOI: <https://doi.org/10.51346/tstu-02.21.5-77-0044>. (05.00.00; № 12).

2. Мирзоев Н.Н., Махмудов М.И. Энергия самарадорликни бошқариш ва назоратнинг ахборот дастурий таъминоти ва қурилмалари // «Энергия ва ресурс тежаш муаммолари». Тошкент, 2021. № Махсус сон, 101-109 б. (05.00.00; №21).

3. Mirzoyev N. N. Analogical Model Development Methodology For Mathematical Modeling Of Energy Efficiency Control System // The American Journal of Engineering and Technology. USA Texas, 2020. Vol. 02, pp.55-61. Doi: <https://doi.org/10.37547/tajet/Volume02Issue10-10>. (Journal Impact Factor, SJIF 2022: 6,456).

4. Mirzoyev N.N. Intelligence devices for monitoring and control of energy efficiency of enterprises // Chemical Technology. Control and Management. Tashkent, Vol. 2020. Special issue 5-6, pp.172-181. DOI: <https://doi.org/10.34920/2020.5-6.172-180>. (05.00.00; № 12).

5. Мирзоев Н.Н., Нуров Ҳ.И. Саноат корхоналарида электр моторларини модернизациялашнинг тадқиқи // «Фан ва технологиялар тараққиёти». Бухоро, 2020. №5, 73-77 б. (05.00.00; №24).

6. Мирзоев Н.Н., Махмудов М.И., Махмудов Ф.М. Энергия самарадорлигини назорат қилиш ва бошқариш жараёнини автоматлаштириш учун автоматлаштирилган энергия аудит дастурини қўллаш истиқболлари // «Фан ва технологиялар тараққиёти». Бухоро, 2020. №6, 100-104 б. (05.00.00; №24).

7. Махмудов М.И., Мирзоев Н.Н., Назаров Ғ.Ғ., Жумаев А.А. Рақамли ва дастурий воситаларини қўллаш орқали электр қурулмаларининг бошқарув ва назорат тизимлари ишончлилигини ва аниқчилигини ошириш // «Фан ва технологиялар тараққиёти». Бухоро, 2019. №1, 97-103 б. (05.00.00; №24).

8. Махмудов М.И., Мирзоев Н.Н., Рахмонов Ҳ.Ҳ. Бухоро ҳудудий электр тармоқлари корхонаси” АЖда автоматлаштирилган назорат-ўлчов тизимининг функционал схемасини ишлаб чиқиш // «Фан ва технологиялар тараққиёти». Бухоро, 2019. №2, 96-100 б. (05.00.00; №24).

9. Сиддиков И.Х., Мирзоев Н.Н., Муҳамадов Ғ. А. Энергия самарадорлик кўрсаткичларини оширишнинг микроконтроллерли бошқариш тизими // «Фан ва технологиялар тараққиёти». Бухоро, 2019. №5, 160-164 б. (05.00.00; №24).

## II бўлим (Часть II; PartII)

10. Сиддиков И.Х., Махудов М.И., Мирзоев Н.Н. Насос станциясияларининг энергетик самарадорлигини баҳолаш ва электр энергия истеъмоллини меъёрий сарфини аниқлаш учун энергетик текширишлар ўтказиш услубиёти // «Автоматлаштирилган электр механик ва электр технологик тизимларнинг энергия самарадорлигини оширишнинг долзарб масалалари Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети. Халқаро илмий-техник анжуман. 3-4март 2022 йил. II-том. 268-271 б.

11. Мирзоев Н.Н., Атоев А.И. Методика разработки аналоговой модели математического моделирования автоматизации процессов энергоаудита в ОАО «Бухарагазсаноаткурулиш» УП «Нефтегазтранхизмат» // Интернаука. Журнал. Россия, 2021 г. №19(195), Часть 3. С. 44-46.

12. Мирзоев Н.Н. Автоматик назорат-ўлчов тизимларида иқтисодиётни модернизациялаш негизи // «Ўзбекистон иқтисодиёти тармоқларини рақамлаштириш шароитида электр тармоқлари корхоналарини инновацион ривожлантириш» мавзусида республика илмий-техника анжумани. (Халқаро мутахассислар иштирокида). Тошкент. 2021 йил 8 сентябр. 48-50 б.

13. Siddikov I.X., Mirzoyev N.N. Smart energy efficiency monitoring device // Всероссийская научная конференция молодых исследователей с международным участием «Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации» Социальный инженер-2021 сборник материалов. Россия, Москва, 6-10 декабря 2021 г. Часть 3. С. 237-240.

14. Мирзоев Н.Н. Разработка интеллектуальной системы измерения для мониторинга и контроля энергоэффективности // Всероссийская конференция молодых исследователей с международным участием «Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации» Социальный инженер-2020 сборник материалов. Россия, Москва, 6-10 декабря 2020 г. Часть 3. С.20-25.

15. Mirzoyev N.N., Shoboyev A.X., Temirov O.T. «Yoqilg`i energetik resurslarni tonna shartli yoqilg`iga o`zgartirishning mobil ilovasi» / ЎзР ЭҲМ учун дастурлар давлат реесрида 07.01.2022 йилда Тошкент шаҳрида рўйхатдан ўтказилган, № DGU 14066.

16. Mirzoyev N.N. «Elektr energiyasini monitoringining aqlli tizimi uchun HISOBLAGICHLAR dasturiy ta`minoti» / ЎзР ЭҲМ учун дастурлар давлат реесрида 11.11.2021 йилда Тошкент шаҳрида рўйхатдан ўтказилган, № DGU 13002.

17. Mirzoyev N.N. «Energiya samaradorlikni boshqarish va nazorat qilish uchun HISOBLAGICHLAR tizimining ma`lumotlar bazasi» / ЎзР ЭҲМ учун дастурлар давлат реесрида 09.11.2021 йилда Тошкент шаҳрида рўйхатдан ўтказилган, № BGU 462.

18. Maxmudov M.I., Mirzoyev N.N. «Energiya samaradorlikni boshqarish va nazorat qilish qurilmasi uchun ta`minot dasturi» / ЎзР ЭҲМ учун дастурлар давлат реесрида 11.11.2021 йилда Тошкент шаҳри, № DGU 13003.

19. Сиддиков И.Х., Мирзоев Н.Н., Абдумаликов А.А., Шодиев З.О., Мақсудов М.М., Хонтураев И.М. «Энергия самарадорлигини назорат ва бошқаришнинг автоматлаштирилган дастурий-ахборот таъминоти» / ЎзР ЭҲМ учун дастурлар давлат реесрида 10.03.2020 йилда Тошкент шаҳрида рўйхатдан ўтказилган, № DGU 07874.

20. Сиддиков И.Х., Абдумаликов А.А., Мирзоев Н.Н., Амурова Н.Ю., Мақсудов М.М., Хонтураев И.М. «Энергия самарадорликни назорат ва бошқаруви элементларини ишончилилик ва иш ҳолатларининг кўрсаткичларини тадқиқ этиш дастурий таъминоти» / ЎзР ЭҲМ учун дастурлар давлат реесрида 27.03.2020 йилда Тошкент шаҳрида рўйхатдан ўтказилган, № DGU 08003.

21. Мирзоев Н.Н., Қўлдошева Ф.С., Ҳабибов Ф.Ю., Нуров Х.И. «Энергия самарадорлигини назорат қилиш ва бошқариш учун булут технологиясига асосланган актив ва реактив қувват коэффициентларини ҳисоблашнинг дастурий таъминоти» / ЎзР ЭҲМ учун дастурлар давлат реесрида 30.11.2020 йилда Тошкент шаҳрида рўйхатдан ўтказилган, № DGU 09525.

Автореферат “Technical science and innovation” илмий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ҳамда ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнларини мослиги текширилди.

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. «Times New Roman» гарнитураси.

Рақамли босма усулда босилди.

Шартли босма табағи: 3,5. Адади 100 дона. Буюртма № 52/22.

Гувоҳнома № 851684.

«Тірографф» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.

Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.