

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ

ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ

“ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА
ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ МУХАНДИСЛАРИ”
МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТ УНИВЕРСИТЕТИ

СИДДИКОВ ИЛХОМЖОН ХАКИМОВИЧ
МУСТОФОЕВ ГАНИШЕР БАХОДИР ЎҒЛИ

**ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧИ ЭНЕРГИЯ
МАНБАЛАРИ АСОСИДАГИ
ЭНЕРГОТИЗИМ ЧИҚИШ КАТТАЛИК
ВА ПАРАМЕТРЛАРИНИ
РАЦИОНАЛЛАШ**

МОНОГРАФИЯ
(1-қисм)

Тошкент – 2024

УЎК 621.316.9+621.316(075.8)
КБК 31.27-05.73
С 52

Муаллифлар: т.ф.д., профессор И.Х.Сиддиков, асс. Г.Мустафоев

Қайта тикланувчи энергия манбалари асосидаги энерготизим чиқиш катталиқ ва параметрларини рационаллаш. Монография. И.Х.Сиддиков, Г.Мустафоев. Тошкент, “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари” Миллий тадқиқот университети, 2024, -133 б.

Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбали энерготизим чиқиш катталиқ ва параметрларини тадқиқ қилиш симуляцион стендини компьютер ва тажрибавий намунасини ҳамда энергетик катталиқларнинг назорат ва бошқарув қурилмаларини рационаллаш ҳамда улар асосида энерготизимнинг чиқиш параметрларидан бўлган ток ва кучланиш кўрсаткичларини масофали мониторингининг микроконтроллерли қурилмалар ва жихозлар асосидаги IoT модели ва Web саҳифасини ишлаб чиқиш ва тадқиқ этиш натижалари келтирилган.

Шартли қисқартмалар

ЭТТ - энергия таъминоти тизими;
И - инвертор;
АБ - аккумулятор батарея;
УЭТҚ - узлуксиз энергия таъминоти қурилмаси;
МТ - мониторинги тизими;
ДГ - дизель-генератор;
ҚТЭМ - қайта тикланувчи энергия манбалари;
МЭТ - марказлашган энергия таъминоти;
ҚЭТ - қуёш энергия таъминоти;
ГЭС - гидролектр станциялари;
ШЭТ - шамол энергия таъминоти;
МПБ - микропроцессорли блок;
ҚЭС - қуёш электрстанцияси;
IoT (internet of things) - интернет воситалари;
R - реле;
GSM (Groupe Spécial Mobile) - мобил алоқа учун глобал тизим;
CPU (central processing unit) - марказий процессор;
RAM (Random access memory) - тезкор хотира;
ROM (read-only memory) - доимий хотира;
TIMER - вақт ҳисоблагичи;
COUNTER - ҳисоблагич;
ADC (analog to digital convertor) - аналог-рақамли ўзгарткич;
DAC (digital to analog convertor) - рақамли-аналог ўзгарткич;
AVR (Advanced Virtual RISC) - мураккаб виртуал кодлар;
RISC(reduced instruction set computer) - буйруқлар тўплами қисқартирилган компьютер;
IDE (Integrated Development Environment) - бирлашган ривожланиш муҳити;
Wifi (Wireless Fidelity) - симсиз тармоқ;
GPS (Global Positioning System) - глобал жойлашувни аниқлаш тизими;
Zigbee - катта масофали симсиз тармоқ;
ICSP - Модуль ва Arduino ўртасида алоқа сарлавҳаси
GPRS (General Packet Radio Service), EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) - протоколлар;
ЎТТ - ўлчаш ток трансформатори;
ЎКТ - ўлчаш кучланиш трансформатори;
ЭМТЎ - электро магнит ток ўзгарткич;
ТТ - ток трансформатори;
ҚЎ - қўшимча ўзак;
D – ўзгарткич (датчик);
P - мониторинги қилинадиган объект;
H - мониторинги қилинадиган электр токининг бошланғич ва якуний қиймати;
S - датчикни ишлаш тамойили;
U - датчикни ишлашида атроф-муҳит шароити.
ТЎ - ток ўтказгич;
МЎ - магнит ўзак;
СЭ - сезгир элемент;
ҚЎ - қўшимча ўзак;
АЎС - ахборот-ўлчов схемаси;
МББ - микроконтроллерли бошқариш блоки;
НСЕ - ночизикли сезгир элемент;
ОК - операцион кучайтиргич;
АРЎ - аналог-рақамли ўзгарткич;

ДМЎ- думалоқ магнит ўзак;
LCD (Liquid crystal display) - суюқ кристалли дисплей;
 U_{μ} - магнит ўзак асосидаги магнит кучланиши;
 $\sum R_{\mu}$ - датчикнинг магнит занжиридаги йиғинди магнит қаршилиқ;
 $R_{MX.O}^I, R_{MX.O}^{II}$ - ҳаво оралиқларининг магнит қаршилиқ;
 $R_{M\check{y}}$ - магнит ўзак пўлатининг магнит қаршилиги;
 $R_{K\check{y}}^I, R_{K\check{y}}^{II}$ - қўшимча ўзакнинг магнит қаршилиги;
 $R_{MX.O}$ - ҳаво оралиқларининг магнит қаршилиги;
 a, b - магнит ўзак қалинлиги ва кенлиги;
 l, h - магнит ўтказгичнинг узунлиги ва баландлиги;
 $l_{x.o}$ - ҳаво тирқишининг узунлиги;
 $R_{\mu x.0}$ - ҳаво тирқишининг магнит қаршилиги;
 $R_{\mu 1}$ - магнит ўзак юқори стерженларнинг магнит қаршилиги;
 $R_{\mu 2}$ - магнит ўзак пастки стерженларнинг магнит қаршилиги;
 $\Phi_{X.O}$ - магнит ўзак ҳаво тирқиши орқали магнит оқимлари;
 $I_{\Delta 1}$ - 1- ток ўтказгичдаги электр токи;
 $w_{\check{y}C}$ - сезувчи элемент симларининг ўрамлар сони;
 $l_{Пўл}$ - магнит ўзак пўлат қисмининг узунлиги;
 μ_0 - ҳавонинг магнит сингдирувчанлиги;
 $S_{M\check{y}}$ - магнит ўзак кесими юзаси;
 $S_{C\check{y}}$ - сезгир элемент юзаси;
 $\sum R_M$ - магнит ўзакнинг йиғинди қаршилиги;
 $G_{\mu 1} - G_{\mu 6}$ - ҳаво оралиқнинг магнит қаршилиги;
 $R_{\mu 11},$ - магнит ўзак юқори стерженларининг магнит қаршилиги;
 $R_{\mu 21}$ - магнит ўзак пастки стерженларининг магнит қаршилиги;
 $\Phi_{M\check{y}}, \Phi_{X.O},$ - магнит ўзак пўлати ва ҳаво оралиғи орқали оқувчи магнит оқимлар;
 $U_{\mu 10}-U_{\mu 1n}-U_{\mu 20}-U_{\mu 2n}$ - магнит юритувчи кучлар;
 G_{μ} - ҳаво оралиғи;
 $R_{\mu i, j} - i, j$ - магнит ўзгартириш бўлагининг қаршилиги;
 ρ - магнит ўтказгич материалининг солиштирама қаршилиги;
 μ - магнит ўтказгич материалининг магнит сингдирувчанлиги;
 $l_{\mu i, j} - i, j$ - ўзгартириш занжири бўлагининг узунлиги;
 $F_{i, j} - i, j$ - ўзгартириш занжири бўлагининг юзаси;
 $G_{\mu i, j}$ - ҳаво оралиғининг магнит ўтказувчанлиги;
 $R_{x.o \mu i, j} - i, j$ - ҳаво оралиқ бўлагининг магнит қаршилиги;
 $R_{\mu i, j} - i, j$ - оралиқларнинг магнит қаршилиги;
 $G_{\mu i, j} - i, j$ - ҳаво оралиқларнинг магнит ўтказувчанлиги;
 $G_{\sum i, j}$ - кириш катталигидан чиқиш катталигигача бўлган ўзгартириш бўлақларининг ўтказувчанлиги йиғиндиси;
 $R_{\sum i, j}$ - кириш катталигидан чиқиш катталигигача бўлган ўзгартириш бўлақларининг қаршилиқлари йиғиндиси;
ФТЭ - физик-техник эффектлар;
 U_{μ} - магнит юритувчи куч;
 Φ_{μ} - магнит оқим;
 $K[U_{\mu}, \Phi_{\mu}]$ - магнит оқим ҳамда магнит юритувчи орасидаги ўзаро алоқа коэффициентини;
 $l_{M\check{y}}$ - МЎнинг узунлиги;
 $\mu\mu_0$ - нисбий ва абсолют магнит сингдирувчанлик;
 $S_{M\check{y}}$ - магнит ўзак оралиғининг кўндаланг кесим юзаси;
 $S_{x.o}$ - ҳаво оралиқлиғининг кўндаланг кесим юзаси;
 $E_{K\check{y}T}$ - қуёш энергия манбалари;

$K_{КЭ}$ - қуёш энергиясини электр кучланишга ўзгартириш занжирлараро боғланиш коэффициенти;
 $U_{Э}$ - электр кучланиш;
 $K_{Э1}$ - ҚЭТ манбаси электр кучланишни бирламчи электр токига ўзгартириш коэффициенти;
 W - чўлғамлар сони;
 G_{μ} - магнит ўтказувчанлик
 $K[\Phi_{\mu g}(x), U_{Э2}]$ - магнит оқим ва датчикнинг чиқиш кучланиши орасидаги занжирлараро боғланиш коэффициенти;
 $W_{\mu}[\Phi_{\mu}, \Phi_{\mu g}(x)]$ - тақсимланган параметрли магнит ўзгартириш занжирини узатиш функцияси;
 $E_{ШЭТ}$ - ша мол генераторли энергия манбалари,
 $E_{ДГ}$ - дизель генераторли энергия манбалари;
 $K_{ШЭ}$ - ша мол энергиясини электр кучланишга ўзгартириш занжирлараро боғланиш коэффициенти;
 $K_{ДЭ}$ - дизель энергиясини электр кучланишга ўзгартириш занжирлараро боғланиш коэффициенти;
 $K_{Э2}, K_{Э3}$ - ШЭТ ва ДГ манбаси электр кучланишни бирламчи электр токига ўзгартириш коэффициенти;
 $U_{МЭТ}$ - МЭТдаги электр кучланиш;
 $U_{АБ}$ - АБдаги электр кучланиш;
 $K_{Э4}, K_{Э5}$ -МЭТ ва АБ манбаси электр кучланишни бирламчи электр токига (кириш токига) ўзгартириш коэффициенти;
 W - датчик занжирининг узатиш функцияси;
 $V_1(K_{Э4} \cdot U_{МЭТ}), V_2(K_{Э1} \cdot K_{КЭ} \cdot E_{КЭТ}), V_3(K_{Э2} \cdot K_{ШЭ} \cdot E_{ШЭТ}), V_4(K_{Э3} \cdot K_{ДЭ} \cdot E_{ДГ})$ ва $V_5(K_{Э5} \cdot U_{АБ})$ - адаптив бошқарувда қуёш, ша мол, дизел генератори ва аккумулятор энергия таъминоти манбасини бошқарув блоки томонидан ула ниш эҳтимоллиги;
 $I_{Э1}$ - ўтказгич бирламчи чулғамидан оқаётган электр токи;
 $w_{КТ}$ - кўзғатиш чулғами ($w_{КТ}=1$);
 $U_{эчик}$ - чиқиш кучланиши;
 $W_{I_{Э1}}(p)$ - $I_{Э1}$ ток ўтказгич занжирининг узатиш функцияси;
 $W_{M\ddot{U}}(P)$ - МЎ занжирининг узатиш функцияси;
 $W_{CЭ}(P)$ - сезгир элементнинг узатиш функцияси;
 K_{Σ} - датчикнинг сезгирлиги;
 $T_{CЭ}$ - сезгир элементларнинг вақт доимийси;
 $L_{CЭ}$ - сезгир элементнинг индуктивлиги;
 $R_{CЭ}$ - сезгир элементнинг қаршилиги;
 $U_{Э2}$ - датчикнинг чиқиш кучланиши;
 B_M - индукциянинг амплитуда қиймати;
 $R_{ЭСЭ}, L_{ЭСЭ}$ - датчик чўлғамларининг актив қаршилиги ва индуктивлиги;
 $i_{эчик}(t)$ - датчик иккиламчи чўлға мидаги ток;
 $R_{Э}$ - электр қаршилик
 $L_{Э}$ - индуктивлик
 $\Phi_{қол}$ - қолдиқ магнит оқими;
 Φ_{np} - магнит оқимининг периодик (даврий) ташкил этувчиси;
 Φ_a - магнит оқимининг аперiodик (эркин) ташкил этувчиси.
 R - актив қаршилик;
 L - реактив қаршилик;
 $\Phi_{макс}$ - максимал магнит оқим;
 $\Phi_{қол}$ - қолдиқ магнит оқим;
 $K[I_{Э1}, U_{\mu}]$ занжирлараро алоқа коэффициенти орқали акс этади;
 U_{μ} - магнит юритувчи куч

$\Phi_{\mu}(0)$ магнит оқимига ўзгартирилади, унинг
 $T_{\mu 1}, P_{\mu 1}$ схематик функцияси занжирнинг тузилмасини акс эттиради;
ҚЭТМ - Қайта тикланувчан энергия таъминоти манбаларини;
 $P_{МЭТ}(t)$ - марказлаштирилган энергия тизими ишлаб чиқарадиган жорий қувват қиймати;
 $P_{ҚЭТ}(t)$ - қуёш энергияси манбалари асосидаги энергия тизимлари ишлаб чиқарадиган жорий қувват қиймати;
 $P_{ШЭТ}(t)$ - шамол энергияси манбалари асосидаги энергия тизимлари ишлаб чиқарадиган жорий қувват қиймати;
 $P_{ДГ}(t)$ - дизель генераторлар асосидаги энергия тизимлари ишлаб чиқарадиган жорий қувват қиймати;
 $P_{АБ}(t)$ - электр энергияси тўплагичлари зарядининг (разрядининг) жорий қувват қиймати;
 $P_{Ю}(t)$ - юкламининг жорий қувват қиймати;
 $i_k(t)$ - тақсимлаш қурилмаси шинасидаги оний кучланиш;
 $i_k(t)$ - юклама токиннинг оний қиймати;
КЛ - кабел линияси;
РҚМ - реактив қувват манбаи;
 $U_{МЭТ}$ - марказлашган энергия таъминотидаги кучланиш;
 $U_{ДГ}$ - дизель генераторидаги кучланиш;
 $U_{ШЭТ}$ - шамол энергия таъминотидаги кучланиш;
 $U_{ҚЭТ}$ - қуёш энергия таъминотидаги кучланиш;
 $U_{АБ}$ - аккумулятор батареялардаги кучланиш;
И/К - инвертор-конвертор;
SAV - токни кучланишга ўзгартирувчи датчик;
SAV(DX) - токни кучланишга ўзгартирувчи датчик (Холл эффекти асосида).
 $P_{ҚЭТ}$ - қуёш энергияси манбалари жорий вақт momentiда ҳосил қиладиган қувват;
 $P_{ШЭТ}$ - шамол энергияси манбалари жорий вақт momentiда ҳосил қиладиган қувват;
 $P_{Ю}$ - жорий вақт momentiда зарур бўладиган қувват;
 P_3 - электр энергияси заряд тўплагичлари учун жорий вақт momentiдаги қувват;
 $P_{НЗ}$ - қайта тикланувчан энергия манбаларидан электр энергияси тўплагичларини зарядлаш учун жорий вақт momentiдаги бўлиши мумкин қувват;
 $P_Б$ - балласт жорий вақт momentiда истеъмол қиладиган қувват;
 $P_{ЭТ}$ - электр энергияси тўплагичлари жорий вақт momentiда бериши керак бўладиган қувват;
 $P_{РЭТ}$ - электр энергияси тўплагичлари жорий вақт momentiда бера оладиган қувват;
 $P_{ЭС}$ - юкламини жорий вақт momentiда қамраб олиш учун зарур бўладиган энергия тизимидаги қувват;
 $P_{Ю}$ - юклама қуввати;
 $P_{ҚТЭМ}$ - қурилмаларда ишлаб чиқариладиган қувватлар
 $P_{РЭТ}$ - жорий вақт momentiдаги қувват.

РЕФЕРАТ

Ҳисобот: умумий вароқлар сони 133 бетни ташкил этади ва 37 та расм, 6 та жадвалдан иборат, фойдаланилган адабиётлар рўйхати - 119, чоп этилган илмий ишлар – 21 та.

Калит сўзлар: Қайта тикланувчи энергия манбалари, энерготизим, чиқиш катталиклари ва параметрлари, дастурий таъминот, модель, ток, кучланиш, мобил ва стационар қуёш, шамол энергиясини ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси, IoT модели, Web - саҳифа.

Тадқиқот ишлар бўйича ушбу монография ГОСТ 7.32-2001 бўйича тайёрланди.

Монографияни ёзилишидан мақсад қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбали энерготизим чиқиш катталик ва параметрларини тадқиқ қилиш симуляцион стендини компьютер ва тажрибавий намунасини ва энергетик катталикларнинг назорат ва бошқарув қурилмаларини рационаллаш ҳамда улар асосида энерготизимнинг чиқиш параметрларидан бўлган ток ва кучланиш кўрсаткичларини масофали мониторингининг микроконтроллерли қурилмалар ва жихозлар асосидаги IoT модели ва Web саҳифасини ишлаб чиқиш ва тадқиқ этиш натижаларини баён этишдан иборатдир.

Объект сифатида қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбали энерготизим чиқиш катталик ва параметрларини тадқиқининг симуляцион мобил ва стационар манбалари қабул қилинган.

Предмет қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбали энерготизим чиқиш параметрларининг симуляцион стенд қурилма ва жихозларида кечаётган энергия ва маълумот ўзгартириш жараёнлари ҳамда физик тузилма ва дастурий таъминотлари қабул қилинган.

Усуллар ва ёндошув: тизимли таҳлил, физик ва компьютер моделлаштириш, алгоритмлаш, амалий ҳисоблаш, тажриба - синов ва объектга мўлжалланган дастурлаш усулларидан фойдаланилган.

Илмий тадқиқот бўйича олинган натижаларнинг илмий янгилиги қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари тадқиқоти симуляцион стендининг физик ва компьютер моделлари, электр қувватини ва токини ўлчов, назорат ва бошқаришнинг “Cloud computimng” асосидаги IoT модели ва тадқиқот алгоритмларини яратилганлиги ўлчов маълумотларини ўзгартириш қурилмаларининг мобил ва стационар тажриба моделларини ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Амалга оширилган ишлар натижалари: - қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбали энерготизим предмети соҳасига

чуқур кириб бориш, энергия ўзгартириш жараёнларини физик ва компьютер моделлаштириш, алгоритмлаш ҳамда тадқиқот усулларини тўлақонли шакллантириш ва келгусида назария ҳамда амалиётга қўллаш учун асос яратилди.

Яқунланган босқичда яратилган - қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбали энерготизимининг бир ва уч фазали тоқларини кучланиш кўринишидаги маълумотга ўзгартириш қурилмаларининг физик ва компьютер моделлари, энерготизим чиқиш параметрларидан бўлган тоқ ва кучланиш кўрсаткичларини амалий тадқиқотининг имконини берувчи қурилмалар ва жихозларнинг яратилган уланиш схемалари келгусида илмий ҳамда амалий натижаларни замонавий талаблар даражасида олиб бориш учун асос бўлади.

Амалга оширилган ишларнинг амалий ва назарий натижалари қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари ишлаб чиқаётган электр энергиясининг тоқ ва кучланишларини компьютер моделлаштириш ва алгоритмлаш энерготизимни тадқиқот усулларини ривожлантириш учун асос бўлади.

Ишлаб чиқилган ва нархи амалдаги энергетик кўрсаткичларни ўлчов, назорат ва бошқаришнинг ахборот дастурий таъминоти ва қурилмалари «Бухорогазсаноатқурилиш» АЖ «Нефтгазавтотрансхизмат» УКнинг ўлчов-назорат жараёнига жорий қилинган Натижада, энергетик самарадорлик кўрсаткичларини назорат қилиш ҳамда бошқариш орқали корхонанинг энергетик самарадорлиги 4 % га яхшиланган.

Электр энергия кўрсаткичларнинг ўлчов ва назорат тизимини Cloud Hisoblagichlar модели ва IoT асосидаги электр энергетика тизимининг булут технологиясини IT муҳити тузилмаси модели ҳамда алгоритми «Когондонмаҳсулотлари» АЖ ва «Қорақўлдонмаҳсулотлари» АЖ, «Бухорогазсаноатқурилиш» АЖ «Нефтгазавтотрансхизмат» УК корхоналарида корхоналарида синовдан ўтказиш асосида жорий этилган.

Илмий тадқиқот натижасида электр энергиянинг асосий электр катталиклар бўлган тоқ, кучланиш, частота, актив қувват коэффициенти, фойдали иш коэффициенти, актив ва реактив электр энергия истеъмолини масофадан мониторинг қилиш амалга оширилган ва энергетик самарадорликни 3-4 % га яхшилаш имкони яратилган.

МУНДАРИЖА

| | | |
|---------|---|----|
| | КИРИШ..... | 13 |
| I БОБ | ҚУЁШ, ШАМОЛ ЭНЕРГИЯСИ ЎЗГАРТКИЧЛАРИ, АККУМУЛЯТОР БАТАРЕЯСИ ВА МАРКАЗЛАШГАН ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ МОДУЛЛАРИ АСОСИДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЁНИНИ ТАДҚИҚОТИ ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА СИНОВДАН ЎТКАЗИШ..... | 20 |
| 1.1-§ | Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяли энерготизим чиқиш параметрларини мониторингини долзарблиги..... | 20 |
| 1.2-§ | Мониторинг тизимларининг қурилма-дастурий воситалари..... | 23 |
| 1.3-§ | IoT архитектураларини қўлланилиши ва дастурларнинг ўзаро алоқасини таъминлаш жараёнлари..... | 30 |
| | Биринчи боб бўйича хулосалар..... | 38 |
| II БОБ | ГИБРИД ЭНЕРГИЯ ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИ АСОСИДАГИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ҚУРИЛМАЛАРИ ВА ЭЛЕМЕНТЛАРИДАГИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ МОНИТОРИНГ ТИЗИМИНИ ШАКЛЛАНТИРИШ..... | 39 |
| 2.1-§ | Гибрид энергия таъминоти манбали энерготизимни масофадан мониторингининг қурилмаларини функционал тузилмаси..... | 39 |
| 2.2-§ | Гибрид энергия таъминоти манбали энерготизим кўрсаткичларини масофадан мониторинг тузилмасини тавсифлари..... | 44 |
| 2.3-§ | Гибрид энергия таъминоти манбали энерготизим кўрсаткичларини масофадан мониторингини тузилма ва дастурий таъминотларини функционал модуллари..... | 49 |
| 2.4-§ | Гибрид энергия таъминоти манбали энерготизим кўрсаткичларини мониторинги тизимидаги ўзгартириш жараёнларини параметрик тадқиқ..... | 57 |
| 2.4.1-§ | Гибрид энергия таъминоти манбали энерготизим кўрсаткичларини мониторинг сигналларини меёрлаш | 62 |
| 2.4.2-§ | Мониторинг сигнали ўзгарткичларининг иш ҳолатларини кўрсаткичлари..... | 65 |
| | Иккинчи боб бўйича хулосалар..... | 69 |
| III БОБ | МАРКАЗЛАШГАН ВА ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧАН ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ АСОСИДАГИ ЭНЕРГОТИЗИМ ЧИҚИШ КАТТАЛИАК ВА ПАРАМЕТРЛАРИНИ СИМУЛЯЦИОН СТЕНДИ ТАЖРИБАВИЙ НАМУНАСИНИ ТАДҚИҚ АЛГОРИТМИ..... | 70 |
| 3.1-§ | Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим чиқиш сигналлари асосида мониторинги катталиқ ва параметрларини баҳолашнинг IoT архитектураси..... | 70 |
| 3.2-§ | Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини масофадан мониторинги дастурий мажмуасини функционал модуллари | 77 |
| 3.3-§ | Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини масофадан мониторинг тизимининг маълумотлар базаси моделлари..... | 82 |
| | Учинчи боб бўйича хулосалар..... | 85 |

| | | |
|--------|---|-----|
| IV БОБ | ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧАН ЭНЕРГИЯ МАНБАЛИ ГИБРИД ЭНЕРГИЯ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ, ЎЗГАРТИРИШ ЭЛЕМЕНТЛАРИ ВА ҚУРИЛМАЛАРИНИ СТАЦИОНАР ВА МОБИЛ СИМУЛЯЦИОН ҲАМДАА ФИЗИК МОДЕЛЛАРИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ ВА СИНОВДАН ЎТКАЗИШ..... | 86 |
| 4.1-§ | Қайта тикланувчан энергия манбали гибрид энергия ишлаб чиқариш комплекс ва сигнал ўзгартириш элементлари, бошқариш тизимлари ва қурилмаларини стационар ва мобил иш ҳолатини симуляцион ва физик моделларини тадқиқ этиш қурилма ва дастурий мажмуалари интеграцияси | 86 |
| 4.2-§ | Қайта тикланувчан энергия манбали гибрид энергия ишлаб чиқариш комплекс ва сигнал ўзгартириш элементлари ва қурилмаларини стационар ва мобил иш ҳолатини симуляцион ва физик моделларини масофадан мониторинги қурилма ва дастурий мажмуасини амалий тадқиқи..... | 92 |
| 4.3-§ | Қайта тикланувчан энергия манбали гибрид энергия ишлаб чиқариш комплекс ва сигнал ўзгартириш элементлари, бошқариш тизимлари ва қурилмаларини чмиқиш параметрларини ва иш ҳолатларини симуляцион ва физик моделлар асосида тадқиқ этиш масофадан мониторинги натижаларининг самарадорлик кўрсаткичларини таҳлили..... | 97 |
| | Тўртинчи боб бўйича ҳулосалар..... | 120 |
| | ХУЛОСАЛАР..... | 121 |
| | Фойдаланилган адабиётлар рўйхати..... | 124 |

КИРИШ

Электр энергия истеъмолчиларини сифатли ва узлуксиз энергияси билан таъминлашда қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбали гибрид энерготизим ва уларнинг чиқиш параметрларини назорат ва мониторинг қурилмалари ва тизимларини такомиллаштириш бўйича кенг ҳажмли илмий тадқиқотлар ишлари олиб борилмоқда. Хусусан, электр энергия билан таъминлашда масъулияти юқори истеъмолчилардан бўлган ишлаб чиқариш, қишлоқ хўжалик қурилма ва жихозларидаги электр токи ва кучланишини назорат қилиш тизими имкониятларини кенгайтириш долзарб масалалардан бўлиб, бунда гибрид энерготизим асосий чиқиш параметрлари ва катталикларидан бўлган ток ва кучланишни ўзгартириш қурилмалари ҳамда жихозларининг юқори аниқлиги, тезкорлиги, ишончлиги, сезгирлиги ҳамда улар таъминлаётган сигналларнинг сифати ва узлуксизлиги каби кўрсаткичлар билан изоҳланади. Ушбу йўналишда, энерготизим электр энергияси токи ва кучланишининг назорати ва мониторинги ахборот – ўлчов ўзгартириш қурилмалари ва жихозлари такомиллаштирилган турларини яратиш, ҳамда уларни физик ва компьютер моделларини, тадқиқот алгоритми ва дастурий таъминотини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада ривожланган давлатларда электр энергиянинг токи ва кучланишини назорат ва мониторинг қилиш стационар ва мобил қурилмалари ва жихозларининг такомиллаштирилган турларини яратиш ва амалиётда қўллаш муҳим вазифалардан бўлиб ҳисобланмоқда [1].

2022-2026-йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан «Саноат тармоқларида йўқотишларни камайтириш ва ресурсларни ишлатиш самарадорлигини ошириш бўйича ...замонавий энергия тежамкор технологиялар, асбоб-ускуналар ва қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбаларини жорий этиш, қайта тикланувчи энергия манбалари қурилмаларини ишлаб чиқариш ва энергия самарадорликни ошириш бўйича лойиҳаларни молиялаштириш» вазифалари белгиланган [2].

Белгиланган вазифаларни амалга ошириш, шу жумладан қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини асосий кўрсаткичларини назорат қилиш 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 ошириш ҳамда мазкур фаолиятга тегишли норматив-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда оиб бораётган тадқиқотларимиз натижалари муайян даражада хизмат қилади [3].

Тадқиқотларнинг мақсади қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган гибрид энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини масофадан тадқиқ қилиш симуляцион стендини компьютер ва тажрибавий намунасини ва энергетик катталикларнинг назорат ва бошқарув қурилмаларини яратиш ҳамда улар асосида энерготизимнинг чиқиш параметрларидан бўлган ток ва кучланиш ҳамда атроф-муҳит ҳарорати, намлиги, ёритилганлиги ва чанглилиги кўрсаткичларини масофали мониторингининг назарий ва амалий тадқиқотини микроконтроллерли қурилмалар ва жихозлар асосидаги IoT модели ва Web саҳифасини ишлаб чиқишдан ҳамда уларни илмий ва амалий тадқиқ этишдан иборат.

Тадқиқотлар объекти сифатида қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари стационар ва мобил модуллари асосидаги гибрид энерготизим чиқиш параметрларини тадқиқ қилиш симуляцион стенди ва унинг қурилмаларини физик, компьютер моделлари ҳисобланади.

Тадқиқотлар предмети бўлиб қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларининг симуляцион стендида, энергия ўзгартириш қурилма ва жихозларида кечаётган энергия ва сигнал ўзгартириш жараёнлари ҳамда уларни тадқиқ этиш модел, алгоритм ва дастурий таъминотлари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг вазифалари:

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбаларининг стационар ва мобил модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини масофадан мониторингининг IoTга асосланган тизими архитектураси ва уларда кечадиган жараёнларни таҳлил қилиш;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини энергия таъминоти манбалари мониторинги қурилма мажмуасининг катталик ва параметрларини ўзгартириш жараёнларинг моделини яратиш;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини мониторинги қурилма мажмуасини яратиш ва унинг функционал модуллари тавсифини ишлаб чиқиш;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини масофадан мониторинг қилиш алгоритмлари ҳамда вебга асосланган дастурий воситасини ишлаб чиқиш;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим қурилмаларини мониторинг қилиш тизими дастурий воситасининг маълумотлар базасини ишлаб чиқиш ҳамда қурилма таъминот ва дастурий воситасининг интеграция модулини яратиш.

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини ўлчов - назорат қилиш муаммоларини таҳлил қилиш, тадқиқотлар масалаларини ечимини топишнинг мақсадли вазифаларини аниқлаш;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини ўлчов - назорат қилиш қурилмасини ҳамда тизимларини таҳлил қилиш;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини ўлчов - назорат қилишнинг моделларини ишлаб чиқиш;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини кўрсаткичларини баҳолашнинг булутли ИТ муҳити тузилмаси моделини ишлаб чиқиш;

- стационар ва мобил қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари мониторинги ўлчов - назорат тизимининг тузилиш схемаси, фазалар қувват коэффициентлари ҳамда электр энергия самарадорлик кўрсаткичларини ҳисоблаш алгоритмини шакллантириш;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини ўлчов - назорат қилиш қурилмасини ҳамда маълумотларни тақдим этиш форматини яратиш ва амалиётда қўллаш.

Янгиликлар қуйидагилардан иборат

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини тадқиқ қилиш симуляцион тенди чиқиш параметрларини мониторинги қурилма мажмуаси ва функционал модуллари ишлаб чиқилган;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини тадқиқ қилиш симуляцион тенди чиқиш параметрларини мониторинги қурилма мажмуасида кечаётган жараёнларни граф ва аналитик модели ишлаб чиқилган;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини тадқиқ қилиш симуляцион тенди чиқиш параметрларини масофадан мониторинг алгоритмлари ва қурилма-дастурий мажмуасининг функционал модуллари ишлаб чиқилган;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини тадқиқ қилиш симуляцион тенди чиқиш параметрларини масофадан мониторингининг қурилма ва дастурий таъминотларини функционал модулларини ўзаро интеграциялашувчи тузилмаси ишлаб чиқилган.

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини тадқиқ қилиш стационар ва мобил симуляцион тендининг асосий кўрсаткичларининг ўлчов - назорати учун информацион ва мантиқий баҳолашга асосланган функционал-ахборот структурасинининг инфологик ва матрицали моделлари ҳамда алгоритмлари ишлаб чиқилган;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини тадқиқ қилишнинг стационар ва мобил симуляцион тендлари 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;

- гибрид модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини масофадан ўлчов ва назорат қилишни ҳисобга олган ҳолда функционал имкониятлари кенгайтирилган булут технологияли модели ишлаб чиқилган ҳамда ўлчов катталиклари ва маълумотларини тақдим этишнинг <https://cloudhisoblagichlar.uz> формати яратилган;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модуллари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини тадқиқ қилишнинг стационар ва мобил симуляцион стенди 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.

Асосий мақсадлар ва масалалар:

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модулларида электр энергиси ток ва кучланиш кўринишидаги кўрсаткичларини яхшилашнинг стационар ва мобил қурилма ва технологияларини таҳлил қилиш;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари модулларини симуляцион моделларини тузиш ва тадқиқ этиш;

- қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари электр энергияси токи, кучланиши ҳамда бошқа кўрсаткичларини тадқиқоти ҳамда мониторинги моделини ишлаб чиқиш;

- электр катталикларидан бўлган бирламчи электр токи ва кучланишини мониторинги ўлчов-ахборот сенсор ўзгартириш қурилмалари тадқиқот тузилмаси, алгоритми ҳамда дастурий таъминотини ишлаб чиқиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбали энерготизим чиқиш параметрлари назорат ва мониторинги жараёнларини ташкил этишда қўлланилаётган электр, магнит, иссиқлик, ёруғлик, гидравлик ва механик табиатли катталикларни ўзгарткичларининг узлуксиз, атроф муҳитнинг ифлосланишини олдини олган ҳолда электр энергия ишлаб чиқариш, сарф ҳаражатларни камайтириш, маълумотларни қабул қилиш, уларга ишлов бериш ҳамда уларни тегишли форматларда узатиш жараёнларини тадқиқоти бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Ушбу тадқиқот йўналишига Х.Шаумбург, Б.Слободан, Р.Ханитсч, Янниан Ву, Йийинг Зханг, В.Г. Ерёменко, Л.А.Островский, В.П.Миловзоров, Е.П.Осадчий, А.А.Преображенский, М.М.Белов, Луис Филипе Мореира Мендес, ва бошқа таниқли хорижий олимларнинг илмий ишлари бағишланган.

Белгиланган муаммоларни тадқиқ қилиш масалаларига республикамиз олимларидан Н.Р.Юсупбеков, Х.З.Игамбердиев, М.К.Баходирхонов, К.Р.Аллаев, Р.К.Азимов, Ю.Г.Шипулин, С.Ф.Амиров, Т.Ш.Гайибов, А.М.Плахтиев, И.Х.Сиддиков ва бошқаларнинг илмий ишлари бағишланган.

Услугияларнинг тавсифи. Тадқиқот жараёнида энергия, сигнал ва мониторинг маълумотларини қабул қилиш, ўзгартириш ҳамда уларни қайта ишлаш, графлар, хатоликлар назарияси, сигналларнинг сенсор ва ўзгарткичлари тавсифларини тадқиқ этиш, электр энергия актив ва реактив қувватлари, токи ва кучланишини қийматларини ўлчаш ва тадқиқ этиш алгоритмлари, назорат ва мониторинг, ахборот тизими учун маълумотлар базасини яратиш усулларидан фойдаланилган.

Илмий ва амалий аҳамиятлар. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари чиқиш параметрларини ўлчов, масофали мониторинг моделлари ва алгоритмлари, энерготизим электр энергияси катталиқ ва параметрларини назорат сигналларини аниқлиги, чизиқлилиги ва меёрланганлигини таъминланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти стационар ва мобил қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари ишининг узлуксизлиги ва сифатлилигини таъминлаш масаласи қўйилганлиги ва ечилганлиги, энергия ва ресурслар тежамкорлигини таъминлашда сигналга ўзгартириш қурилмаларини ишлаб чиқилганлиги ҳамда энерготизим чиқиш параметрларини тегишли кўрсаткичларини ҳисобга олган ҳолда тадқиқи IoT модели, тадқиқот алгоритмлари, Web саҳифаси алгоритм ва дастурий таъминотларини ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Амалий натижалар қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари чиқиш параметрларини ишлаб чиқаётган электр энергиясининг кўрсаткичларидан бўлган ток, кучланиш ва қувват кўрсаткичларини рационаллаш усул, қурилма ва жихозларининг янги туркумларини ишлаб чиқиш, энергия ўзгартириш жараёнларини физик ва компьютер моделлаштириш, алгоритмлаш ҳамда тадқиқот усулларини ривожлантириш учун асос бўлади.

Келтирилган маълумотлар таҳлили шуни кўрсатадики, илмий-тадқиқот лойихаси режага мос равишда олиб борилган, бунга асос сифатида стационар ва мобил қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбалари чиқиш параметрларини энерготизимнинг энергия ва сигнал ўзгартириш қурилмаларининг физик ва компьютер моделлашнинг яратилганлигини, энерготизим чиқиш параметрларидан бўлган ток ва кучланиш каби кўрсаткичларини назарий ва амалий тадқиқоти имконини берувчи ва сигнал қабул қилиш

сенсорлари, маълумот узатиш қурилмаларининг моделлари, тадқиқот алгоритмларини ва мониторинги модели ҳамда алгоритмининг ишлаб чиқарилганлигини келтириш мумкин.

Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси каби энергия манбаларининг чиқиш параметрларини энерготизим чиқиш параметрларидан бўлган ток, кучланиш ва уларга таъсир қилувчи катталиклардан ҳарорат, ёритилганлик, намлик ва чангланганлик миқдор ва кўрсаткичларини назорат ва мониторингининг “Cloud computing” асосидаги IoT модели, тадқиқот алгоритмлари, Web саҳифаси ҳамда илк маротаба бирламчи электр тоқлар носимметрикларини кучланиш кўринишидаги маълумотга ўзгартириш қурилмаларининг модели ва тузилмаси ишлаб чиқилган.

Монографиянинг тузилиши ва ҳажми. Монография кириш, тўртта боб, ҳулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Лойиҳа бўйича ҳисоботнинг ҳажми 133 бетни ташкил этади ва 37 та расм, 6 та жадвалдан иборат, фойдаланилган адабиётлар рўйхати – 119 та, йил давомида чоп этилган илмий ишлар – 21 та, илова - 7 та.

I БОБ. ҚУЁШ, ШАМОЛ ЭНЕРГИЯСИ ЎЗГАРТКИЧЛАРИ, АККУМУЛЯТОР БАТАРЕЯСИ ВА МАРКАЗЛАШГАН ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ МОДУЛЛАРИ АСОСИДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЁНИНИ ТАДҚИҚОТИ ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА СИНОВДАН ЎТКАЗИШ.

1.1-§ Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия манбали энерготизим чиқиш параметрларини мониторингини долзарблиги

Энергетик тизимнинг жадал ривожланиши ва тараққиётида унинг жихоз ва ускуналарига тезкор ва ўз вақтида хизмат кўрсатишнинг етарли сифатини таъминламаслик, энергия таъминотидаги узилишлар каби ноқулайликлар ва қатор муаммоларни келтириб чиқаради. Бу муаммолар биринчи навбатда энергия манбалари катталики ва параметрлари тўғрисидаги ишончли ва тезкор маълумотларни ўлчаш, қайта ишлаш ва узатишни амалга оширилмаганлиги билан боғлиқ. Ушбу тадқиқот иши энерготизим объект ва жихозларининг барқарор ишлаши, ишончли ва сифатли энергия ишлаб чиқариш ечимини таъминлаш мақсадида истеъмолчиларни марказлашган энергия таъминоти билан бир қаторда қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги қайта тикланадиган энергия манбалари билан тегишли электр энергияни таъминлаш ва бунда рақамли технологияларни кенг қўллашнинг асосий тамойилларини кўриб чиқишни ечимларини тақдим этади [1, 4-10, 14-16].

Маълумки, энергия истеъмоли объектлари ва жихозларининг ишончли ишлаши учун турли кучланишдаги электр энергияси талаб қилинади. Бу кучланишларнинг ҳар қандай ўзгариши истеъмолчиларга маълум миқдорда таъсир қилади, натижада назорат ва бошқарув тизимига раддия беради ва алоқа узилади. Электр энергия таъминотида ишончилиликни ошириш учун ўлчов, назорат қурилмалари билан энерготизим захира электр энергияси манбаларини бошқаришни жорий этиш ёки мавжудларини такомиллаштириш учун замонавий илғор усулларни тадбиқ қилиш муҳим аҳамият касб этади. Одатда захира электр энергия манбаси сифатида, марказлашган электр таъминотининг захира тармоғи, жихозлари, дизел генераторлар ёки аккумуляторлар ҳисобланади, ва амалиётда улар қўшимча афзалликларга эгаллиги сабабли эътиборга лойиқ ҳисобланади [2, 5-7].

Узлуксиз электр энергия истеъмол қилувчи истеъмолчиларни электр энергия билан таъминлаш учун марказлашган электр энергия таъминоти билан бир қаторда автоном, қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги қайта тикланувчан электр энергия манбаларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ [11].

Ҳозирда бу ускуна ва жихозларнинг бир қанча турлари ишлаб чиқилган. Уларга, шамол кучидан фойдаланиш (шамол генераторлари), гибрид шамол-куёш манбалари ва фақат куёш энергиясидан фойдаланадиган манбаларни келтириш мумкин.

Келтирилган манбалардан энг маъқули, куёш энергияси манбалари ҳисобланади ва уларни турли вариантларда (кучланишларда) ташкил этиш мумкин [7-10].

Куёш энергияси манбаларини классик электр энергияси манбалари билан таққослаганда, айланадиган элементларнинг йўқлиги сабабли янада ишончлироқ ҳисобланади. Бунда асосий эътиборни асосий электр энергия манбасининг иши тухтатилгач қанча вақт аккумулятор батареясидан қувватланишига қаратиш керак, батареянинг қанчалик қуввати юқори бўлса манбалар шунчалик қиммат бўлишига аҳамият бериш керак [11-14].

Кўрсатилган камчиликлардан асосийси сифатида куёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси каби электр энергия манбаларининг аксариятини реактив қувват ишлаб чиқармаслиги ҳисобланади, ушбу камчиликни бартараф этиш ўлчов, назорат ва бошқарув қурилмаларидан келаётган сигналлар асосида барча электр ускуналарнинг иш шароитларини яхшилаш ва энергия таъминоти тизимидаги сифат кўрсаткичлари яхшилаш талаб этилади [15].

Узлуксиз электр энергия истеъмол қилувчи объектларни куёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия манбали электр таъминоти тизимида реактив қувватни компенсациялаш катта аҳамиятга эга бўлиб, улар қувват ва энергиянинг фойдали иш коэффициенти ошириш, энерготизимнинг иқтисодий ва сифат кўрсаткичларини ва чиқиш параметрларини яхшилашда асосий омиллардан ҳисобланади. Ҳозирги вақтда реактив қувват истеъмолининг ўсиши актив қувват истеъмолининг ўсишидан анча юқори бўлиб, масалан ишлаб чиқариш объектларида реактив юклама актив юкламага нисбатан 60-70%ни ташкил этади [16].

Куёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяли гибрид энергия таъминот манбаларини тахлили. Куёш энергия таъминоти манбаси куёшдан келаётган ёруғлик ва иссиқлик энергиясини электр энергиясига ўзгартиради. Куёш энергия таъминот манбали томонидан ишлаб чиқилган энергия электр таъминоти жихоз ва ускуналарини энергия билан таъминлаш билан бир қаторда аккумулятор батареяларини ҳам зарядлайди. Мониторинг ва бошқарув қурилмаси ёрдамида аккумуляторнинг заряд ва разряд жараёнлари назорат қилиб турилади [1,4].

Куёш энергияси қурилмаларида On-grid, Off-grid ва Hybrid ҳолатларда ишловчи энергия таъминоти манбаларида кенг қўлланиб келинмоқда [19].

Йилнинг январ, феврал, март, апрел ҳамда октябр, ноябр ва декабр ойларида қолган ойларга нисбатан шамол энергия таъминоти манбаларидан фойдаланиш самарали ҳисобланиб, қолган ойларида узлуксиз энергия билан таъминлашда бошқа ойларга нисбатан 2-3 марта кўпроқ шамол энергия таъминоти манбаларини ишлатиш мумкин [20].

Ишлаб чиқарилаётган электр энергияни ўзгариши, марказлашган энергия тармоқда уланган ва уланмаган ҳолларда қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси каби энергия манбаларидан фойдаланиш, энергетик жихоз ва ускуналарни иш тавсифларини яхшилаш, ф.и.к.ларини ошириш, иш ҳолатларини доимий равишда мониторинги қилиш, чиқиш катталиқ ва параметрлари қийматлари ўзгарганда замонавий дастурий ва қурилма мажмулар асосида автоматик равишда ростлаш орқали энергия сифатини ошириш ва энергия самарадорлигини ошириш имкони мавжуд. Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги қайта тикланувчан энергия манбаларини энергия таъминоти тизими катталиқ ва параметрларини тадқиқ қилишда замонавий дастурий таъминот ва қурилмаларни тажрибавий намунасини яратишни талаб этилади [21].

Тадқиқотларнинг алгоритм ва дастурий таъминотларини, қурилмаларнинг физик ва математик моделларни ишлаб чиқишдан кўзланган мақсад, қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги қайта тикланувчан энергия манбаларни марказлашган энергия таъминоти билан интеграциясини такомиллаштириш, энергетик қурилмаларнинг самарадорлигини ошириш, энергетик катталиқ ва параметрлар, ишлаб чиқарилаётган энергия миқдори ва ҳолати, энергетик жихоз ва ускуналарнинг ф.и.к.ни мунтазам равишда масофали ва интернет технологиялари ёрдамида ўлчаш, назорат қилиш, бошқариш тизимини янги дастурий воситалар, техника ва технологиялар асосида такомиллаштириш ҳамда мониторинги тизимини яратишдан иборатдир [22].

Энерготизим электр таъминоти катталиқ, параметрларини, энергия манбаларидан қурилмалар асосида олинган сигналлар асосида мониторинг тадқиқот жараёнини асосини ташкил этади [23].

Ҳозирги вақтда энергия таъминотини назорати ва бошқаруви жараёнларини амалга оширишда турли хил замонавий усуллар ва инновацион технологиялар кенг жорий қилинмоқда. Мониторинг ва бошқарув қурилмаларида, компьютер тизимлари, телекоммуникация тармоқлари, ахборотларни тақсимлашда янги турдаги сигнал ўзгартиришлар жараёнлари ва технологиялари кенг жорий этилаётган бўлиб, бунда мониторинг ва бошқарув сигналлари хосил қилиш ва ўзгартириш турли ўзгартириш элементларини замонавий IOT технологиялари асосида ишлайдиган турли хил дастурий воситалар орқали амалга оширилишига катта аҳамият берилмоқда [24].

Мониторинг тизимларини, ўлчов асбоблари ва қурилмаларини сигнал билан таъминлаш бўйича таркибий қисм ҳисобланган элементлар ва ахборотларни тақсимлаш тизимини электр энергия билан таъминлашни узлуксизлигини, ишончилигини, кам материаллар сарфини ва бошқа қатор техник иқтисодий кўрсаткичларини белгилайди [25].

Амалиётда мониторинг сифат кўрсаткичларини яхшилашнинг асосий муаммоларидан бўлган узлуксизлик, ишончилик, тезкорлик, сигнал ўзгартиришнинг аниқлиги ва замонавий алгоритм ҳамда интерактив дастурий мажмуаларни яратиш масалалари долзарблигича қолмоқда.

1.2-§. Мониторинг тизимларининг қурилма-дастурий воситалари

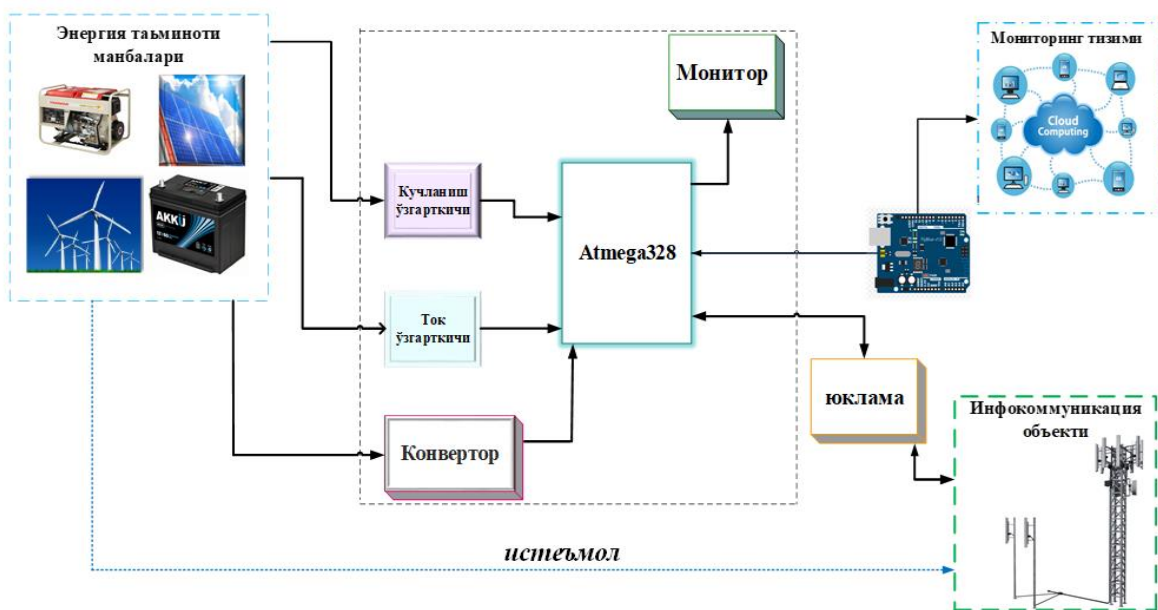
Энерготизим чиқиш катталиқ ва параметрларини мониторинги тегишли қурилмалар ва уларда кечаётган жараёнларни микропроцессор ва электрон воситалари ёрдамида иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигнал билан таъминловчи ўзгарткичларнинг иш ҳолати тавсифлари иккиламчи сигнални ҳосил қилиш қурилмаларининг ишлаш ва ишдан чиқиш ҳолатларини ўрганиш вав тадқиқоти замонавий амалий дастурий воситалар ёрдамидаги амалга оширилади.

Мониторинг қурилмасининг иш ҳолати эҳтимоллиқларини тадқиқида I - бирламчи тоқларни асосий катталиқ бўлган U_9 - чиқиш кучланишларини ҳосил қилишда иштирок этувчи элементларнинг ишлаши эҳтимоли бўлган ҳолатларининг кўрсаткичларини ҳисоблаш талаб этилади [22,27-31].

Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти манбаларини мониторинги сигнал ўзгартириш ва манбалар тўғрисидаги ахборотларни реал вақт режимида узоқ масофаларга узатиш қурилмаларини жорий этиш схемаси 1.1-расмда кўрсатилган.

Тадқиқотлар шуни кўрсатмоқдаки, қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия манбалари мониторинги тизимларида турли хил сигналларни ўзгартириш ва уларни тақсимлаш қатор муаммоларини ечиш билан боғлиқ. Ушбу муаммоларни ечишда ҳозирги пайтдаги қўлланилиб келинаётган энергия таъминоти мониторинги учун мўлжалланган ўлчов назорат қурилмалари ва қурилма-дастурий мажмуалар жуда аҳамиятли ҳисобланади [29].

Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган электр энергия таъминоти манбаларидаги жараёнларини масофадан мониторинг қилиш ҳолатларини амалга оширувчи воситалар, улардаги катталиқ ва параметрларни узлуксиз мониторингини таъминловчи сигнал узатиш воситалари, қурилмаларнинг ўзаро таъсири ва сигнал узатиш вазифаларини амалга ошириш вақтида аниқроқ баҳолаш мумкин.



1.1.-расм. Энерготизимни масофадан мониторинг қилиш қурилма-дастурий воситалари схемаси.

Юқорида келтирилган маълумотларга қўшимча равишда қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энерготизим чиқиш параметр ва катталикларини мониторинги қурилмаларида қуйидаги кенг учрайдиган ҳолатларни эътиборга олиш керак [30]:

- Мониторинг қилиш қурилмалар етарли даражада дастурий воситалар билан таъминланмаган;
- Аниқ натижалар асосида ишлайдиган қурилма ва воситаларнинг етишмаслиги;
- Қурилмадан реал вақт тизимида маълумотларни мониторинг қилиш ва бошқариш имкониятини пастлиги;
- Хизмат кўрсатиш харажатлари кам (қурилма ва қурилмаларга техник хизмат кўрсатиш, панелларни тозалаш ва бошқалар);

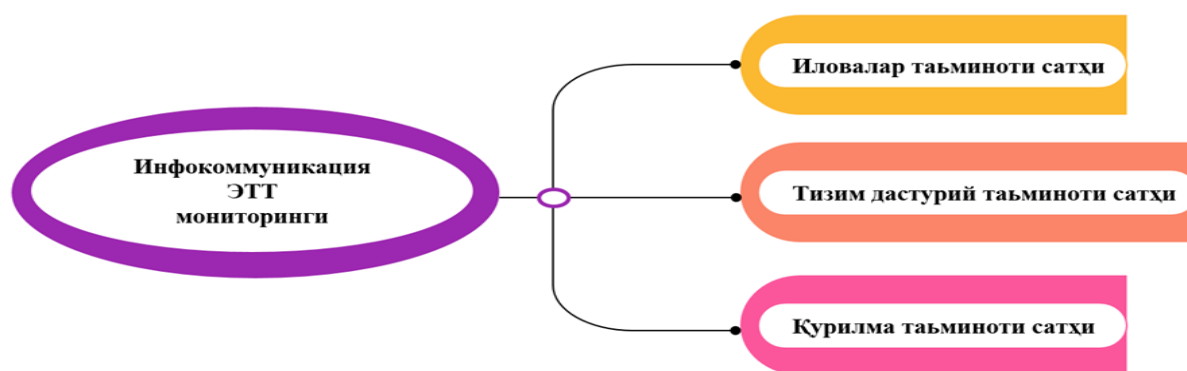
Қурилмалар асосида сигнал ўзгартиришнинг ўзига хос камчиликлари мавжуд:

- Мониторинг ва ростлаш имконияти чекланган;
- Сигналларни тақсимлашда муаммолар мавжуд;
- Сигнал ўзгартирувчи қурилмаларни индивидуал ўрнатишда мониторинги қурилмаларнинг ўзини қоплаш муддати жуда кам миқдордалиги.

Мониторинг учун мўлжалланган ўрнатилган тизимлар мобил иловалар ва амалий дастурий воситалар ёрдамида энергия таъминоти манбаларини масофадан мониторинг қилиш, бошқариш учун қарорлар қабул қилиш имкониятини тақдим этмоқда.

Ўрнатилган тизим (ЎТ) - бу шундай қурилма-дастурий воситалар ҳисобланадики, у дастурланадиган компьютерни ўз ичига олади, аммо компьютер қурилмаси бўлиши умумий мақсад қилинмайди. Ўз номи билан айтадиган бўлсак ўрнатилган тизим – маълум вазифа ёки вазифаларни бажариш, бошқариш, мониторинг қилиш учун микроконтроллер ёки микропроцессорга ўрнатилган махсус компьютер тизими ҳисобланади.

ЎТга мустақил тизим ёки катта тизимнинг бир бўлаги сифатида қараш мумкин. 1.2.-расмда ЎТ умумий иерархик модели кўрсатиб ўтилган.



1.2-расм. Ўрнатилган тизимлар иерархик модели

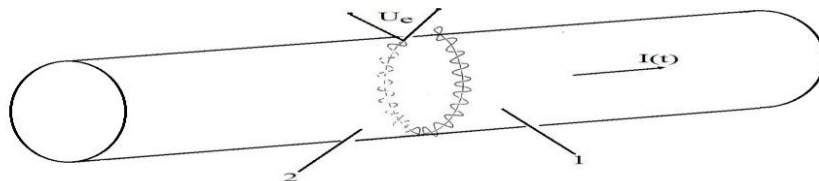
Ўрнатилган тизимларни лойихалашда дастлаб кучланиш кўринишидаги сигналларни олишда электр қурилмалари, яъни тўқ ўзгарткичлар ҳисобланиб, уларнинг мазкур тадқиқот ишига оид қисмлари таҳлил қилинган.

Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси ва марказлашган энергия таъминоти манбалари мониторинги қурилмалари жараёнларини микропроцессор ва электрон воситаларини иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигнал билан таъминловчи қурилмаларнинг иш ҳолати эҳтимоллиги тавсифлари иккиламчи сигнални ҳосил қилиш элементларининг ишлаш ва ишдан чиқиш ҳолатларини тадқиқлари асосида амалга оширилади. Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия манбаларини мониторинг қурилмасининг иш ҳолати эҳтимолликларини тадқиқида I - бирламчи тоқларни асосий катталиқ бўлган U_0 - чиқиш кучланишларини ҳосил қилишда иштирок этувчи элементларнинг ишлаши эҳтимоли бўлган ҳолатларининг кўрсаткичларини ҳисоблаш талаб этилади [3].

Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти манбалари ҳолатини мониторинг жараёнида бирламчи катталиқларни иккиламчи сигналга ўзгартириш қурилмалари, уларнинг асосий катталиқ ва параметрлари қуйидагича тақдим этилади [29]:

а) Бир фазали икки элементли сигнал ўзгартириш қурилмаси модели

Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энерготизим электр таъминоти тармоғидан оқаётган I_A – бирламчи токни иккиламчи кучланиш қурилишидаги сигналга ўзгартириш жараёнини таъминловчи икки элементли сигнал ўзгартириш қурилмаси модели 1.3 - расмда келтирилган [17].



1.3-расм Бирламчи токни иккиламчи кучланишга ўзгартириш, икки элементли сигнал ўзгартириш қурилмаси тузилиши.

Ушбу қурилма икки элементдан иборат:

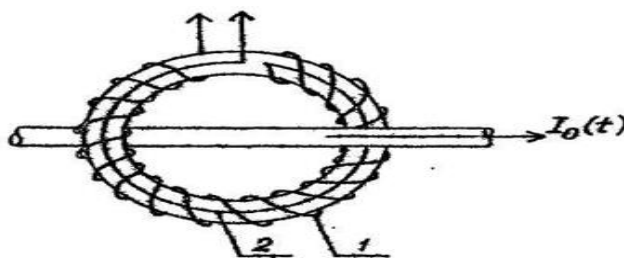
1-бирламчи ток ўтказгич, 2- иккиламчи сезгир элемент.

U_e – қурилма чиқиш кучланиши иккиламчи чўлғамлар ва бирламчи токга пропорционал бўлади.

б) Бир фазали уч элементли сигнал ўзгартириш қурилмаси - Роговский белбоғи кўрилишида сигнал ўзгартириш қурилмаи модели

Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энерготизим электр таъминоти тармоқдан оқаётган I_A – бирламчи токни иккиламчи кучланиш қурилишидаги сигналга ўзгартириш жараёнини таъминловчи уч элементли сигнал ўзгартириш қурилмаси - Роговский белбоғи - поясининг ўзгартириш кўрилишида сигнал ўзгартириш қурилмаи модели элементлари 1.4 - расмда келтирилган [19].

Уч элементли ток ўзгартириш қурилмасининг содда тузулишида бирламчи токни иккиламчи кучланиш кўрилишидаги сигналга ўзгартириш жараёни ток ўтказгичи – қурилманинг кўзгатиш манбаси – бирламчи чулғами асосида амалга оширилиб, қурилманинг сезгир элементи сифатида бирламчи чулғам ҳосил қилувчи магнит майдонида жойлашган иккиламчи чулғам (Роговский белбоғи – пояси) ишлатилади.



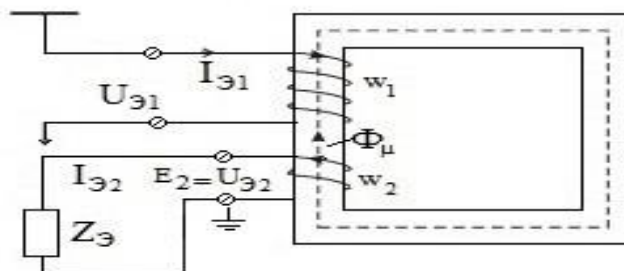
1.4-расм Уч элементли сигнал ўзгартириш қурилмаси модели - Роговский белбоғи - поясининг ўзгартириш элементлари:

1 – магнит ўзак, 2 - иккиламчи чулғамли, 3 –бирламчи ток ўтказгич - бирламчи чулғам.

Қурилмада иккиламчи чулғам чиқиш кучланиши бирламчи токга пропорционал бўлиши таъминланади.

в) Бир фазали уч элементли сигнал ўзгартириш қурилмаси

Уч элементли сигнал ўзгартириш қурилмасида учта ўзгартириш элементлари мавжуд ва уларнинг сигнал ўзгартириш қурилмаи кўринишидаги модели 1.5-расмда келтирилган.



1.5-расм. Уч элементли сигнал ўзгартириш қурилмаси модели.

Уч элементли кўринишида сигнал ўзгартириш қурилмаси модели - сигнал ўзгартириш қурилмасида учта элементлар мавжуд: - бюирламчи чулғам, магнит ўзак ва иккиламчи чулғам.

$U_{э1}$ -кириш кучланиши,

Φ_{μ} -магнит оқим,

$I_{э2}$ -чиқиш токи,

$E_2=U_{э2}$ -чиқиш кучланиши,

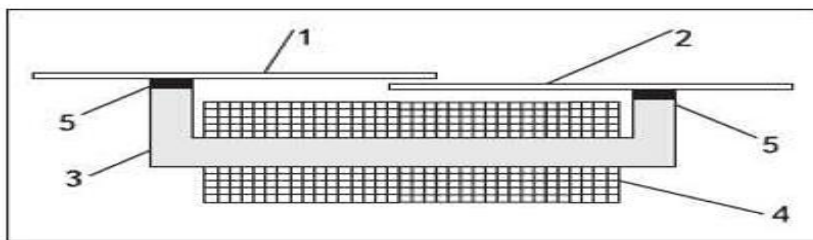
$Z_{э}$ -иккиламчи токнинг тўла қаршилиги,

w_2 - иккиламчи чулғам,

w_1 -бирламчи ток ўтказгич-бирламчи чулғам.

д) Бир, икки ва уч фазали бирламчи электр тоқларнинг тўрт элементли сигнал ўзгартириш қурилмаси ва унда қўлланилган физик техник эффектни модели.

Проф. В. Коваленков яратган бир фазали сигнал ўзгартириш тўрт элементли магнит бошқарилувчи контактнинг - қурилманинг (геркон) асосий элементлари 1.5 – расмда келтирилган. Бир фазали тўрт элементли бирламчи ток қурилмасидаги электромагнит ўзгартиришнинг физик техник эффектни қўлланилиши 4- ток ўтказгич - бирламчи чулғамдан ток оқиб ўтганда 1 – қўзғалувчи контакт 2 – қўзғалмас контактга уланади, ток оқиши тўхтаганда 1 – контакт 2 – контактни ишлаши асосида амалга оширилади [6].

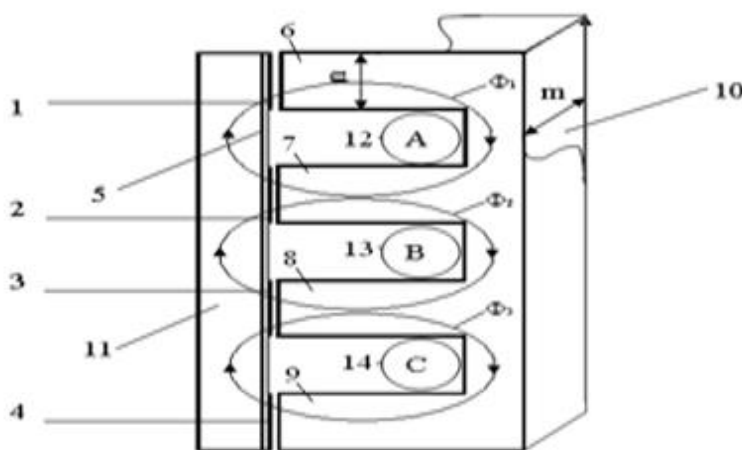


1.6-расм. Проф.В.Коваленковнинг магнит бошқарилувчи контактнинг асосий элементлари:

- 1-кўзгалмас контакт,
- 2-кўзгалувчан контакт,
- 3-магнит ўзак,
- 4-ток ўтказгич - бирламчи чулғам.

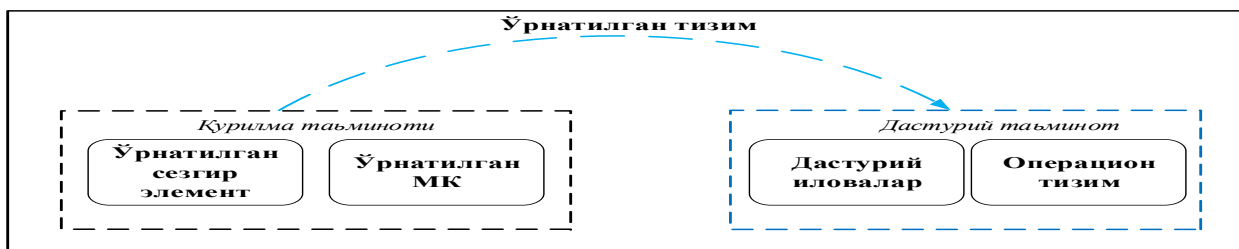
Куёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги марказлашган энерготизим уч фазали I_A , I_B ва I_C –бирламчи тоқларни иккиламчи кучланишга ўзгартириш физик техник эффектани тўрт элементли қурилманинг асосий сигнал ўзгартириш элементлари асосидаги модели 1.7 -расмда келтирилган [7].

Уч фазали бирламчи тоқларини мониторинги учун иккиламчи кучланишга ўзгартириш тўрт элементли электромагнит физик техник эффекти асосида ишловчи қурилмада 1, 2, 3 ва 4 –сезиш элементлари (оддий ёки ясси ўлчов чулғамлар ёки герконлар), 5 - изоляцион пластинка, 6, 7, 8 ва 9 - тўрт параллел стерженли магнит ўзак, 10 –магнит ўзакнинг умумий асосчи, 11- қўшимча ўзақлар, 12 (фаза А), 13 (фаза В) ва 14 (фаза С) – тармоқ ток ўтказгичлари – бирламчи кўзғатиш чулғамларидан иборат [7].



1.7-Расм. Вуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энерготи зим уч фазали I_A , I_B ва I_C – бирламчи тоқларини иккиламчи кучланишга ўзгартириш қурилмаси.

Маълумки, қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосилдаги энерготизим сигнал ўзгарткич қурилмалари ўз ичига мониторинг ва бошқарув сигналлари билан таъминлайдиган жараёнлар ва бўлақларни олади. Мониторинг тизимларининг, шунингдек ўлчов асбоблари ва қурилмаларининг сигнал билан таъминлаш бўйича асосий таркибий қисми ҳисобланган сигнал ўзгартириш қурилмалари сигналларни ўлчаш, қайта ишлаш ва тақсимлаш тизимини узлуксизлигини ва ишончлилигини белгилайди [11,12].



1.8-расм. Ўрнатилган тизимлар архитектураси

Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энерготизим энергия таъминоти манбаларини чиқиш катталиқ ва параметрларини мониторинг қилишда ток ўзгарткичлардан олинган кучланиш кўринишидаги аналог сигналларни ЎТлар ёрдамида мониторинг қилиш энг оптимал ёндошувлардан бири ҳисобланади. ЎТ ҳозирги кунда иқтисодиётнинг деярли барча соҳаларида, хусусан, саноатда, қишлоқ хўжалигида, чорвачилиқда, тиббиётда, ҳарбий соҳада, компьютер архитектурасида, криптографияда, машинасозликда, самолётсозликда, шаҳарсозликда, маиший техникада, автоматика соҳасида, робототехникада, таълимда ва бошқа кўплаб рақамли қурилмаларни ишлаб чиқишда кенг қўлланилиб келинмоқда (1.8-расм).

Энергия таъминоти манбалари мониторинги билан боғлиқ амалга оширилаётган бир қатор илмий тадқиқот ишлари ҳамда уларнинг натижаларидан хулоса қилиш мумкинки, охириги йилларда манбаларни масофадан мониторинг қилиш, бошқариш жараёнида ЎТлардан кенг фойдаланилмоқда. Шу билан бир қаторда инфокоммуникация объектларида техник жараёнларни мониторинг қилиш имкониятлари такомиллаштирилмоқда. Ҳозирда инфокоммуникация объектларини узлуксиз электр энергия билан таъминлаш долзарб муаммо ҳисобланади. Рақамли қурилмалар ёрдамида қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси энергия таъминоти манбалари маълумотларини интеллектуал таҳлил қилиш алгоритмлари таклиф этилганидан кейин, ушбу йўналишга мўлжалланган кўплаб энергетик объектларида мониторинг учун мўлжалланган қурилма-дастурий мажмуаларни ишлаб чиқиш масалалари долзарб масалалар кўриниши қабул қилинди.

1.3-§. IoT архитектураларини қўлланилиши ва дастурларнинг ўзаро алоқасини таъминлаш жараёнлари

Турли кўринишдаги техник воситаларнинг интернет тармоғига оддий уланиш имконини берувчи радио тўлқинли идентификациялаш, симсиз сенсорлар, яқин алоқа, инсон ва компьютер алоқаси сезиларли даражада ривожланмоқда. Бу эса уларнинг глобал тармоқ воситаларига уланишлар даражасини ошишига сабаб бўлмоқда.

Дунё олимларининг тахлилига кўра, 2008-2009 йиллар давомида Интернет тармоғига уланган қурилмалар ва тизимлар ер юзидаги инсонлар сонидан ошиб кетган ва 2016 йилга келиб уларнинг миқдори 25 миллиардни ташкил этган. 2021 йилга бориб эса бу кўрсаткич икки ярим баробарга, яъни 63 миллиардни ташкил этади. Шу кўринишда «Интернет ва инсонлар» тушунчасидан «Буюмлар ва интернет», яъни IoT тушунчасига ўтиш жараёнлари юқорилаб кетмоқда [19-26].

Бугунги кунга келиб дунёдаги таниқли ривожланган корхоналар мутахассислари томонидан IoT платформасини ишлаб чиқарилаётганини ижтимоий тармоқлар ва турли хил ахборот берувчи воситалар орқали ўқиганимизда ёки эшитганимизда кўп вақт ўтмасдан уни амалий натижаларини кўришга эришмоқдамиз. Бунинг сабаби оддий – кўпчилик IoT технологияси бугунги кунда жамиятдаги мавжуд бўлган кўплаб сохаларга кириб бормоқда. Жумладан қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энерготизим объектларининг асосий таянчи бўлган энергия таъминоти қурилмаларини ҳам масофадан мониторинг қилишда ҳам IoT технологияларининг hozirgi даврдаги ўрни алоҳида ажралиб туради. Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларининг интернет тармоғига уланиши ўз навбатида уларни назорат қилиш ва бошқариш жараёнларини амалга оширишни таъминлаб беради [27-31].

IoT (инг. *Internet of Things – Буюмлар интернет, IoT*) тушунчаси борасида жуда кўп таърифлар мавжуд. IoT бу - атрофдаги бизни ўраб турган реалъ ва виртуал объектларни бирлаштирган ягона тармоқдир. Яъни, битта тармоқда физик объектлар (*ашёлар, қурилмалар, ускуналар*) инсон иштирокисиз ўзаро ёки ташқи муҳит билан қисман ва тўлиқ мулоқат қилиш имконини берувчи тушунча сифатида қаралади.

Бизнинг ён-атрофимизни қуршаб олган барча нарсалар ва қурилмалар миниатюр идентификация ва сенсор (*сезгир элемент*) қурилмалари билан жиҳозланган. Агар уларнинг ўрталарида ўзаро ягона алоқа линиялари мавжуд бўлса, ушбу мажмуаларни нафақат кузатиш, балки уларни исталган жойда ва вақтда бошқариш ёки улар билан инсон алоқасисиз мулоқот қилиши мумкин.

Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларининг электр энергия таъминоти манбаларини масофадан мониторинг қилиш нуктаи назаридан IoT тушунчасини қуйидаги формула орқали ифодалаш мумкин:

IoT = гибрид энергия + сенсорлар + маълумотлар + тармоқ + хизмат+иловалар.

Қисқа қилиб айтадиган бўлсак, IoT - IP (*Internet Protocol*) протоколи ёрдамида ўзаро мулоқот жараёнини амалга оширувчи компьютерлар, сенсор қурилмалари ва ижрочи қурилмаларнинг глобаллашган тармоғидир.

IoT тушунчасидаги барча воситалар ўзаро бир вақтда ёки доимий тармоқ ёрдамида мулоқат жараёнларини амалга ошириш учун уникал идентификаторга эга. Бу ўз навбатида қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларининг географик жойлашуви ҳақида маълумотларни олиши, энергия сарфи, мавжуд энергия таъминоти манбаларининг ҳолатини билиш ва мантиқий жараёнларни амалга ошириш имкониятини тўлиқ автоматлаштиришга ёрдам беради. Бунга кўра улар мавжуд бўлган бошқа қурилмалар билан ўзаро инсонлар иштироки ёки иштирокисиз мулоқот жараёнларини амалга оширишлари мумкин бўлади.

Бугунги кунга келиб IoT тушунчаси қулайлик ва хавфсизлик нуктаи назаридан қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларининг объектларининг, инсоният ижтимоий ривожланишининг янги моделига айланиб бормоқдадир. Интернет буюмлари, масофадан бошқариш тизимлари, «ақлли энергия бошқарув манбалари» каби тушунчаларнинг ривожланиши тармоққа уланувчи қурилмалар сонининг ортишига олиб келмоқда.

Бу ўз навбатида IoT технологиясининг инсон фаолиятидаги барча соҳаларига, жумладан энергия таъминоти манбаларини чиқишў параметр ва катталикларини масофадан мониторинг қилиш хизматларига ҳам кириб боришидан дарак беради. Яқин келажакда IoT ёрдамида таълим, энергия таъминоти, тиббий ёрдам, логистика хизматлари, хавфсизлик ва бошқарув соҳаларида юксак натижаларга эришилади.

Тадқиқотлар натижаси шуни кўрсатмоқдаки, жамият учун ҳозирги кунда қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларининг ва энерготизимларининг ривожини иқтисодий ва ижтимоий жиҳатдан жуда катта фойда келтиради.

Хизмат кўрсатиш объектларини узлуксиз энергия билан таъминлаш ва энергия таъминоти тизимларини масофадан туриб бошқариш жуда мураккаб жараёндир.

Куёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларининг иншоотларида мавжуд бўлган энергия таъминоти тизимларига бириктирилган турли хил энергия самарадорлик ва электр энергия ишлаб чиқараётган манбаларнинг иш ҳолати ҳақида маълумотларини ишончли олиш учун ишлатилади, тўпланган маълумотлар таҳлил қилинади (унга тегишли бўлган алгоритмларни қўллаган ҳолда) ва турли хил узатиш воситаларидан(GSM модуллар, интернетга уланган Wi-Fi) фойдаланиб web серверга юборилади. Турли ҳудудларда жойлашган куёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларининг иншоотлари, антенналар ва ҳар хил сигнал узатиш воситаларини узлуксиз сифатли электр энергия билан таъминлашда IoT технологиялари ёрдамида маълумотларни интернет орқали олишлари ва кўришлари, масофадан хизматларни тақдим этишлари ва улар бўйича тегишли қарор қабул қилишлари мумкин.

IoT технологияси объектлар, вақт ва манзил тўғрисида кўплаб маълумотларни тақдим этади. Бугунги кунда интернет технологияси ва IoT бирлашиши натижасида ҳамёнбоп нархлардаги сенсорлар ва симсиз алоқа узатиш воситалари асосида ишлайдиган катта ҳажмдаги электрон платформалар ва инновацион хизматларни ҳосил қилади.

Буюмлар интернетининг мақсади шундан иборатки ихтиёрий ҳудудда, ҳар қандай шароитда, ҳар қандай нарсани ва ҳар қандай усуллар ёрдамида хизматдан идеал тарзда фойдаланган ҳолда уланишни таъминлашидадир.

Буюмлар интернетини (IoT) - бу мавжуд бўлган ва ривожланаётган ахборот-коммуникация технологияларига асосланган ҳолда манбаларни бир-бирига улаш орқали илғор ва тезкор хизматларни тақдим этувчи ахборотлашган жамият учун глобал инфратузилмадир.

Бу шундай тизимки машина билан алоқа, симсиз сенсор тармоқлари, сенсор тармоқлари, 2G / 3G / 4G, GSM, GPRS, RFID, WI-FI, GPS, микроконтроллер, микропроцессор ва ҳоказолар эмас. Булар "Internet of things" иловаларини амалга оширишга имкон берадиган илғор тармоқ технологиялар ҳисобланади.

Куёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларини узлуксиз электр энергия билан таъминлаш жараёнларини масофадан мониторинг қилишда IoT га асосланган технологияларни тадбиқ этишда уларни қуйидаги тоифаларда гуруҳлаш мумкин:

куёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларининг манбалар ишлаб чиқараётган электр энергия кучланиши тўғрисидаги маълумотларни олиш имконини беради;

олинган маълумотлар асосида манбаларни бошқариш имконини беради;

манбалар иш ҳолатидан келиб чиқиб энг мақбулини ишлашни таъминлаб беради.

Электр энергиянинг сарфи ортиши ва электр энергияси таъминотидаги узилишларнинг асосий сабабларидан бири бу бир турдаги электр энергия манбаларидан фойдаланиш, ҳамда уларни назорати ва бошқаруви учун ақлли технологияларнинг кенг жорий этилмаганлигидадир. Шундай фикрлар асосида қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларини узлуксиз электр энергия билан таъминлашда IoT технологияларни қўллаш “smart grid” яъни гибрид энергия бошқарув тизими таклиф этилади.

Хар бир энергия таъминоти манбалари маълумотлари бир тизимга уланади ва уларнинг маълумотларини биргаликда қайта ишлаш имкони мавжуд бўлади. Ақлли мониторинг тизимлари ва замонавий ишлаб чиқилган мобил иловалар ёрдамида доимий назорат қилиш имкони мавжуд бўлади.

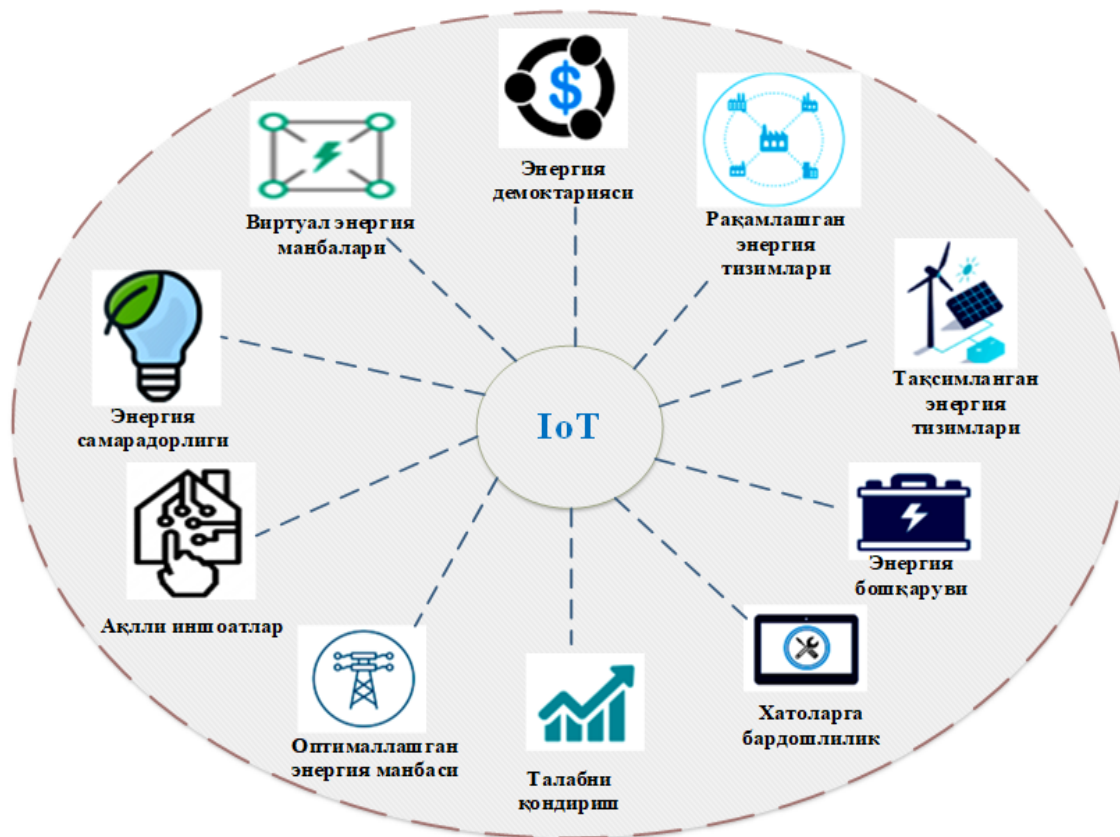
Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларининг энергия таъминотини масофадан мониторинг қилишда IoT технологияларнинг қўлланилиши рақамлаштирилган энергия тизимини шакллантирилишига катта туртки бўлади.

Гибрид энергия манбалари тизимларининг ўлчамларини аниқлашнинг турли усуллари орасида оптималлаштириш воситалари, хусусан, алгоритмлар ва заррачалар тўдасини оптималлаштириш, еҳтимол уларнинг соддалиги ва қониқарли натижаларни бериш қобилияти учун тез-тез ишлатилади.

Энергияни бошқариш стратегияси гибрид энергия тизимларини оптимал лойиҳалаш ва улардан самарали фойдаланишда муҳим рол ўйнайди, чунки у мавжуд электр таъминоти ва тизим компонентларининг умумий ишлаш муддатига таъсир қилади. IoT бу битта технологияга асосланган эмас, лекин у турли хил қурилма ва дастурий таъминотларнинг тўпламидир. IoT ахборот технологиялари интеграциясига асосланган ечимларни тақдим этади, бу маълумотлар ва алоқа воситалари учун ахборотлар сақлаш ва олиш учун ишлатиладиган қурилма ва дастурий таъминотни, шунингдек, шахслар ёки гуруҳлар ўртасидаги алоқа учун ишлатиладиган электрон тизимларни ўз ичига олади.

IoT дастурларининг энергия самарадорлиги, тезлик, хавфсизлик ва ишонччилик каби эҳтиёжларини қондириш учун мослаштириш керак бўлган алоқа технологияларининг турли хил аралашмаси мавжуд. Шу нуқтаи назардан, турли хил стандартда ва муҳитда ишлайдиган IoT дастурларининг эҳтиёжларини қондирадиган, бозор томонидан қабул қилинган, аллақачон хизмат кўрсатишга қодир бўлган ва кучли технологиялар томонидан қўллаб-қувватланадиган бошқариладиган тармоқ технологияларидан фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга.

Юқорида келтирилган тоифадаги стандартларга мисоллар Ethernet, WI-FI, Bluetooth, ZigBee, GSM ва GPRS каби симли ва симсиз технологияларни ўз ичига олади.



1.9- расм. Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларининг IoT га асосланган энергия мониторинг тизими.

Энергия таъминоти манбаларини мониторинги учун мавжуд бўлган тизимлар техник характеристикалари ҳамда имкониятларидан келиб чиқиб ўзаро қиёсий таҳлил қилинди. Таҳлиллар натижаси шуни кўрсатдики, кўплаб инфокоммуникация объектлари ҳамда узлуксиз электр энергия истеъмол қилувчи станцияларда энергия мониторинги учун мўлжалланган рақамли технологияларнинг таъминланганлик ҳолати жуда паст даражада эканлиги аниқланди. Кўпгина мамлакатларда қайта тикланмайдиган электр энергиядан фойдаланишни камайтириш яъни айнан узлуксиз электр энергия истеъмол қилувчи объектларни қайта тикланадиган гибрид энергия манбалари билан таъминлаш жараёнлари амалга оширилмоқда. Яъни об-хавога боғлиқ равишда қайта тикланадиган энергия манбалари масалан шамол, қуёш энергиясини амалиётда қўллаш яхши самара бермоқда. Ишлаб чиқариш ва бошқа объектларини сифатли электр энергия билан таъминлашда уларни сутка давомидаги об-хаво ҳолатидан келиб чиқиб бошқариш муаммоси мавжуд.

Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти манбаларини мониторинг қилиш тизимлари асосий тавсифларини қиёсий таҳлили.

| | | | |
|--|--|---|---|
| Қурилма | Энергия самарадорлигини назорат қилиш ва бошқаришнинг автоматлаштирилган тизими (ЭСНваБАТ) | Электр энергиясини техник ҳисобга олиш тизимини (ЭТХАТ) | Ишлаб чиқилган ЭТ манбаларини мониторинг тизими |
| Ўрнатилиш ҳолати | Стационар | Стационар | Мобил, web |
| Маълумотларни сақлаш | Корхона сервери | Корхона сервери | Cloud computing |
| Энергия таъминоти манбаларини мониторинг қилиш ҳолати | Ярим автомат | Қўл билан | Масофадан |
| Алоқа протоколи | Симли | Симли | Симсиз |
| МББТ | Мавжуд | Мавжуд | Мавжуд |

Санаб ўтилган муаммоларни узлуксиз электр энергия истеъмол қиладиган корхоналар ва давлат ташкилотлари талабидан келиб чиқиб доимий назорат ва манбаларни бошқариш учун IoT технологиясини таклиф қилиш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. IoT дан фойдаланган ҳолда ўрнатилган тизимларни лойihalаш ва алгоритмлаш инфокоммуникация объектларини узлуксиз электр энергия билан таъминлашни мониторинг қилиш ва бошқаришда янада самарали ҳисобланади. Турли хил талаб ва таклифлар асосида технологияларнинг оптимал мувозанатини аниқлашга ёрдам беради.

Сунъий интеллект алгоритмларидан фойдаланиш қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларининг энергия таъминоти станцияларининг қувватини мувозанатлашга имкон беради. Узлуксиз энергия билан таъминлаш жараёнларини доимий назорат қилиш учун ақлли мониторинг ва бошқарув буйруқларини ўз ичига олган қурилмалар ишлаб чиқиш замон талабидаги асосий вазифалардан биридир [6].

Келтирилган 1.1 жадвалда IoT архитектураси асосида рақамлаштирилган энергия таъминоти манбаларининг амалий натижаларининг тахлили кўрсатилган.

IoTга асосланган масофавий мониторинг қилиш архитектураси ишлаб чиқариш объектларини сифатли электр энергия билан таъминлашда турли хил тизимлар, етказиб бериш хизматлари тизими, контент бошқарув асослари, билимлар базаси тизимлари ва атроф-муҳит интеграцияси платформаси каби лойиҳалар устида иш олиб бориш талаб қилади.

Келтирилган масалаларни ечишда, яъни кўплаб усуллар ва IoT технологияларига асосланган сигналларни рақамли ишлаш алгоритмлари, ҳисоблаш структуралари, интеграция ҳамда визуаллаштириш жараёнларининг дастурий ва қурилма мажмуасини ишлаб чиқиш асосий мақсад қилиб олинди, жумладан:

- сигналларга рақамли ишлов беришда қўлланиладиган усуллар ва уларни амалга ошириш учун мўлжалланган IoT технологиялари ҳамда интеграция қилиш воситаларини тадқиқ қилиш;
- IoT технологияларига мўлжалланган кучланиш кўринишидаги сигналларни ўқиб олиш жараёнидаги қурилма-дастурий восита интеграцияси учун маълумотлар структурасини ишлаб чиқиш;
- сигналларга рақамли рақамли ишлов бериш алгоритмларини яратиш;
- IoT технологиялар ва жадвал алгоритмик усуллар ёрдамида функциялар ва функционал боғланишларни рақамли ишлаш тизимлар структураларини яратиш ва уларни амалий масаларни ечишда қўллаш;
- сигналларни функционал модуллар ёрдамида рақамли ишлаш жараёнларини моделлаштириш ва қурилма воситаларни бошқариш дастурий мажмуа яратиш;
- рақамли ишлов бериш натижасида олинган сигналларни мониторинг тизимига юбориш.

IoTнинг тадбиқ этиш соҳалари хилма хил ҳисобланади ва IoT иловалари турли хил фойдаланувчиларга хизмат қилади.

Электр энергиясидан фойдаланувчилар учун IoT турли хил тоифалари турли хил эҳтиёжлар учун фойдаланади. Объектларнинг энергия таъминоти назорати ва бошқарувида IoT технологияларини қўлланилиши тавсифлари ва натижавий афзалликлари 1.2-жадвалда келтириб ўтилган.

Юқоридаги келтирилганларни ҳисобга олиб IoT технологияларига йўналтирилган тизимларнинг ўзаро алоқасини таъминлаш яъни интеграция қилиш муаммолигича қолмоқда.

Куёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти мониторингида IoT технологиялари қўлланилаши.

| | Илова | Сектор | Тавсиф | Афзалликлари |
|---------------------------------------|-------------------------------------|---|---|---|
| Трансмиссия ва тарқатиш (Т&Д) тармоғи | Ақлли тармоқлар | Электр тармоқларини бошқариш (grid асосида) | Анъанавий тармоқлардан фарқли ўларок, катта маълумотлар ва АКТ технологияларидан фойдаланган ҳолда тармоқни бошқариш платформаси. | Энергия самарадорлигини ошириш ва тақсимланган ишлаб чиқариш ва юкни бирлаштириш; таъминот хавфсизлигини ошириш; захира таъминот қуввати ва харажатларига бўлган эҳтиёжни камайтириш. |
| | Тармоқ бошқаруви | Электр тармоғининг ишлаши ва бошқаруви (grid асосида) | Тармоқни янада оптимал бошқариш учун тармоқнинг турли нуқталарида катта маълумотлардан фойдаланиш. | Заиф нуқталарни аниқлаш ва шунга мос равишда тармоқни мустаҳкамлаш ва энергия-узилиш хавфини камайтириш. |
| | Микрогрид воситалари | Электр тармоғи | Марказий тармоқдан мустақил равишда тармоқни бошқариш платформалари. | Таъминот хавфсизлигини ошириш; микрогридлар ва асосий тармоқ ўртасида ўзаро мувофиқлик ва мослашувчанликни яратиш; ва микротармоққа уланган истеъмолчилар учун барқарор электр нархларини тақлиф қилиш. |
| | Кенгайтирилган ўлчаш инфратузилмаси | Охирги фойдаланувчилар | Истеъмолчи сайтидаги юкланишлар ва ҳарорат маълумотларини тўплаш ва таҳлил қилиш учун сенсорлар ва қурилмалардан фойдаланиш. | энергия самарадорлигини ошириш учун ҳудудларни аниқлаш (масалан, ҳаддан ташқари кондиционерли хоналар ёки йўловчилар бўлмаганда қўшимча ёруғлик); энергия сарфини камайтириш. |
| | Аккумулятор энергиясини бошқариш | Охирги фойдаланувчилар | Аккумулятор энг мос вақтда фаоллаштириш учун маълумотлар таҳлили | Турли вақт оралиғида батареяни зарядлаш / тўхтатиш учун оптимал стратегия яратиш; энергия сарфини камайтириш. |

Ушбу лойиха стационар ва мобил куёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларини узлуксиз энергия билан таъминлаш жараёнларини мониторинг қилишда сигналларга рақамли ишлов беришга

вазифаларини ҳам ўз ичига олади шу сабабли, яъни ишлаб чиқилиши таклиф қилинаётган қурилмалар ва қурилма –дастурий мажмуаларнинг ўзаро интеграция қилиниши IoT га асосланган архитектура ва моделларни кенг қўллаш негизида самарали амалий ва илмий натижаларга эришилади.

Биринчи боб бўйича хулосалар

1. Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларининг энергия таъминотини масофадан мониторинг қилиш заруриятини, таҳлил қилиш натижаларида шуни таъкидлаб ўтиш жоизки, энергия таъминоти тизимларига замонавий рақамли технологияларни жорий этиш натижасида энергия самандорликка эришиш ва энергия сарфини камайтириш ҳамда истеъмолчиларни узлуксиз энергия билан таъминлашга эришилади.

2. Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларининг энергия таъминотини масофадан мониторинг қилишда мавжуд бўлган сигнал ўзгартириш қурилмалари ва ушбу қурилмалардан олинган кучланиш кўринишидаги сигналларни олиш таҳлили шуни кўрсатдики, истеъмолчиларга узлуксиз ва сифатли электр энергия етказиб беришни таъминлашда актив ва реактив қувватларни ишлаб чиқариш, назорат ва бошқаруви бўйича тадқиқотлар ўтказиш талаб қилинади.

3. Бугунги кунда замонавий технологиялардан ҳисобланган IoT технологияси тадқиқ қилинди. Бу технологияни қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги энергия таъминоти объектларини энергия назоратида қўллаб яхши натижаларга эришиш мумкин. IoT архитектураси, қўлланилиш соҳалари, хусусиятлари, энергия таъминоти назоратга қўлланилиши, келажакдаги муаммолари ва иловаларга тадқиқи келтирилди.

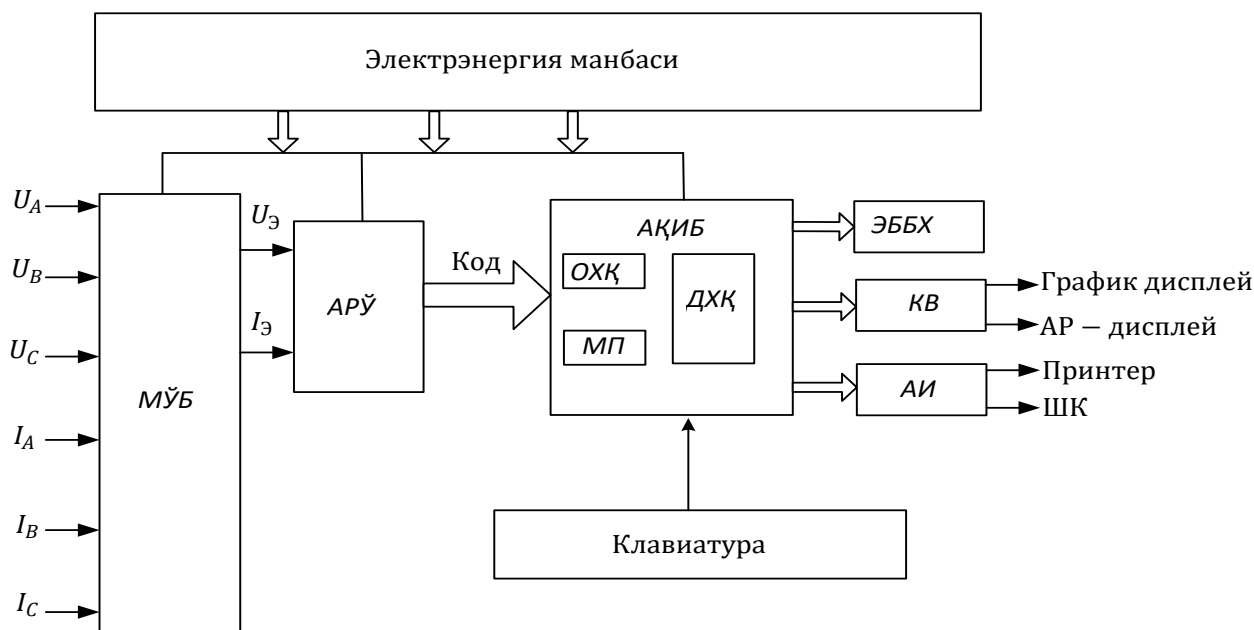
II БОБ. ГИБРИД ЭНЕРГИЯ ТАЪМИНОТИ МАНБАЛАРИ АСОСИДАГИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ҚУРИЛМАЛАРИ ВА ЭЛЕМЕНТЛАРИДАГИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ МОНИТОРИНГ ҚИЛИШ ТИЗИМИНИ ШАКЛЛАНТИРИШ

2.1-§. Гибрид энергия таъминоти манбали энерготизимни масофадан мониторингининг қурилмаларини функционал тузилмаси

Бугунги кунда энерготизим чиқиш катталиқ ва параметрларини ўлчов ва мониторингида чиқиш кучланиш кўринишидаги сигналларга ишлов бериш, улардан муҳим маълумотларни ажратиб олиш ҳамда интеграллашган маълумотлар тармоғи асосида параметрларни автоматик таниб олиш усулларини ривожлантиришга алоҳида аҳамият берилмоқда. Бунинг асосий сабабалари деб шуни айтишимиз мумкинки, инсониятни қуршаб олган назорат вав бошқарув қурилмаларнинг мураккаблашиши, улар билан ўзаро алоқа принципларининг қийинлашишига олиб келди. Бу ҳолат ҳозирги кунда энергия таъминоти жараёнларини рақамлаштиришни ҳам четлаб ўтмади. Энергия таъминоти манбаларини масофадан мониторинг қилиш тизимларида кўплаб дастурий иловаларининг интерфейсларида, ахборот тизимлари ёрдамида манба турини аниқлаш, манбаларни энергия ишлаб чиқариш даражасига қараб бошқариш, механизмларини лойихалаштириш ва амалиётга қўллашга жуда катта эътибор қаратилмоқда. Шунинг учун ҳам энергия таъминоти манбаларини масофадан мониторинг қилишнинг оптимал алгоритм ҳамда усулларини ишлаб чиқиш ва ривожлантириш муҳим масалалардан бири бўлиб қолмоқда. Ҳозирда узлуксиз электр энергия истеъмол қилувчи объектлардан бўлган жихоз, ускуна ва объектларини масофадан мониторинг қилиш усулларининг назарий ҳамда амалий масалаларини ечишга катта эътибор қаратилмоқда [15-16].

Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторинг жараёнларида сигнал ўзгартириш, мониторинг қилиш ва бошқаришда бирламчи электр тоқлар ва кучланишлар иккиламчи меъёрланган кучланиш кўринишидаги чиқиш сигналига ўзгартириш жараёни ҳамда ушбу жараёнда иштирок этаётган сигнал ўзгартириш қурилмалари ва уларда кечувчи физик техник эффектларини моделлаштиришни тақозо этади [32]:

Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторингида сигнал ўзгартириш жараёнларида электр энергияни бирламчи тоқларни иккиламчи сигналга ўзгартиришни таъминловчи турли физик-техник табиатли элементларда сигнал ўзгартириш жараёнини мониторингини моделлаштириш қуйидаги кўринишда олиб борилади [32-63]:



2.1- расм. Қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги гибрид энергия таъминоти манбаларини мониторингини амалга оширувчи қурилманинг функционал тузилиши.

МЎБ- Масштабли ўзгарткич блоки

АРЎ-Аналог-рақамли ўзгарткич

АҚИБ-Ахборотларни қайта ишлаш блоки

ДХҚ-Доимий хотира қурилмаси

МП-Марказий процессор

ОХҚ-Оператив хотира қурилмаси

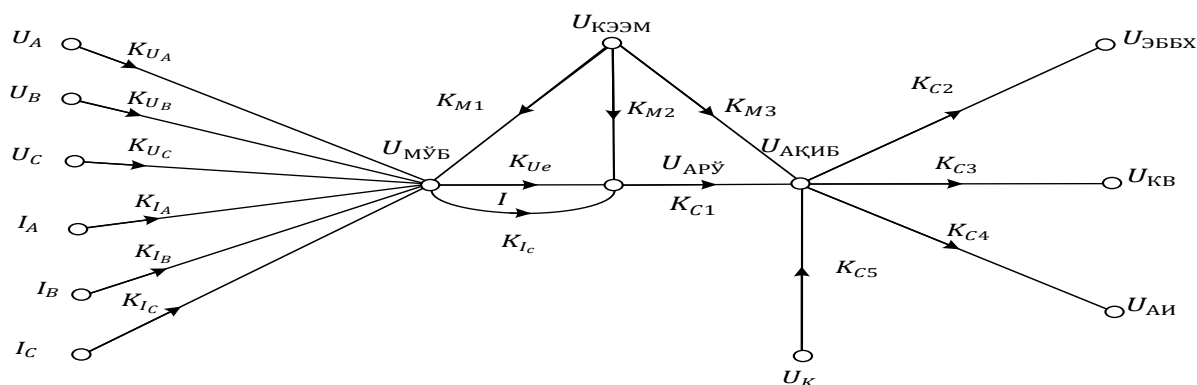
ЭББХ-Энергияга боғлиқ бўлмаган хотира

Иккиламчи сигналга ўзгартирилаётган бирламчи кучланишлар U ёки I - тоқлар масштабли ўзгарткич блоки (МЎБ -бўлгичлар) киришларига берилади ва бу ерда аналог қайта ишлаш асосида кириш кучланиши ёки токи параметрига пропорционал сигналлар ҳосил қилинади, яъни белгиланган меърий миқдоргача (5 (20) Вольт) масштабли ўзгартириш жараёни амалга оширилади. Ушбу миқдор аналог-рақамли ўзгарткичнинг (АРЎ) нормал ишлаши учун керак, бунда АРЎ оператив хотира қурилмаси (ОХҚ), марказий процессор (МП) ва доимий хотира қурилмаларидан (ДХҚ) ташкил топади.

МЎБ чиқишидаги оний сигналнинг миқдори АРЎ ёрдамида рақамли кодга ўзгартирилади. АРЎ блокада кириш сигналнинг вақтга боғлиқлиги ва рақамлаштириш амалга оширилади. Рақамлаштириш асосий частота даврига мос 14 разрядли коднинг 256 танлови ҳисобида амалга оширилади. Рақамланган сигналнинг кодлари қурилманинг рақамли қисмига, маълумотни қайта ишлаш блокага (АҚИБ) келиб тушади.

Ахборотларни қайта ишлаш блокада марказий процессор аналог рақамли ўзгартиргичдан олинган ахборотни доимий хотира қурилмасида сақланувчи дастурга мос равишда қайта ишлайди. Ўлчов натижалари энергия манбасига боғлиқ бўлмаган хотирага (ЭББХ) сақлаш учун киритилади (агар ўлчов воситаси “ўлчаш” режимида ишлаётган бўлса) ҳамда кўрсатиш воситасига чиқарилади. Баъзи бир ўлчов воситаларида (ЎВ) график дисплей (ГД) ҳам мавжуд бўлиб, улар кучланиш ва тоқларнинг вектор диаграммалари, спектрлари, гистограммалари ва оциллограммаларини ҳам кўрсата оладилар. Ўлчов ва қайта ишлаш натижалари алоқа интерфейси (АИ) масалан RS-232, RS-485, HBIP (Hewlett-Packard Interface Bus), GBIP (General Purpose Interface Bus) ёки IEEE-488 ва алоқа каналлари орқали ташқи манбаларга яъни мониторинг иловаларига юборилади.

Тадқиқ этилаётган мониторинг қурилмасининг асосий афзаллиги бўлиб, бир вақтни ўзида қуёш, шамол энергияси ўзгарткичлари, аккумулятор батареяси асосидаги гибрид энергия таъминоти объектларининг асосий катталиқ ва параметрлар бўлаги бир ва уч фазали бирламчи тоқлар тўғрисидаги сигналларни иккиламчи кучланиш қурилишидаги сигналга ўзгартириб бера олиши ва реал вақтда мониторинг иловасига етказиб бериш ҳисобланади. Қурилмада кечувчи сигнал ўзгартириш жараёнининг граф модели 2.2-расмда кўрсатилган.



2.2-расм. Мониторинг қурилмасида сигнал ўзгартириш ва узатиш жараёнларининг граф модели.

Мониторинг қурилмасининг 2.2 расмда келтирилган граф модели асосида тузилган матрица кўрилишидаги аналитик ифодаси қуйидагича шакллантирилади [63]:

$$AU=F \quad (2.8)$$

A- параметрлар ва узатиш функцияси матрицаси

U- тугун катталиклари матрицаси

F- чегара катталиклари матрицаси.

Модел тугунлари холатини белгиловчи чиқиш кучланишларини аниқлаш учун M_{ij} ва N_{jk} уланишлар матрицаси ҳамда 2.2- расмда келтирилган сигнал ўзгартириш жараёнлари граф модели асосида унинг тугунларини ифодаловчи катталикларнинг аналитик кўринишдаги модели қуйидагича шакллантирилади:

$$\begin{aligned}
 U_{M\check{U}B} &= K_{UA} U_A; \\
 U_{M\check{U}B} &= K_{UB} U_B; \\
 U_{M\check{U}B} &= K_{UC} U_C; \\
 U_{M\check{U}B} &= K_{IA} I_A; \\
 U_{M\check{U}B} &= K_{IB} I_B; \\
 U_{M\check{U}B} &= K_{IC} I_C; \\
 U_{M\check{U}B} &= K_{M1} U_{KЭМ};
 \end{aligned}$$

Бу ерда $U_{M\check{O}A}$, $U_{M\check{O}B}$, $U_{M\check{O}C}$ - сигнал ўзгартириш қурилмай моделининг кучланиш кўринишида мониторингини кириш катталиклари;

I_A , I_B , I_C - сигнал ўзгартириш қурилмай моделининг ток (реакция) кўринишидаги назорат ва мониторингини кириш катталиклари;

K_{UA} ; K_{UB} ; K_{UC} ; K_{IA} ; K_{IB} ; K_{IC} ; K_{M1} - мониторинг қилинаётган ва бошқарилаётган катталикларни ўлчов ва қайта ишлаш катталиги (ўзгартириш, меёрлаш) функцияси ўзагини занжирлараро боғланиш функцияси (коэффициенти).

Яратилган сигнал қабул қилиш, қайта ишлаш қурилмаидаги жараёнларнинг граф модели аналитик ифодаси қуйидагича шакллантирилади:

$$\begin{aligned}
 U_{M\check{U}B} &= K_a U_a = K_b U_b = K_c U_c = K_A I_A = K_B I_B = \\
 &K_C I_C = K_{M1} U_{KЭМ};
 \end{aligned} \tag{2.9}$$

$$U_{AP\check{U}} = K_{Ue} U_{M\check{U}B} = K_{Ie} U_{M\check{U}B} = K_{M2} U_{KЭМ}; \tag{2.10}$$

$$U_{AKIB} = K_{M3} U_{KЭМ} + K_{C1} U_{AP\check{U}} + (K_{C5} - K_{C4}) U_K; \tag{2.11}$$

$$U_{ЭБХ} = K_{C2} U_{AKIB}; \tag{2.12}$$

$$U_{KB} = K_{C3} U_{AKIB}; \tag{2.13}$$

$$U_{AI} = K_{C4} U_{AKIB}; \quad (2.14)$$

$$\frac{U_{AKIB} - U_{KЭЭМ}}{K_{M3}} + \frac{U_{AKIB} - U_{AP\ddot{Y}'}}{K_{C3}} + \frac{U_{AKIB} - U_K}{K_{C5}} = K_{C3} U_{KB}; \quad (2.15)$$

$$U_{AKIB} = (K_{C3} U_{KB} + \frac{1}{K_{C4}} U_{KЭЭМ} + \frac{1}{K_{C3}} U_{AP\ddot{Y}'} + \frac{1}{K_{C5}} U_K) / (\frac{1}{K_{M3}} + \frac{1}{K_{C3}} + \frac{1}{K_{C5}}); \quad (2.16)$$

$$U_{AKIB} = f(U_{KЭЭМ}, U_{AP\ddot{Y}'}, U_K, K_{M3}, K_{C3}, K_{C5});$$

Бу ерда U_{AKIB} моделнинг $AKIB$ тугунидаги катталик–чикиш электр кучланишига пропорционал сигнал тугунлардаги катталиклар ва K_{M3}, K_{C3}, K_{C5} граф модел бўлақларининг кисмларини узатиш функцияларига (коэффициентларига) боғлиқ.

M_{ij} – моделнинг i ва j тугунларини ифодаловчи матрица элементи модел тармоқларини тугунларда уланишини кўрсатади ва улар қуйидагича шакллантирилади:

$M_{ij}=1$; агар тугун i тармоқ j нинг кириш тугуни бўлса;

$M_{ij} = -1$; агар тугун i тармоқ j нинг чикиш тугуни бўлса;

$M_{ij} = 0$; агар тугун i тармоқ j га тегишли бўлмаса.

N_{jk} - моделнинг j ва k тармоқлари уланишини ифодаловчи матрица элементи модел тармоқларини мустақил контурларда уланишини кўрсатади ва улар қуйидагича шаллантирилади:

$N_{jk}=1$; агар тармоқ j контур k таркибига кирган ва уларнинг йўналишлари бир хил бўлса;

$N_{jk} = -1$; агар тармоқ j контур k таркибига кирган ва уларнинг йўналишлари хар хил бўлса;

$N_{jk}=0$; агар тармоқ j контур k га кирмаган бўлса.

Граф моделнинг шакллантирилган аналитик ифодалари асосида сигнал қабул қилиш ва ўзгартириш аппаратининг қуйидаги статик таснифлари аниқланади:

$$U_{AKIB} = f(U_{KЭЭМ}), U_{AKIB} = f(U_{AP\ddot{Y}'}), U_{AKIB} = f(U_K),$$

$$U_{AKIB} = f(K_{M3}), U_{AKIB} = f(K_{C3}), U_{AKIB} = f(K_{C5}), \quad (2.17)$$

Тадқиқотлар асосида яратилган сигнал ўзгартириш жараёни граф модели, элементлари ва булакларининг занжирлараро боғланишлар функцияси ва параметрларини ўзгартириб, бирламчи энергия манбанинг катталики ёки параметрлари ҳамда чиқиш электр кучланиши қуринишидаги сигнал орасидаги боғлиқликлар тадқиқ этиш амалга оширилган.

Бирламчи сигнал қабул қилиш ва ўзгартириш қурилмаида кечаётган физик-техник эффектлар асосида бироамчи кириш катталикларни чиқиш сигналига ўзгартириш жараёнининг модели ва унинг аналитик ифодаси шакллантирилган [62-63].

2.2-§ Гибрид энергия таъминоти манбали энерготизим кўрсаткичларини масофадан мониторинг тузилмасини тавсифлари

Энерготизим жихоз ва ускуналаридаги жараёнларни мониторингида токни ва кучланишни ўзгартириш учун ишлаб чиқилган қурилманинг тажрибавий физик тузилиши орқали олинган натижаларни граф модел асосида назарий ҳисобланган натижалар билан таққослаш амалий натижалар назарий натижаларга айнан яқинлигини (адекватлигини) баҳолаш имконини беради [35,37-43].

Энерготизим гибрид энергия манбаларини мониторинг қурилмаларини функционал-тузилмавий шакллантириш натижасида асосий тавсифлар (ўзгартириш функциялари) ва манбалар тузилмалари элементлари орасидаги ўзаро боғлиқликни мослигини ақс эттирадиган энергия таъминоти манбаларининг морфологик тузилмалари қурилади.

Мониторинг жараёнини амалга ошириш тамойиллари ва техник тадқиқотлар кўплиги кўп вариантли лойиҳалаштиришни, яъни энергия таъминоти манбалари мониторинги қурилмаларининг тузилмасини танлаш муқобил мажмуини кўриб чиқишни талаб этади [45].

Айнан энергия таъминотининг муқобил вариантлари тўпламини шакллантириш ва сифат мезонлари асосида энг яхши вариантни танлаш манбаларнинг рационал ишлаш режимларини тузилмавий синтез қилиш масаласини ташкил этади. Шундан келиб чиққан ҳолда, энерготизим энергия таъминотини манбаларини мониторинги қурилмаларини шакллантиришда уни рационал тузилмаси ва параметрларини танлаши даркор бўлади. Энергия таъминоти манбалари танланганидан кейин энергия таъминоти манбалари томонидан микропроцессорлар блоклари ва мониторинг, элементларига замонавий талабларни тўлиқроқ қониқтириш мақсадида оптимал бошқариш катталикларини танлашга ўтиш амалга оширилади [47].

Энерготизим гидрид энергия манбаларига энергия истеъмолчилари томонидан қўйиладиган барча талабларга жавоб берадиган ягона мониторингнинг оптимал тузилмасини танлаш учун юқорида кўрсатилган асосий манбаларнинг базасини яратиш

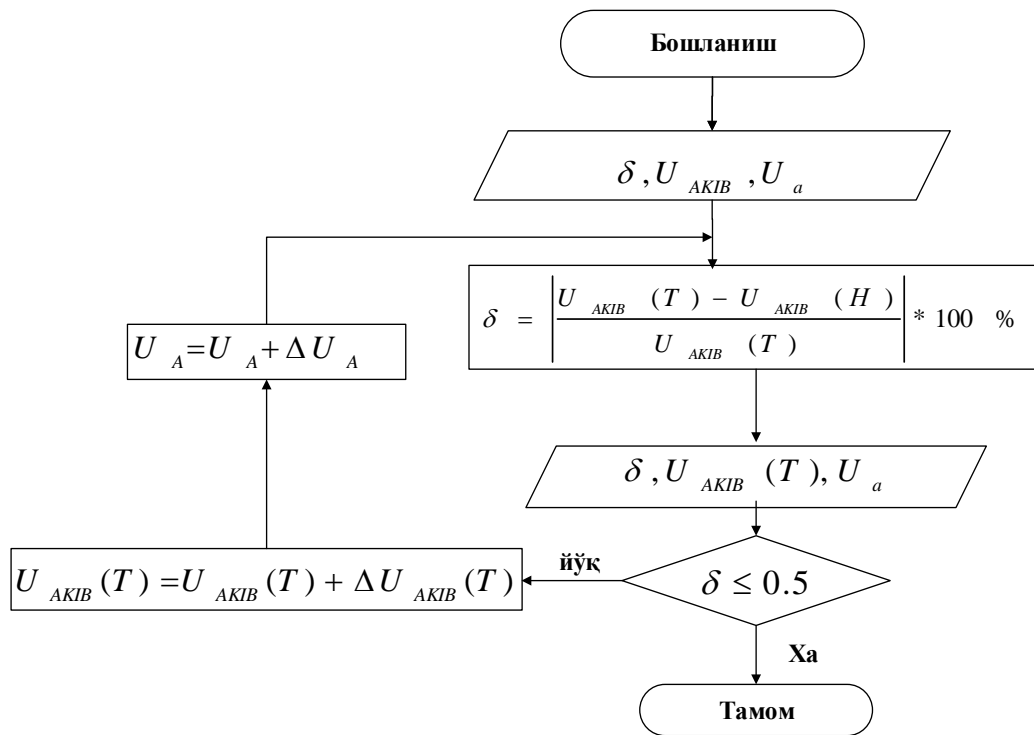
даркор ва бу ҳолда аниқ бир элементни ҳамда бутун тизимни танлаш элементларни базадан танлаш, танланган оптимал элементлар асосида мониторинг қилиш жараёнларини амалга ошириш мумкин. Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторинги жараёнларида электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш, тақсимлаш ва истеъмоли жараёнларини мониторинг вақтида манбалар ҳолатларини аниқлаш қурилмаларининг ишлатиш кўрсаткичлари катта аҳамиятга эга, чунки манбаларни номувофиқ назорат ва бошқариш сезиларли иқтисодий зарарга ҳамда энергия таъминотида узилишларга олиб келади [25-29].

Гибрид энергия таъминоти манбаларини мониторингининг аниқлиги ва самарадорлигини таъминлайдиган комплекс ёндашишни ишлаб чиқиш, уларнинг эксплуатацион имкониятларини ошириш, тузилмани соддалаштириш, ҳажм ва вазн кўрсаткичларини камайтириш, тайёрлаш технологиясини яхшилаш, ўлчаш жараёнларининг контактсизлигини таъминлаш, замонавий бирламчи датчикларнинг қўлланиши асосида токни ўзгартириш электр истеъмолини бошқаришнинг долзарб масалалари ҳисобланади. Мониторинг қурилмалари бунда ахборот-ўлчаш ва бошқариш тизимларининг асосий элементлари ҳисобланиши билан энергия тизимининг техник ва иқтисодий кўрсаткичларини деярли тўлиқ аниқлайди.

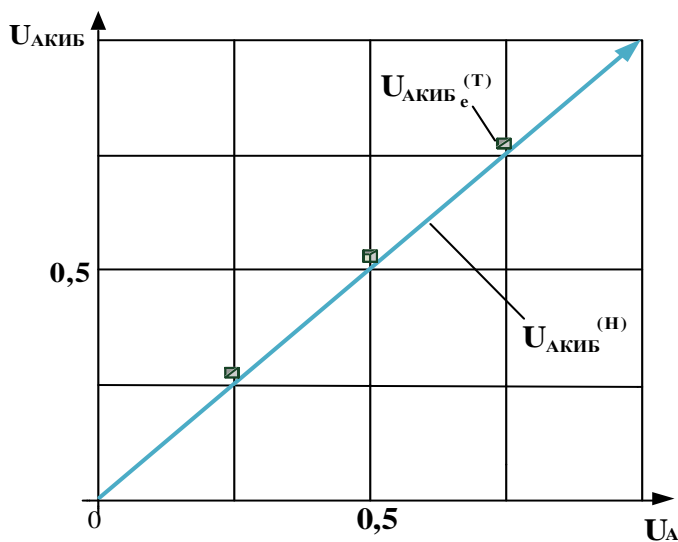
Ҳисобланган назарий (Н) ва тажрибавий (Т) статик таснифларнинг миқдорлари асосида улар орасидаги фарқ яъни хатолик ҳисобланади, гибрид энергия манбаларини олиб борилган тадқиқотлари натижалари (2.4-расм) шунини кўрсатдики, хатоликларнинг миқдори 0,04 -0,05% ни ташкил этади.

$$\delta = \left| \frac{U_{AKIB}(T) - U_{AKIB}(H)}{U_{AKIB}(T)} \right| * 100\% = 0,05\%; \quad (2.18)$$

Энергия таъминоти манбалари мониторинги қурилмаси ва жараёнларини бирламчи тоқлари асосидаги олинган чиқиш сигналларининг статик графиги чизикли кўринишга эга бўлиб, таснифлар тадқиқотлари натижаси ўзгарткичнинг сезгирлигини 0,4-0,5% ошириш имкони мавжудлигини кўрсатди. Келтирилган статик таснифлар асосида кўп параметрли бирламчи тоқларнинг иккиламчи кучланиш қуринишидагии сигналга ўзгартиришнинг метрологик тавсифларини ўзгартириш юқори аниқлиги, чиқиш тавсифининг чизиклилиги ўзгарткич ишлашининг бутун ўзгартириш диапазонида назарий натижаларга адекватлигини таъминланлигини хулоса қилиш мумкин.

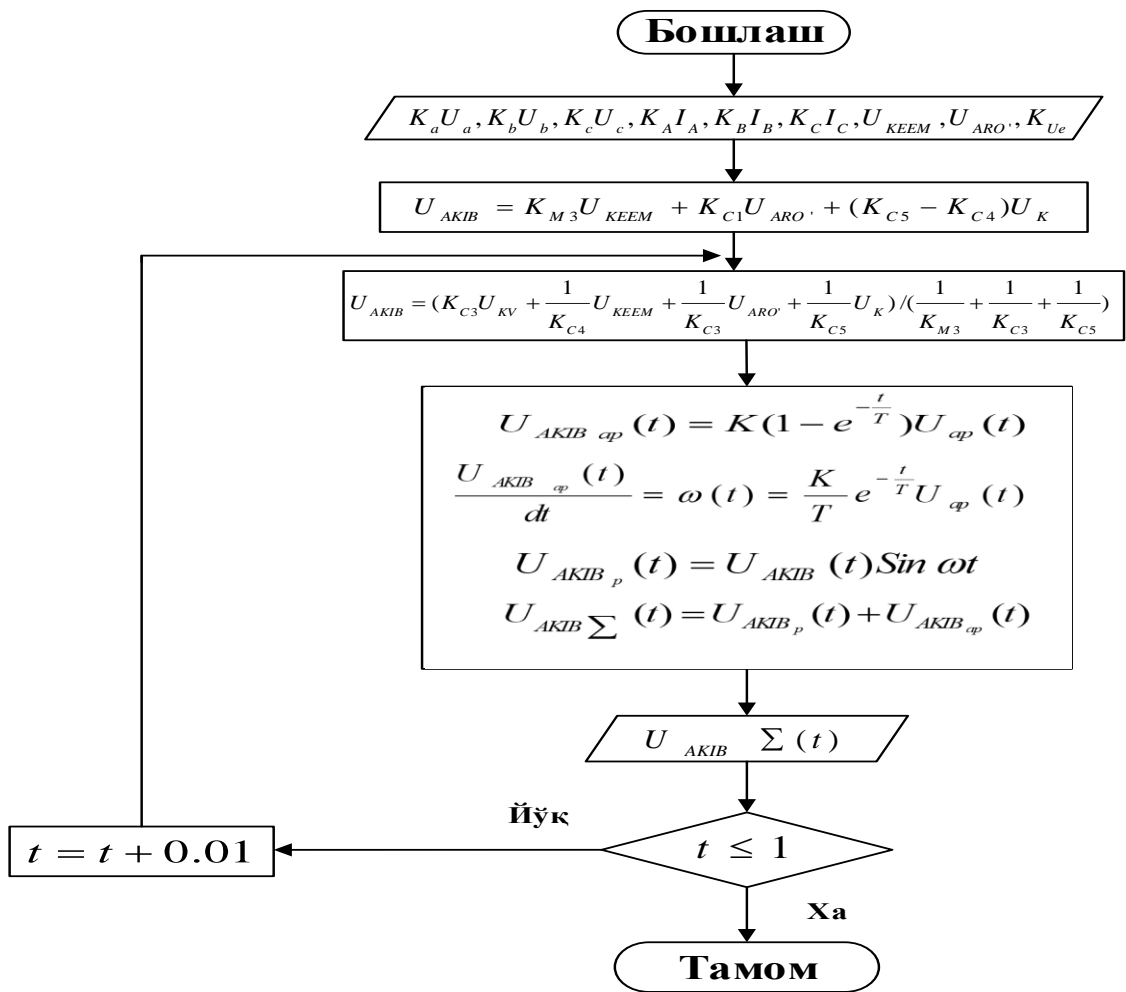


2.3-расм. Ўзгартириш қурилмаси иккинчи сигналларини статик таснифларини тадқиқоти алгоритми.



2.4-расм. Сигнал ўзгартириш қурилмаининг статик таснифлари.

Гибрид энергия манбалари ўлчов ва назорат қурилмаси ва унинг ўзгартириш бўлақларининг узатиш функция ва коэффицентларининг турли кириш қийматлари ($K = 0,9 - 1,1$) ва ўзгариш вақти доимийсининг T турли қийматларида ($T = 0,1 - 0,3$) олинган динамик таснифлари тадқиқот алгоритмлари ва натижалари 2.5 ва 2.6 расмларда келтирилган. Қурилмага келаётган сигнал ва ундан чиқаётган кучланиш кўринишидаги сигнални ҳисоблаш алгоритмлари кетма кетлиги, ўзгарткич параметрларини ҳисоблаш жараёнлари таҳлил қилинди.



2.5-расм. Шлчаш қурилманинг динамик тавсифлари тадқиқоти алгоритми.

$$U_{AKIB}(t) = KU_{АП}(t); \quad (2.19)$$

$$U_{AKIB_{АП}}(t) = K(1 - e^{-\frac{t}{T}}) U_{АП}(t); \quad (2.20)$$

$$\frac{U_{AKIB_{АП}}(t)}{dt} = \omega(t) = \frac{K}{T} e^{-\frac{t}{T}} U_{АП}(t), \quad (2.21)$$

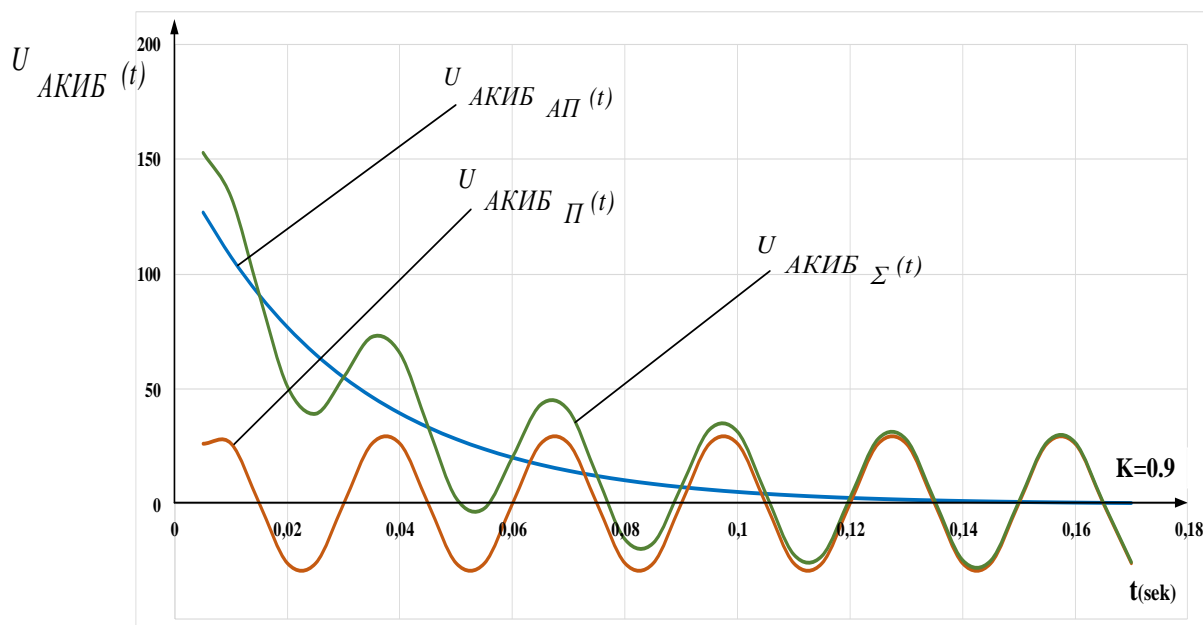
$$U_{AKIB_{П}}(t) = U_{AKIB}(t) \sin \omega t \quad (2.22)$$

$$U_{AKIB_{\Sigma}}(t) = U_{AKIB_{П}}(t) + U_{AKIB_{АП}}(t); \quad (2.23)$$

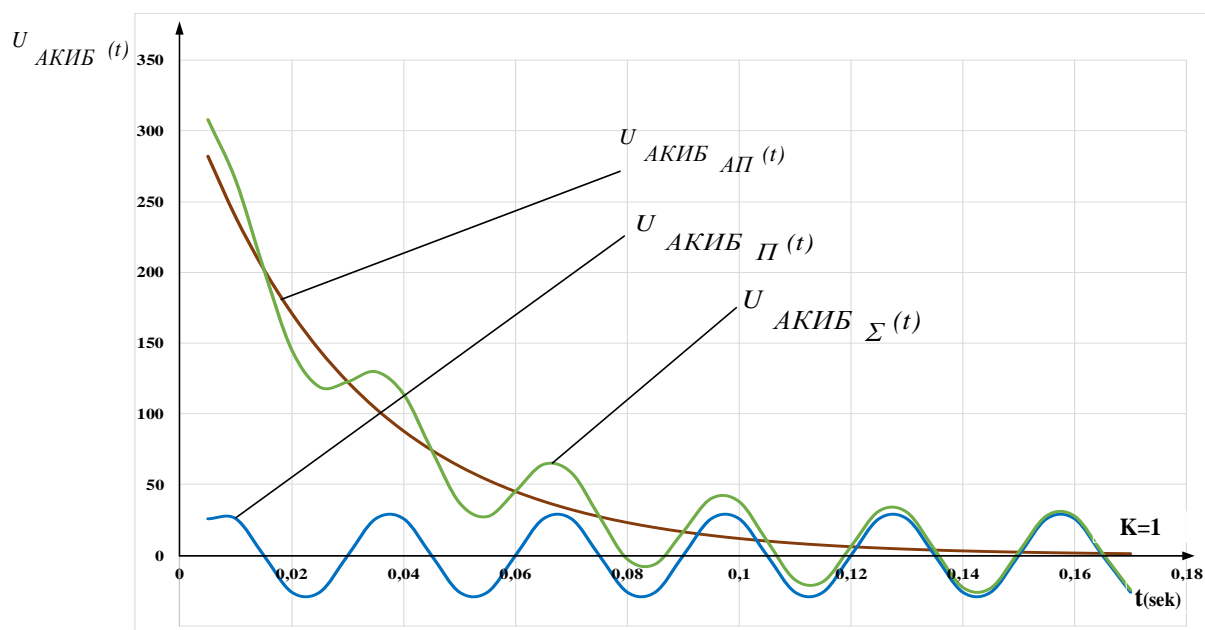
Шакллантирилган ифодалар асосида олинган динамик таснифлар бирламчи тоқларни қурилмага улангандан сўнг ўзгарткич сигнал ўзгартириш бўлаклари ва элементларининг узатиш функциясига боғлиқ равишда 0,02 дан 0,11 сек. микдоргача бўлган вақтда ўзининг турғун ҳолатига эришишини кўрсатди.

Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторингида тадқиқ этилаётган қурилманинг, юқоридаги алгоритмларда келтирилган кетма-кетликлар ва шартлар асосида даврлар кесимида динамик тавсифларининг график кўринишидаги натижалари қуйидагича кетма-кетликда келтириб ўтилган.(2.6-расм)

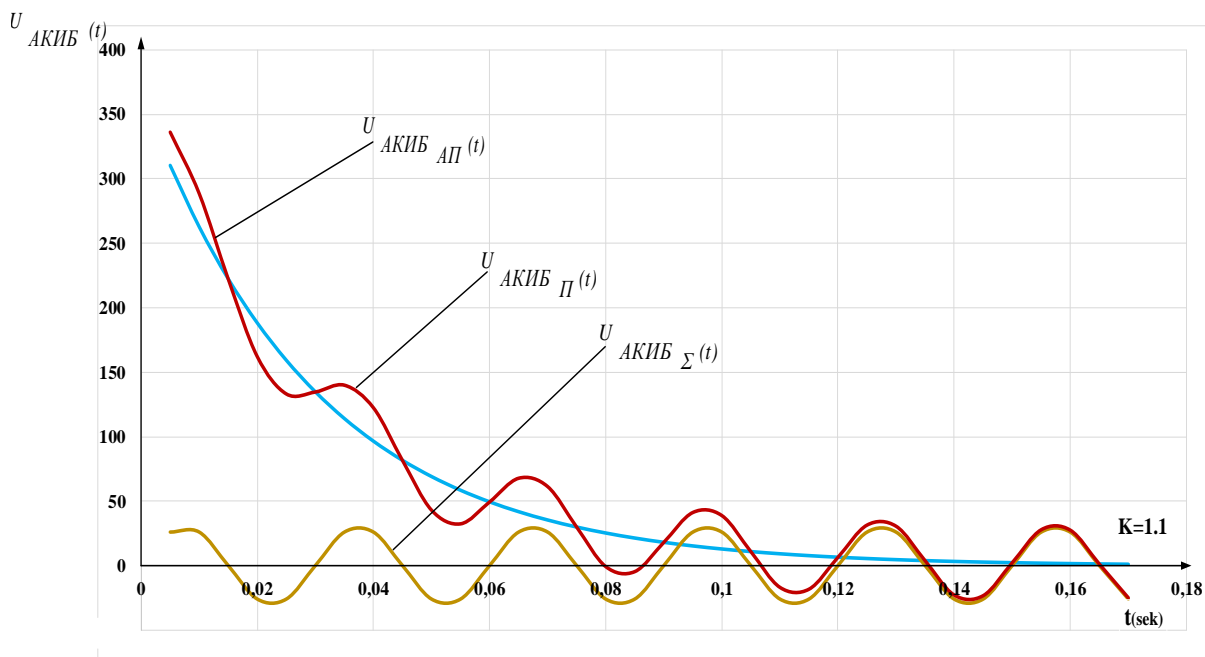
1) $K=0.9, T=0.03$



2) $K=1, T=0.03$



3) $K=1.1, T=0.03$



2.6-расм. Сигнал ўзгартириш қурилмаларининг динамик таснифлари.

Тадқиқот натижалари кўрсатдики, сигнал ўзгартириш жараёнини амалга оширишга мўлжалланган ўзгарткичнинг модели юқори шаклланганлиги билан бирга шаффоф физик-техник эффектлар асосида яратилган. Кўп параметрли ўзгарткичлар ва уларда сигналларни ўзгартириш жараёнлари статик ва динамик тавсифлари аниқ ечимли моделларга таянган ҳолда олинган.

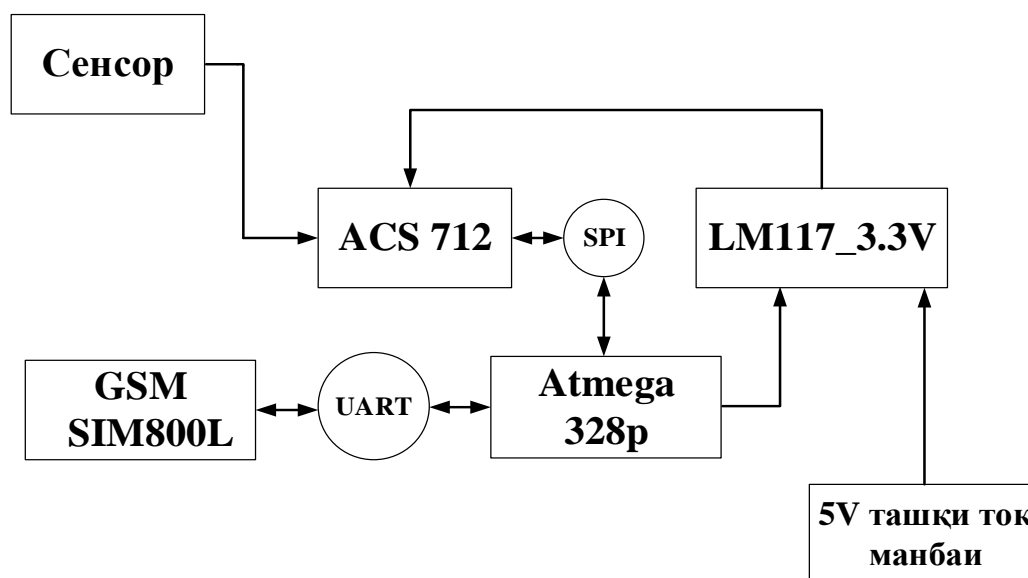
2.3-§. Гибрид энергия таъминоти манбали энерготизим кўрсаткичларини масофадан мониторингини қурилма ва дастурий таъминотини функционал модуллари

Кучланиш кўринишидаги чиқиш электр сигналларига ишлов бериш усуллари ва уларни масофадан туриб мониторинг қилиш ҳамда автоматик бошқаришнинг интеллектуал тизимларини яратиш муаммоларини дастурий воситалар ёрдамида ҳал этиш юзасидан кенг қамровли илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда [27]. Мазкур вазифаларни амалга оширишда жумладан, мавжуд бўлган тизимларни масофадан мониторинг қилиш усулларида фойдаланиб, энг самаралисини гибрид энергия манбали энерготизимларни мониторинг қилишда қўллаш учун модел ва қурилма-дастурий воситаларининг лойихаси ишлаб чиқилиши мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Манбалар ҳолатини мониторинг қилиш мажмуасининг архитектураси функционал блоклардан ташкил топади ва ҳар бир блок махсус вазифаларни бажаришга мўлжалланган [28,29].

Тадқиқ этилаётган мажмуа турли модуллардан ташкил топади ҳамда улар сигнал ўзгартириш қурилмалари ва дастурий таъминотларни ўз ичига олади [31].

Гибрид энергия таъминоти манбаларини масофадан мониторинг қилишда қўллаш учун ишлаб чиқилган ва тадқиқ этилган қурилма айнан аниқ, ишончли ва тезкор сигнал етказиб бериш вазифаларни бажаришга мўлжалланган (2.7-расм).

Гибрид энергия таъминоти манбаларини масофадан мониторинг қилишда кўп параметрли сигнал ўзгартириш жараёнларида энергия таъминот манбалари жорий ҳолати ҳақидаги ахборотни тизимли мониторинги дастурига узатишда сигнал узатиш бўлаги асосий вазифани бажаради. Энергия манбаларининг бирламчи тоқларини сигналга ўзгартирувчининг тузилмаси магнетик асосда жойлашган ток ўтказгич қурилмасининг тузилиш хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда танланади. Шу билан бирга, магнит ўтказувчанликни, агрессив ёки нам муҳитга қаршилиқ, иссиқлик таъсирини ҳисобга олиш керак. Энергия таъминоти қурилмалари мониторингида асосан қурилма ишлаш жараёнидаги ўзгаришлар ҳолати ва уни бошқаришда Arduino ва STM32 микроконтроллерлари қиёсий таҳлил қилинди ва энг оптимали танланди.



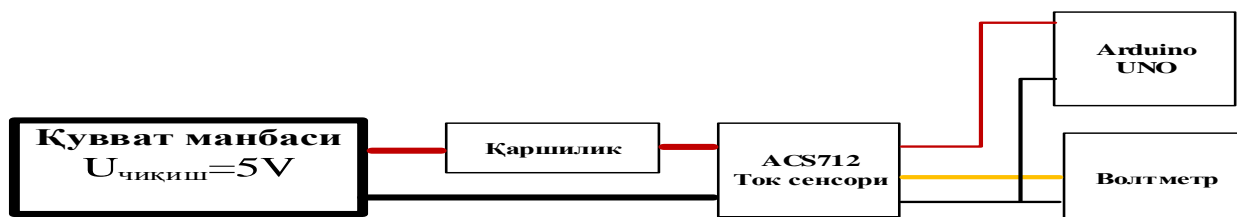
2.7-расм. Гибрид энергия таъминотини манбаларини масофадан мониторинг қилиш қурилмаларининг техник таъминотини функционал модуллари.

Мониторинг жараёнларини амалга оширишда сенсорлардан келаётган аналог сигналларни қайта ишлаб, тармоқ орқали масофадаги назорат учун мўлжалланган, электрон платформага юборишда ишлатилган қурилмалар вазифасига кўра қуйидагиларга бўлинади.

Сенсорлар. ACS712 – ток ўлчагичи, ҳам ўзгарувчан, ҳам ўзгармас токда ишлайди. Ушбу қурилма 5 В даги ва меёрланган токка мутаносиб аналог чиқиш кучланишини таъминлайди. Ушбу асбоб интегралл схемаладан иборат.

Ушбу қурилманинг чиқиш кучланиши ижобий бўлиб, ток бирламчи ўрашнинг мис ўтказувчанлиги билан ажралиб туради. Юклама токининг ички қаршилиги 1,2 мОм ни ташкил қилади.

Қурилманинг чиқиш сигнали аналог кўринишга эга, шунинг учун уни тўғридан-тўғри вольтметр билан чиқиш кучланишини ўлчаш, аналог пин ва АРЎ орқали Atmega328 микроконтроллерига уланади. Тадқиқот ишида кўп параметрли сигналлар мониторинги учун ишлашда 0 дан 5 вольтгача чиқиш кучланишини таъминлайди. ACS712 ток қурилмасида чиқиш кучланиши ўлчанади.(2.8-расм)



2.8-расм.Электр ўлчов схемаси

ACS712 га 5В кучланишни етказиб бериш учун (ACS712 даги 5В пинга) Arduino NANO дан фойдаланилади. ACS712 қурилмасининг асоси Arduino NANOга уланган. Ўлчаш учун вольтметр ACS712 нинг аналог чиқишига уланади. Кириш диапазонининг -2А дан 2А гача бўлган 12 та ўлчаш нуқтасини бериб қурилма синаб кўрилди. Хар бир мос келадиган ўлчовнинг кучланиш қиймати қуйидагича кўрсатилади. ACS712 ток ўзгарткичининг инфокоммуникация объектларининг энергия истеъмолидан келиб чиқиб ўрганишлар натижасида қуйидаги келтириб ўтилган чиқиш кучланишлар ўлчами ва графиги келтириб ўтилган.

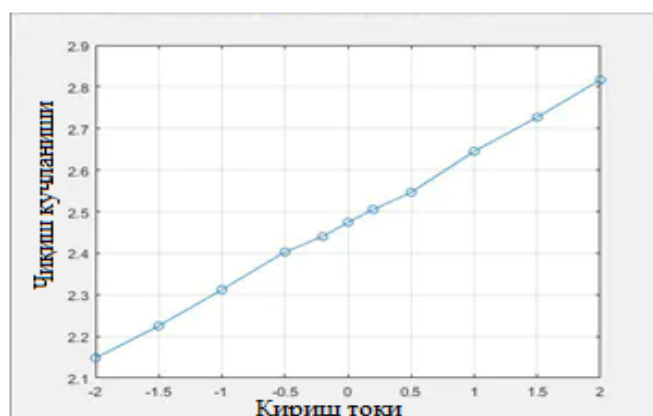
Кўп параметрли бирламчи тоқларни ўзгартириш сенсорининг сезиш бўлагига қўйиладиган асосий талаблар: юқори сезгирлик, юқори тезлик, изоляция асос билан ўрнатишнинг қулайлиги ва самарадорлиги, кичик ўлчамлар, вазн ва нархи ҳисобланади.

Сезгир бўлакнинг юқори сезувчанлиги, кичик ўлчамлари ва юқори тезликга эга бўлиши электр энергия таъминоти учун мониторинг қурилмасини яратиш ва ўзгартириш бўлагини ҳаво оралиғида изоляция асосларга жойлаштириш жуда қулайдир. Сезиш бўлагининг дифференциал кўринишда ишлаб чиқарилиши қурилманинг сигнал ўзгартириш хатоликларини камайтириш имконини беради.

Кўп параметрли тоқларини носимметриклиги тўғрисида сигнал ҳосил қилиш уч фазали тоқларни кучланиш кўринишидаги сигналга ўзгартиришдаги элементни ишлаб чиқаришнинг ўзига ҳослиги асосида ўзгарткичининг сигнал ўзгартириш имкониятлари кенгайди, қурилманинг чиқишида меъёрланган сигнал таъминланади: 20 В ва ток кучланиш ва 100 мА. Тоқларининг миқдорлари ва параметрларини электрон ва микропроцессор технологиясини қўллаган ҳолда қайта ишлаш имкони мавжуд.

ACS712 курилмасидаги мос келадиган ўлчовнинг кучланиш қийматлари

| Кучланиш токи A | Чиқиш кучланиши V |
|-----------------|-------------------|
| -2 | 2,148 |
| -1,5 | 2,225 |
| -1 | 2,312 |
| -0,5 | 2,403 |
| -0,2 | 2,44 |
| 0 | 2,474 |
| 0,2 | 2,505 |
| 0,5 | 2,546 |
| 1 | 2,645 |
| 1,5 | 2,727 |
| 2 | 2,817 |



2.9-Расм. ACS712 турдаги ток ўзгарткичнинг статик таснифи.

Назорат курилмалари - бу конвертор типидagi компонентлар бўлиб, улар маълумотларини электрон сигналларни кейинчалик қайта ишлаш учун электр сигналларига айлантириши мумкин. Ўзгарткичлар кириш оқимини чиқиш кучланишига айлантириш учун Холл эффектидан фойдаланилган. Холл эффектида электр токининг электронлари магнит майдон кучланганлигидан ўтади. Майдон электронларини пластинканинг бир томонига "суриш" ва иккала томон ўртасида кучланиш фарқини яратишга олиб келади. Пластинка томондан ўзгарткичнинг чиқиш кучланиши ҳисобланади.

GSM модули SIM800L. Электр таъминоти манбалари жорий ҳолатлари ва захира энергия тўловчи манбаларнинг кучланиш кўринишидаги параметрларини узлуксиз мониторинги қилиш жараёнида GSM модули асосида ишлайдиган SIM800L сигнал узатиш қурилмасидан фойдаланилган. Ушбу модул ҳар бир ахборотни қайта ишлагандан кейинги ҳолатни доимий равишда тизимли дастурий воситага узатиб туради [1.10]. Ушбу қурилма 95% ҳолларда бошқарув тизимлари билан алоқа жараёнини ташкил қилишда маълумотларни қабул қилиш ва жўнатишни ташкил қилади. Ушбу сигнал узатиш модули ёрдамида кўпчилик замонавий тизимлар яъни микроконтроллерлар масофадан бошқарилади. SIM800L модули микроконтроллер ёрдамида бошқариш мумкин бўлган мобил алоқа яратишга имкон беради. Функциялар диапазони жуда катта, масалан Wi-Fi тармоғига уланмаган ҳудудларда маълумотларни узатишга мўлжалланган. Лекин SIM800L FTP, TCP/IP ва HTTP иловалар, электрон почта ёки MMC каби бошқа кўплаб функцияларни тақлиф этади. SIM800L тўрт диапазонли GSM ва GPRS мўдудидир. У GSM850, EGSM900, DCS1800 ва PCS1900 частота диапазонларини қамраб олади. SIM800L дан фойдаланишингиз учун 2G micro-SIM карта керак бўлади. Микроконтроллернинг SIM800L билан RX/TX ва AT буйруқлари орқали кетма-кет алоқа қилади.

Atmega 328. Arduino контроллери Atmega328 асосида қурилган. Платформада 14 та рақамли, 6 та аналог кириш, 16 МГц таймер, USB улагичи, қувват улагичи, ISSP улагичи ва қайта ўрнатиш тугмаси мавжуд. Ишлаш учун платформани USB кабели ёрдамида компьютерга уланади ёки АС / ДС адаптери ёки батареядан фойдаланиб қувватни таъминлаш мумкин.

Arduino USB уланиши ёки ташқи қувват манбаи орқали қувватланиши мумкин. Электр таъминоти манбаси автоматик равишда танланади. Ташқи қувват АС/ДС конвертор (қувват манбаи) ёки батарея орқали таъминланиши мумкин. Кучлвниш конвертори марказий мусбат қутбли 2,1 мм пин орқали уланади.

Батарея симлари қувват улагичининг GND ва VIN пинларига уланган. Платформа 6В дан 20В гача бўлган ташқи қувват манбаи билан ишлаши мумкин. Агар иш давомида зўриқишида 7В дан паст бўлса, 5В пин 5В дан кам қувват бериши мумкин ва платформа беқарор бўлиши мумкин. 12В дан юқори кучланишлардан фойдаланилганда, кучланиш регулятори ҳаддан ташқари қизиқ кетиши ва платага зарар этказиши мумкин. Тавсия этилган диапазон 7В дан 12В гача. VIN кириш ташқи манбадан қувватни таъминлаш учун ишлатилади (USB улагичидан ёки бошқа тартибга солинадиган қувват манбаидан 5В бўлмаганда кучланиши ушбу пин орқали берилади.

Atmega328 микроконтроллерининг техник хусусиятлари

| | |
|------------------------|--|
| Микроконтроллер | АТmega328 |
| Кучланиши | 5 В |
| Кириш кучланиши | 7-12 В (тавсия этилади) |
| Кириш кучланиши | 6-20 В (чегара) |
| Рақамли кириш/чиқиш | 14 та шунд, 6 та пин |
| Аналог киришлар | 6 та |
| Доимий ток кириш/чиқиш | 40 А |
| Флеш хотира | 32 КБ (АТmega328), шундан 0,5 КБ юкловчи учун ишлатилади |
| ОЗУ | 2 Кб (АТmega328) |
| EEPROM | 1 Кб (АТmega328) |
| Такт частотаси | 16 МГц |

5 В микроконтроллер ва платадаги компонентларни қувватлантириш учун ишлатиладиган регуляция қилинган кучланиш манбаидан ташкил топган. Қувват VIN пинидан кучланиш регулятори орқали ёки USB улагичи ёрдамида тартибга солинадиган 5В кучланиш манбасидан таъминланиши мумкин. Atmega328 микроконтроллери 32 КБ флеш-хотирага эга, шундан 0,5 КБ юкловчини сақлаш учун ишлатилади. Arduino платформасида компьютер, бошқа Arduino қурилмалари ёки микроконтроллерлар билан боғланиш учун бир нечта қурилмалар ўрнатилган. АТmega328 (RX) ва (TX) пинлари орқали UART TTL (5В) серияли интерфейсини қўллаб-қувватлайди. Ўрнатилган АТmega328 микросхема бу интерфейсни USB орқали бошқаради, компьютер томонидаги дастурлар виртуал порти орқали плата билан "мулоқот қилади". АТmega328 стандарт USB COM драйверларидан фойдаланади, учинчи томон драйверлари талаб қилинмайди.

Windows да уланиш учун Ардуинони маълумот файли керак. Arduino дастурининг Серил Монитор платформага уланганда матнли маълумотларни юбориш ва қабул қилиш имконини беради. Платформадаги RX ва TX чироқлари FTDI чипи ёки USB уланиши орқали маълумотларни узатишда милтиллайди (лекин 0 ва 1 пинларда кетма-кет узатишдан фойдаланилганда эмас). Softwareserial кутубхонаси ёрдамида Ардуинонинг исталган рақамли пинлари орқали кетма-кет маълумотларни узатишни яратиш мумкин. АТmega328 I2S (TWI) ва SPI интерфейсларини қўллаб қувватлайди. Arduino I2S дан фойдаланиш қулайлиги учун WIRE кутубхонасини ўз ичига олади.

Муайян буйруқларни кодлашни частотани алмаштириш протоколида битлар $T_d = 1,92$ мс давомий кечикиш билан узатилади ва шунинг учун 520,83 бит / сония тезлиги қабул қилинган. Қабул қилувчига маълумотлар узатиш бошланишидан олдин битлар орасидаги чегараларни осонгина топишига имкон бериш учун узатишни бошида 16 байтли хабар юборилади. Демодулятор дастлаб 16 МГц соат частотасида ишлайдиган ATmega328 қурилмасида амалга оширилган бўлсада, уни бошқа AVR қурилмаларига осонгина мослаштириш мумкин.

Қурилмадаги таймер ва АРЎ кириш сигналини тўрт марта мантиқий даражадаги нол частотада ва уч марта мантиқий даражадаги битта частотада ёки 6250 Гцда намуна олиш учун ўрнатилади. Бу шуни англатадики, ҳар бир АРЎ намунасини қайта ишлаш учун $(16 \text{ МГц} / 6250 \text{ Гц}) = 2560$ МП цикли мавжуд.



2.10-расм. Демодулятор блок диаграммаси

Ҳар сафар янги АРЎ намунаси олинганида, у сўнгги 12 та АРЎ намунасининг буферига сақланади. Банд пасс филтрлари платформада жойлашган бўлиб, сўнгги 12 та АРЎ намуналарида ишлайди ва чиқиш катталиги ҳисоблаб чиқади. Синхронизация амалга оширилгандан сўнг, асосий белгилар UARTга узатилади. AVR ядроси ишлаши Atmel Студио 7.0.1645 ёрдамида C манба коддини яратиш ва уни Atmega328 Xplanet мини баҳолаш тўпламида ишлатиш орқали аниқланди. Кодга процессордан фойдаланишни ўлчаш бўйича баъзи ҳисоб китобларни киритиш ва трансмиттердаги частота хатолиғига ҳисоблаш учун баъзи бир кичик ўзгаришлар киритилди.

АРЎ намунасини олиш ва қайта ишлаш учун таймер цикллари керак. Филтрлаш ва синхронизация операцияларини, шунингдек демартланган белгиларни UARTга узатишни ўз ичига олади.

Бир АРЎ намунаси учун 2560 МП цикли мавжудлигини ҳисобга олсак, бу $(749/2560) * 100\% = 29,3\%$ дан асосий фойдаланиш ҳисобланади.[11]

Бу ерда модул + 5V стандарт тартибга солинадиган электр таъминотига уланган ва 3.7-расмда кўрсатилганидек UART интерфейси ўрнатилган.

Фақатгина RXD Arduinoни TXD модулга улаш керак ва TXD Arduino модули RXD га резистор кучланиш бўлувчиси орқали уланади. Ушбу кучланиш тақсимлагичи ардуино томонидан юборилган 5V мантиқий сигнални модул учун мос бўлган + 3.3V мантиқий сигналларига айлантириш учун тақдим этилган.

Arduino ва модул соҳасини алоҳида қувват манбалари ишлатилганда кучланишни аниқлаш учун уланган бўлиши керак. Ушбу қисмдаги тадқиқот иши Sim800 технологиясини симсиз электр сигналларни ўлчаш тизимига татбиқ этишни ва таклиф қилинаётган тизимнинг мақсадга мувофиқлигини таклиф қилинди.

Гибрид энергия таъминоти манбаларини масофадан мониторинг қилишда бир қанча қурилмалар (қурилма таъминотини ташкил этувчилари) вазифасига кўра таҳлил қилинди.

Қурилма таъминотининг асосий бўлаги бўлган микроконтроллерлар параметрларига кўра тестланди.

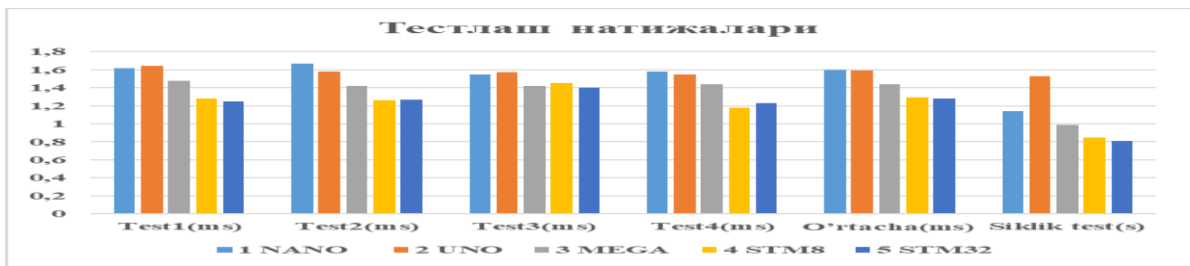
Натижа шуни кўрсатадики Atmega328 микроконтроллери энергия таъминоти манбаларини мониторинг жараёнларини амалга ошириш ҳамда дастурий интерфейслар билан боғлашда биз учун энг мақбули деб топилди.

Мониторинг жараёнларини амалга оширишда ҳудудларда мавжуд бўлган энергия таъминоти манбалари ҳолатини аниқлашда, турли хил сезгир элементлар ва улардан келувчи маълумотларни қайта ишлаб мониторинг иловаларига юборишда Atmega328, ҳамда сигнал узатиш модулларидан ташкил топган қурилма мажмуа ишлаб чиқилди.

2.3-жадвал

Микроконтроллерларни ишлаш вақти бўйича тестлаш.

| № | Modul | Test1(ms) | Test2(ms) | Test3(ms) | Test4(ms) | O'rtacha(ms) | Siklik test(s) |
|---|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|----------------|
| 1 | NANO | 1,62 | 1,67 | 1,55 | 1,58 | 1,6 | 1,14 |
| 2 | UNO | 1,64 | 1,58 | 1,57 | 1,55 | 1,59 | 1,53 |
| 3 | MEGA | 1,48 | 1,42 | 1,42 | 1,44 | 1,44 | 0,99 |
| 4 | STM8 | 1,28 | 1,26 | 1,45 | 1,18 | 1,29 | 0,85 |
| 5 | STM32 | 1,25 | 1,27 | 1,4 | 1,23 | 1,28 | 0,81 |



2.11-расм. Мониторинг қурилмасини тестлашдан олинган натижалар

Қурилма мажмуани ишлаб чиқишда қўлланилган микроконтроллернинг реал вақтдаги фойдали иш коэффициентини ҳисобланди.

$$K_{\phi} = \frac{(T_c - T_r)}{T_c} \quad (2.24)$$

Бу ерда K_{ϕ} – фойдали вақт коэффициентини, T_c – умумий вақт, T_r – маълумот узатиш вақти.

Бу ўрганиш босқичи симуляция ва тажриба тўғри деган хулосага келишимизга имкон беради. Arduinoдан фойдаланган ҳолда реал модел усулини жорий этишнинг ушбу тажрибаси бошланғич босқичида МП ўқитиш воситаси сифатида фақат битта Arduino платформаси мавжуд. Бу ғайриоддий эмас, чунки, бир томондан, МП тизими фақат сўнгги ўн йил ичида Ўзбекистонда ривожланган бўлса, бошқа томондан ривожланаётган Arduino дастурий таъминоти ўқитиш воситаси сифатида эндигина қабул қилишни бошлади ва биз ўтказган тажриба натижасида маълумот узатиш вақти $T_r = 1.4233$ мс ни ташкил қилди.

2.4-§ Гибрид энергия таъминоти манбали энерготизим кўрсаткичларини мониторинги тузилмасининг сигнал ўзгартириш жараёнларини параметрик тадқиқ

Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторинги тузилмаларида кечаётган жараёнлардаги сигнал ўзгартириш ҳолатларини масофадан назорат қилишнинг комплекс тизимларини жорий этишда сигнал ўзгартиришнинг элементларини танлаш мезонлари алоҳида ўрин тутади. Ушбу мезонлардан келиб чиққан ҳолда ишлаб чиқилган алгоритм ва дастурий таъминотнинг функционал имконияти қуйидагилар билан изоҳланади [16]:

- гибрид электр энергия манбаларини миқдорини аниқлаш ва жорий этиш харажатларини қоплаш муддатини камайтиришни эътиборга олиш, энергия манбалари ўрнатилмаган ҳолатда трансформатор ва кабелдаги қўшимча исрофларни аниқлаш, бир йиллик электр энергия иқтисодини ҳисоблаш ва бошқарув тадқиқотлари жараёнида ўзгартирилувчи қувват миқдорларини аниқлаш;

- аккумуляторлар, UPS каби қурилмалардаги ток ва кучланишни доимий равишда мониторинги қилиб бориш ҳамда натижаларни график кўринишида мониторинг тизимига юбориш.

Гибрид энергия таъминоти манбаларини масофадан мониторинг қурилмаларида узлуксиз сигнал ўзгартириш ва ҳолатларни масофадан мониторинги қилишда қурилма тузилишининг ўзгартириш бўлақларини рационал танлаш тадқиқот алгоритми блок схемаси 2.14-расмда келтирилган.

Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторингида бирламчи тоқларнинг иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигналга ўзгартириш қурилмасининг аниқлиги белгиланган энтропия хатолиги асосида аниқланади.

$\Pi = \{\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \dots, \Pi_n\}$ ва $B = \{B_1, B_2, B_3, \dots, B_n\}$ шунинг учун [97]

$$A(I_k, \Pi(B)) = \min \Delta \varepsilon(I_k, \Pi(B)), I_k \in (I_k \min I_k \max), \Pi(B) \in D(\Pi) \quad (2.4)$$

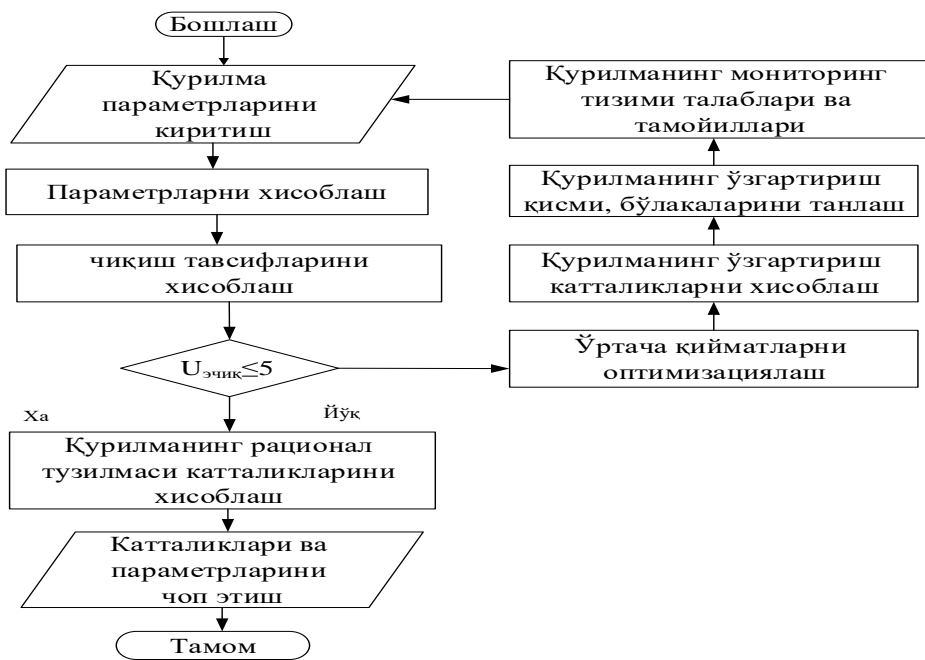
Гибрид энергия таъминоти манбаларида кўп фазали бирламчи тоқларининг иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигналга ўзгартириш қурилмасининг ўзгартириш бўлақларининг тезлиги динамик хусусиятлари билан белгиланади, тезлик ва инерциянинг асосий кўрсаткичи вақтнинг доимийси T дир.

Алоҳида элементларнинг вақт константаларига асосланиб, биз бутун $T_{пр}$ қурилманинг вақт доимийлигини ҳисоблашимиз мумкин. $T_{пр}$ ни назарий ёки экспериментал равишда олинган ўтиш чизиқларининг яқинлашиши асосида ҳам олиш мумкин.

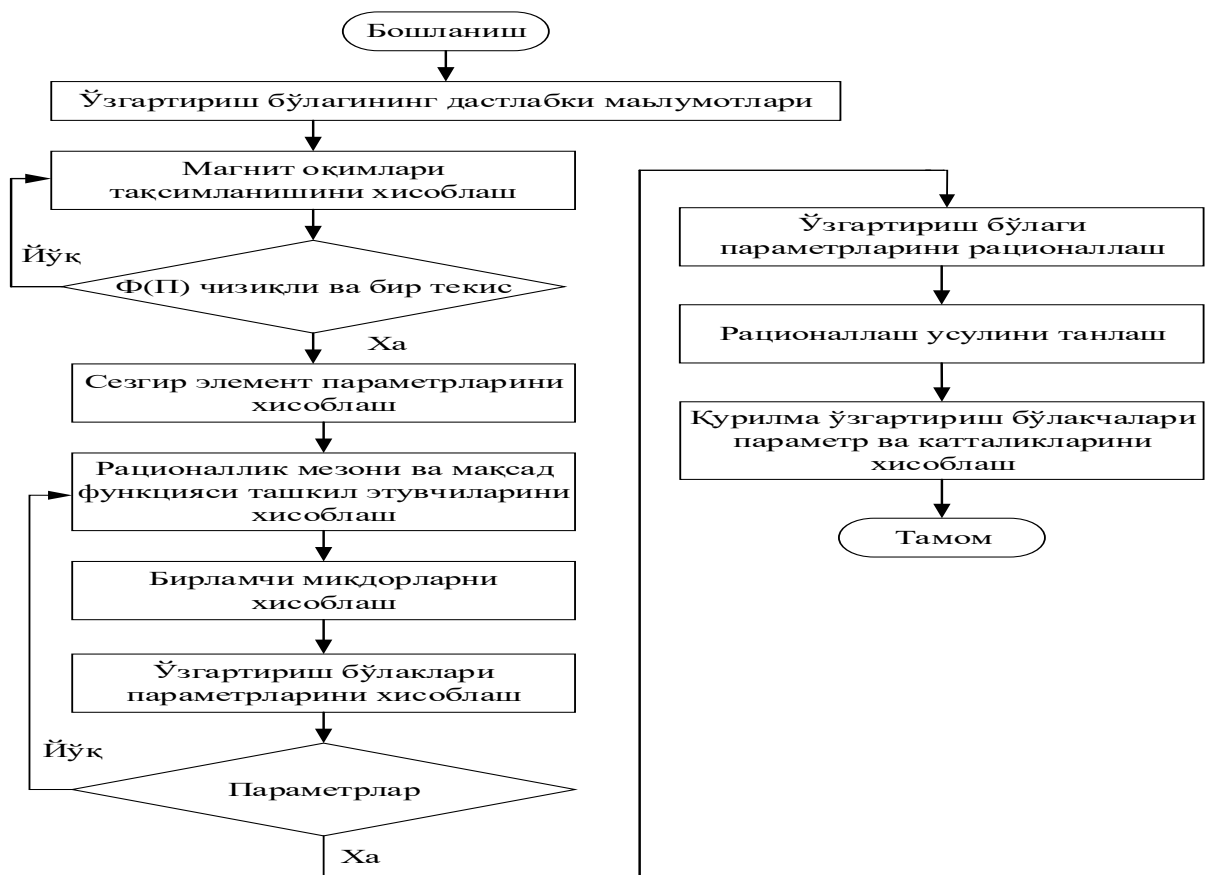
Мониторинг манбалари кўп фазали бирламчи тоқларининг иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигналга ўзгартириш қурилмасининг ишлаш мезонига мувофиқ минимал $T_{пр}$ вақт доимийсини топиш муаммосига қадар камайтирилиши мумкин [97].

$$F(I_k, \Pi(B)) = \min T_{пр}(I_k \in (I_k \min I_k \max)), \Pi(B) \in D(\Pi) \quad (2.25)$$

Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторингида кўп фазали бирламчи тоқларининг иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигналга ўзгартириш қурилмасининг ўзгартириш бўлақчалари параметрларини ҳисоблаш ва рационаллаш алгоритми асосида хулоса қилиш мумкинки, алгоритмнинг асосий босқичлари энергия таъминоти тизимининг қувватини бошқаруви ва бошқарув тизимлари талабларидан келиб чиққан ҳолда кириш маълумотлари қаторини тайёрлашда, тақсимлашни ҳисоблаш ва берилган тақсимотга эришиш ва магнит оқими, қурилманинг параметрларини ҳисоблашда, натижаларни рационаллаш мезони, чеклашларни шакллантиришда мақбул усулини танлашда, ўзгарувчан параметрлар учун даслабки яқинликларни ва $P = (P_1, P_2, P_3, \dots, P_N)$ - ечимлар соҳасини танлашда ишлатилади [97].



2.12.- Расм. Қурилма тузилишини рационал танлаш алгоритми.



2.13-расм. Гибрид энергия таъминоти манбаларининг мониторинги қурилмаини параметрларини ҳисоблаш ва рационаллаш алгоритмининг блок схемаси.

D (Π) рухсат берилган қийматлар мажмуасининг Π бошланғич яқинлашишининг миқдорини текшириш, параметрлик рационализация усулини танлаш, муаммонинг қўп қиррали эканлигини текшириш, қидирув майдонида $U_{\text{эчик}}$ чиқиш кучланишларининг мақбул миқдорларини текшириш, ҳисобланган қийматлар ва параметрларни аниқлаш имконини беради [12].

Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторинги қурилмаларида бирламчи тоқларини сигналга ўзгартириш асосий вазифа бўлиб, белгиланган талабларга жавоб берадиган ва қабул қилинган рационаллик мезонига мувофиқ келувчи энг яхши сифатли, қийматли ва меъёрланган чиқиш катталикларини таъминлашдир [6,11,12].

Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторингида реактив қувват манбалари қўп фазада бирламчи тоқларининг иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигналга ўзгартириш қурилмасининг ўзгартириш бўлақларини тадқиқоти 2.14-расмда кўрсатилган алгоритмга мувофиқ амалга оширилади. Қурилма тузилишининг тамойилининг умумий услубияти асосида босқичма-босқич параметрик ҳисоблаш ва тадқиқ этиш амалга оширилади. Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторинги ва сигнал ўзгарткичлари бошқаруви жараёнларини бирламчи тоқларини сигналга ўзгартириш бўлақларини лойиҳалашнинг қийинчиликларидан бири $U_{\text{эч}}$ чиқиш кучланиши учун мақбуллик меърий мезонини танлашдир. Сигнал ўзгартириш бўлақларини тузилиши дастлабки маълумотлари $I_k [I_{\text{мин}}, I_{\text{мак}}]$ – бирламчи кириш тоқлари, бирламчи тоқларни магнит катталикларга ўзгартириш бўлаги параметрлари, магнит ўзакнинг бўйлама, кўндаланг ва вертикал параметрлари магнит ўзгартириш бўлаги ва қисмларининг геометрик ўлчамлари тадқиқ этилди, булар сезгир бўлақнинг параметрлари $U_{\text{эчик}}$ ва $I_{\text{эчик}}$ катталикларидир.

Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторинги қурилмаларидаги жараёнларини бирламчи тоқларининг иккиламчи сигналга ўзгарткичнинг рационал параметрик тузиш натижасида унинг параметрлари ва қийматларини ўз ичига оладиган рационал катталиклар $I_k, U_{\text{эчик}}, \delta, W_2, R_{\mu}$ ни топиш керак.

Рационаллаштириш натижасида қурилмаларнинг параметрларини топиш керак, бунда чиқиш кучланишининг рационаллиги мезонининг мақбул қиймати $U_{\text{эчик}}$, -чиқиш миқдори қуйидагича аниқланади:

$$U_{\text{эчик}}(\Pi) = pa_{\text{эч}} \cdot U_{\text{эчик}}(\Pi), pa_{\text{эч}} \cdot \Pi = D(\Pi) \quad (2.26)$$

бу ерда $pa_{\text{эч}} \cdot U_{\text{эчик}}(\Pi)$ рационаллаштирилган $U_{\text{эчик}}(\Pi)$ - чиқиш кучланиши қийматлари, $D(\Pi)$ - берилган R_{μ} параметрлар миқдорлари учун мумкин бўлган, яъни улар қабул қилиши мумкин бўлган қийматлар ечимлар миқдорлари [79,86,97].

Гибрид энергия таъминоти манбаларини мониторинги қурилмаларининг жараёнларини бирламчи тоқларини сигналга ўзгартириш рационал тузилишини аниқлаш жараёнида қурилма ўз функцияларини бажаришини, кириш қийматларини ўзгартириш ва ўлчаш оралиғидан ташқарига чиқмаслиги ва ишлашини давом эттиришини ҳисобга олиш керак, бунда $I_{кир} = (I_{мин}, I_{мах})$, бу эрда $I_{кир мин}$, $I_{кир мах}$ кириш миқдорларининг минимал ва максимал қийматлари - қувват манбаларининг ҳосил қилаётган тоқлар.

Рационал параметрларни қидириш учун қурилманинг математик модели шакллантирилди.

Математик моделларнинг маълумотлари таҳлили шундан далолат берадики, биринчидан, ўзгарткичлар информандир, иккинчидан, улар ҳақиқий ўзгартириш жараёнларида иштирок этадилар (II –бобнинг дастлабки маълумотлари асосида ишлаб чиқилган ва тақдим этилган қурилма таъминотдан олинган тажриба маълумотлар ва математик моделларнинг мослигини тасдиқлайди), учинчидан, чиқиш миқдори ва моделларнинг параметрлари ўзгарувчан параметрлар ва миқдорларнинг кириш таъсирлари билан ўзаро боғлиқлигини аниқ акс эттиради, тўртинчидан, бу математик ва граф моделлар жуда содда ва микропроцессор мониторинги тизимлари татбиқ этилган. Юқорида айтилганларнинг барчаси ушбу математик ва граф моделлар мақбул тузилиш учун ишлатиладиган математик Энергия таъминотида кўп параметрли бирламчи тоқларининг иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигналга ўзгартиришга асосланган мажмуаларини лойиҳалашда энг катта вазифалар аниқликнинг ошиши, чизиқли статик тавсифни олиш, ишончилиқнинг ошиши, диапазон ва сигнал ўзгартириш имкониятларининг кенгайиши билан боғлиқ [86-90,97].

Гибрид энергия таъминоти манбаларини мониторингида сигнал ўзгартириш жараёнларини лойиҳалаштиришдаги асосий вазифа, қўйилган талабларни қониқтирадиган ва қабул қилинган мезон нуқтаи назаридан энг яхши асосий тавсифларни олиш ҳисобланади. Қурилмани лойиҳалаштиришда бирламчи тоқни ўзгартириш диапазони (0÷1000 А), сезгирлик (0.5÷2 В/А), ишончилиқ (0.95), тезкорлик (0.1 сек) ва аниқлик (±0.5%) мезонлари талабаларини таъминлаш мураккаб масалалардан ҳисобланади.

Қурилмани параметрик лойиҳалаштириш натижасида ўзгарткичнинг a_{OIT} кенглиги ва b_{OIT} баландлиги, $I_{х.о OIT}$ ҳаво оралиғининг баландлиги, $S_{сэ OIT}$ сезгир элементнинг кесим юзаси, сезгир элементнинг $w_{сэ OIT}$ ўрамлар сони, μ_{OIT} пўлатнинг магнит сингдирувчанлигига мос келувчи қийматларни топиш зарур бўлади, улар қурилманинг умумий параметрларини (\bar{a}) ташкил этади:

$$\bar{a} = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6\} \quad (2.27)$$

бу ерда: $a_1=a_{OПТ}$; $a_2=b_{OПТ}$; $a_3=l_{x.o} OПТ$; $a_4=S_{CЭ} OПТ$; $a_5=w_{CЭOПТ}$; $a_6=\mu_{OПТ}$.

Курилманинг сезгирлик, аниқлик ва тезкорлик параметрлари бўйича лойиҳалаштиришнинг асосий масалаларни кўриб чиқамиз. Сезгирлик мезони бўйича курилмани лойиҳалаштириш масаласи қуйидагича тавсифланади ва танланган тузилма бўйича қуйидаги статик тавсифга эга бўламиз:

$$U_{чик} = 2 \pi f w_{CЭ} S_{CЭ} w_{кур} \mu_0 \mu \frac{1}{l_{нўл} + \mu l_{x.o}} I_{1\phi} \quad (2.30)$$

Курилма сезгирлигини ошириш масаласи реал тавсифни чизиқли ўзгартиришга боғлиқ равишда аппроксимациялаш йўли билан ҳал этилади [29]:

$$U_{чик} = A I_{1\phi} + B \quad (2.33)$$

Δэ энтропияли хатолик асосида курилманинг аниқлигини ошириш учун аниқлик бўйича қуйидаги татқиқ масаласи δ_{Σ} ташкил этувчиларини минималлаштириш йўли билан ҳал этилади, айнан:

$$\delta_{w_{CЭ}}, \delta_{S_{CЭ}}, \delta_{x.o} \dots \quad (2.38)$$

У ҳолда

$$\Delta_{\Sigma} = K_{\Sigma} \cdot \delta_{\Sigma} = K_{\Sigma} \cdot \sqrt{\delta_{w_{CЭ}}^2 + \delta_{S_{CЭ}}^2 + \delta_{x.o}^2 + \dots} \quad (2.39)$$

Сигнал ўзгартириш жараёнини мониторинги қилишда параметрларини ҳисоблаш ва такомиллаштириш юқорида келтирилган курилма таъминотининг функционал тузилмалари ва граф моделлари асосида бажарилган.

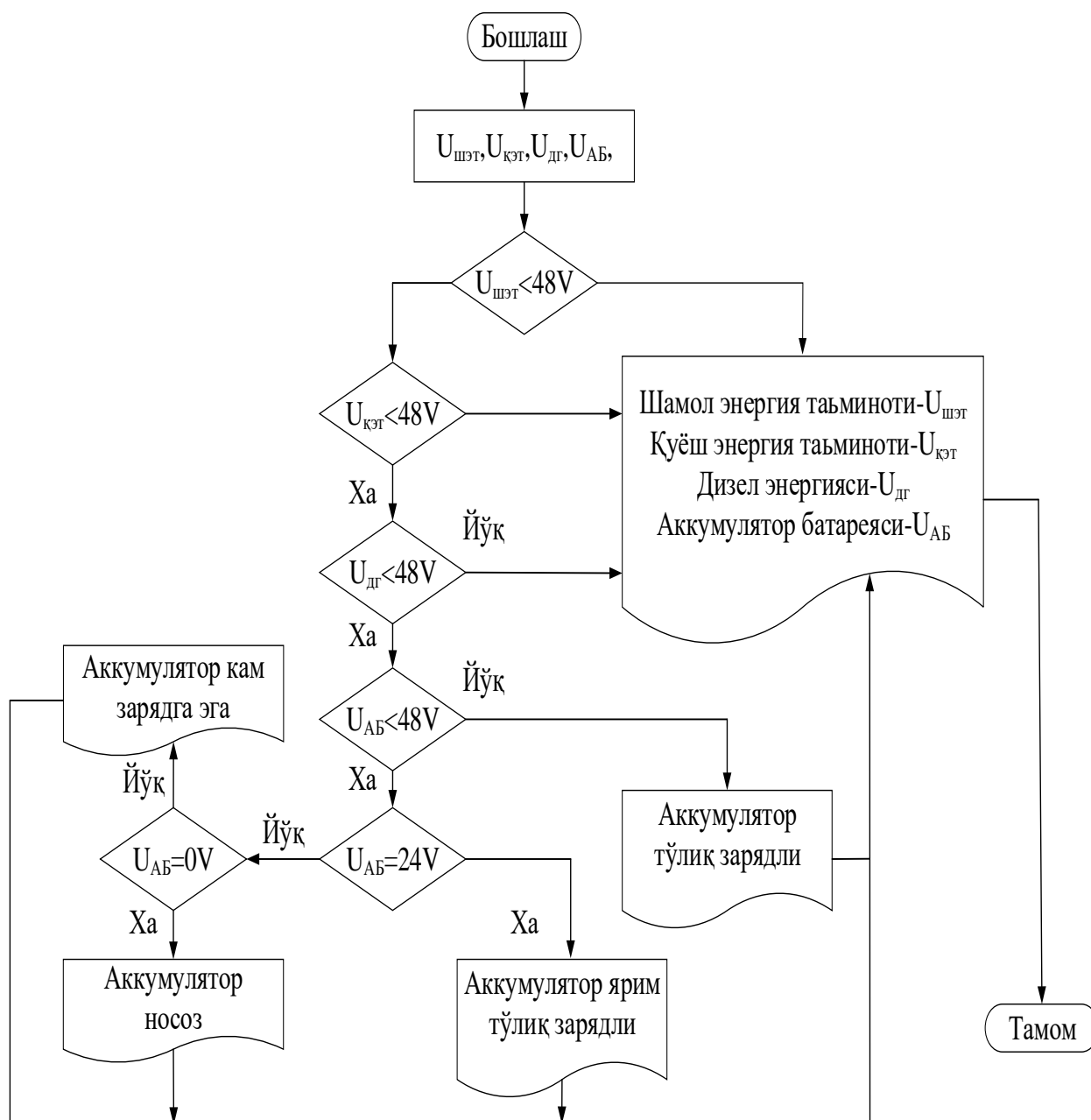
2.4.1-§ Гибрид энергия таъминоти манбали энерготизим кўрсаткичларини мониторинг сигналларини меёрлаш

Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторинги жараёнларига Arduino технологияларининг жорий этилиши қайта тикланувчан энергия манбаларини интеграциялашда энергия таъминоти ишончилиги ва сифатини ошириш ҳисобига зарарни камайтиришга имкон беради. Бу технология курилма электр энергиясининг рационал истеъмоли, энергия таъминотидаги узилишларни қисқартириш мақсадига йўналтирилган. Фойдаланиш жараёнидаги оперативлик ва реакциянинг активлиги талаб қилинаётган сифатни белгилайди.

Замонавий автоматлаштириш воситаларидан иборат энергия таъминоти таркибига турли хилдаги энергия манбаларининг самарадорлигини адаптив бошқаришга йўналтирилган тизимлар киради. Шундан келиб чиқиб тадқиқот доирасида шу каби тизимнинг алгоритмини ишлаб чиқиш амалга оширилган.

Алгоритмда энергия таъминоти манбалари электр энергия ишлаб чиқариш кувватининг маълум кучланиш бўйича шартлари асосида ташкил этилган. Юқорида келтириб ўтилган қурилма таъминотининг функционал модуллари асосида қурилмада кечувчи, яъни манбалардан келувчи кучланиш кўринишидаги сигналларни қайта ишлаб марказлашган мониторинг тизимига етқизишни таъминлаб беради. (2.14-расм)

Ишлаб чиқилган алгоритмда энергия истеъмолидан келиб чиққан ҳолда гибрид энергия манбаларнинг бир қанча параметрлари юборилади ва керак бўлган ҳолатларда микроконтроллер дастурий воситаларида бириктирилган формулалар асосида аниқликка эришиш таъминланади [4].



2.14-Расм. Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторинги қурилмалари мажмуасининг ишлаш алгоритми.

Arduino микроконтроллер блокнинг бошқарув дастури C++ дастурлаш тилида муҳитида яратилган бўлиб, электр энергия манбаларини истеъмолчи юкмасига боғлиқ ҳолда мониторинг қилиш учун ишлаб чиқилган алгоритм асосида ишлайди. У манбалардан келадиган сигналларга мос равишда манба кучланишлари қийматларини ҳисоблайди ва берилган шартлар кўра уларни энергия таъминоти қурилмаларига улаб беради. Бунда қайта тикланувчи энергия таъминоти манбалари (ШЭТ ва ҚЭТ) асосий манба ҳисобланиб, улар энергия истеъмоли қурилмаларига релелар орқали уланади.

Микроконтроллер блоки ШЭТдан келадиган сигнални қурилма сезгир элементи ёрдамида ҳисоблайди.

Агар ШЭТдан келадиган кучланиш 48В ёки ундан каттароқ бўлса ($U_2 \geq 220\text{В}$), микроконтроллер блоки уни реле бошқарув қурилмаси ёрдамида энергия таъминоти қурилмаларига улайди.

Агар ШЭТдан келадиган кучланиш 48В дан кам бўлса ($U_2 < 220\text{В}$), микроконтроллер блоки кейинги манба ҚЭТдаги кучланишни датчик ёрдамида ҳисоблайди. Агар ҚЭТдан келадиган кучланиш 48В ёки ундан каттароқ бўлса ($U_3 \geq 48\text{В}$), микроконтроллер блоки уни реле бошқарув қурилмаси ёрдамида бошқа энергия таъминоти манбаларига улайди. ҚЭТдаги кучланиш ҳам 48В дан кам бўлса ($U_3 < 48\text{В}$), у ҳолда навбатдаги манба МЭТдаги кучланиши аниқланади.

Агар МЭТдаги кучланиш 48Вдан камайса ёки ушбу манба ишдан чиқса ($U_1 < 220\text{В}$), у ҳолда микроконтроллер блоки реле бошқарув қурилмаси ёрдамида АБ захира манбаини реле орқали энергия истеъмоли манбаъсига улайди. Шу билан бирга микроконтроллер блоки АБдаги кучланишни датчик ёрдамида маълум вақт оралиғида ҳисоблаб боради ва белгиланган порт ёрдамида авария сигналини маълумот узатиш яъни GSM модули орқали web саҳифага узатади.

Мониторинг қилиш учун мўлжалланган rwcontrol.uz тизимида эса ушбу жараёнда қурилмалардан келадиган параметрлар асосида носозлик ҳолатини акс эттирувчи маълумот ҳосил бўлади.

Ушбу тизимда қайта тикланувчи электр таъминот манбалари (ШЭТ ва ҚЭТ) асосий манба ҳисобланганлиги учун улардаги кучланиши доимий текшириб турилади. Уларда ишлаб чиқиладиган кучланиш ихтиёрий вақтда 48В дан ошса ($U_2 \geq 48\text{В}$ ёки $U_3 \geq 48\text{В}$) энергия истеъмол қилувчи объектлар қайси манбага уланганидан қатий назар, узилади ҳамда реле орқали қайта тикланувчи электр таъминот манбаларидан бирига уланади.

Қурилма учун ишлаб чиқилган имитацион моделда қўлланилган конвертор, МЭТ ҳамда ШЭТдан келувчи 220В ўзгарувчан кучланишни 48В ўзгармас кучланишга ўзгартириб беради.

Имитацион моделдаги GSM модул маълумотларни кўриш, таҳлил қилиш ва мониторинг тизимига узатиш учун хизмат қилади. Сенсорлар Arduino микроконтроллер блокиннинг хамма портларига уланган бўлиб, у оператор томонидан зарур бўлганда тизимни таҳлил қилиш ва маълумотлар баъзасига узлуксиз таъминлаб бериш учун мўлжалланган. GSM модули Arduino микроконтроллер блокиннинг D0 (RX), D1 (TX) рақамли портига уланган бўлиб, манбаларнинг қувватлари, сарфланаётган энергия ва адаптив бошқарув тўғрисидаги маълумотларни мониторинг маркази серверига реал вақт давомида мобил интернет тармоғи орқали юбориш учун хизмат қилади.

Модел ёрдамида энергияни МЭТ, ШЭТ, ҚЭТ, АБ сидан ва манбалар комбинациясидан олишда қурилмаларнинг чиқиш сигналларини ўзгаришлари тадқиқ қилинади.

2.4.2-§ Мониторинг қурилмаларининг иш ҳолатларини кўрсаткичлари

Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторинги жараёнларини амалга ошириш учун ўлчаш ва назорат қурилмаларининг ишончли ишлашининг умумий ҳолатини белгилайдиган омиллардан бири бу шлчов ва назорат қурилмаларининг сигнал ўзгартирадиган алоҳида бўлаклари ва элементларининг ишончли иш ҳолатидир. Бирламчи ток ўзгартиргичнинг сигналлари ёрдамда иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигналлар ҳосил қилиш тамойилини таҳлил қилиш асосида мумкин бўлган ҳолатларни ўрганиш усули ишлаб чиқилган бўлиб, ишончилилик кўрсаткичлари ва ўзгартириш элементларининг ҳолатларини тадқиқот натижалари 2.4- жадвалда келтирилган.

$$P_{\text{қурилма элементи}} = 0,99; \quad (2.42)$$

$$P_{\text{электр ўтказгич}} = 0,99;$$

2.4-жадвал

Икки элементли қурилманинг иш ҳолати эҳтимоллиги маълумотлари.

| Қурилма элементи ҳолати | Қурилма ишчи ҳолати эҳтимоллигини ҳисоблаш модели | Қурилма элементлари ва уларнинг ҳолатлари | Натижалар |
|-------------------------|---|--|-------------------|
| C_1 | $P_1 P_2$ | C_1 –бирламчи чўлғам ва C_2 –иккиламчи чўлғам иш ҳолатида | $0,99 \cdot 0,99$ |
| C_2 | $P_1 (1 - P_2)$ | қурилманинг ишдан чиққан ҳолати | $0,99(1-0,99)$ |
| C_3 | $P_2 (1 - P_1)$ | қурилма ишдан чиққан ҳолати | $0,99(1-0,99)$ |

$$P_{total} = P_1P_2 - P_1(1 - P_2) - P_2(1 - P_1) = 0,99 * 0,99 - 0,99(1 - 0,99) - 0,99(1 - 0,99) = 0,98.$$

Жадвалда келтирилган икки элементли бир фазали бирламчи токни иккиламчи кучланиш кўринишидаги сигналга ўзгартиришнинг ишлаш тамайилини таҳлили асосида уч элементли қурилмалар ишончилигини аниқлаш ҳолатлари шаклида келтирилган.

Бирламчи тоқлар мониторинги қурилмаларининг элементларини мумкин бўлган ишончли ишлаш ҳолати белгиловчи факторларидан ҳисобланади. Бирламчи тоқларни иккиламчи сигналга ўзгартириш уч элементли қурилманинг асосий ўзгартириш элементларини (магнит ўзгартириш элементи – магнит ўзак, сезгир элемент (Роговский белбоғи, иккиламчи оддий ёки ясси ўлчов чулғами ва тармоқ ток ўтказгичини иш ҳолатда бўлиш эҳтимоллиги мос равишда қуйидагича қабул қилинган:

$$\begin{aligned} P_{\text{магнит}} &= 0.99; \\ P_{\text{сезгир элемент}} &= 0.99; \\ P_{\text{бирламчи чулғам}} &= 0.99; \end{aligned} \tag{2.43}$$

Уч элементли қурилманинг иш ҳолатларини кўрсаткичларини умумлаштириб, 2.5– жадвалда келтирилган қурилманинг ишчи ҳолати эҳтимолликлари моделлари асосида мажмуанинг умумий иш қобилияти эҳтимоллиги шакллантирилган.

2.5 – жадвал

Уч элементли қурилманинг ишчи ҳолати кўрсаткичлари

| қурилма алоҳида элементи ҳолати | қурилма ишчи ҳолати эҳтимоллигини ҳисоблаш модели | қурилма элементлари ва уларнинг ҳолатлари | натижалари |
|---------------------------------|---|--|------------|
| C ₁ | $P_1P_2P_3$ | 1 - магнит ўзгартириш элементи, 2- сезиш элементи, 3- тармоқ ток ўтказгичи иш ҳолати | 0,970299 |
| C ₂ | $P_1P_2(1 - P_3)$ | сезгир элемент ишдан чиққан ҳолат. | 0,009801 |
| C ₃ | $P_1P_3(1 - P_2)$ | магнит ўзгартириш элементи ишдан чиққан ҳолат. | 0,009801 |
| C ₄ | $P_2P_3(1 - P_1)$ | кўзғатиш элементи ишдан чиққан ҳолат. | 0,009801 |
| C ₅ | $P_1(1 - P_2)(1 - P_3)$ | магнит ўзгартириш ва сезгир элементлар ишдан чиққан ҳолат. | 0,000099 |
| C ₆ | $P_2(1 - P_1)(1 - P_3)$ | кўзғатиш элементи ва сезгир элементлар ишдан чиққан ҳолат | 0,000099 |
| C ₇ | $P_3(1 - P_1)(1 - P_2)$ | кўзғатиш элементи ва магнит ўзгартириш элементлари ишдан чиққан ҳолат | 0,000099 |

Бир фазали токни мониторингида уч элементли қурилманинг умумий ишончилилик кўрсаткичи $P_{\text{умумий}}$ ишчи ҳолатлари эҳтимолликларини ҳисоблаш моделлари асосида қуйидагича аниқланади:

$$P_{\text{умумий}} = P_1 P_2 P_3 - P_1 P_2 (1 - P_3) - P_1 P_3 (1 - P_2) - P_2 P_3 (1 - P_1) - P_1 (1 - P_2) (1 - P_3) - P_2 (1 - P_1) (1 - P_3) - P_3 (1 - P_1) (1 - P_2) = 0,9875. \quad (2.44)$$

Бирламчи токларни кучланишга ўзгартириш тўрт элементли қурилманинг сигнал ўзгартириш тамойилини таҳлил қилиб, ўзгартириш элементларининг ишончилигини аниқлаш мумкин бўлган ҳолатлари (2.5-жадвал) тузилган. Жадвалдан кўришиб турибдики, барча ўзгартириш элементларининг мумкин бўлган иш ҳолатларининг эҳтимоллигини умумлаштирилиб, мажмуа ишлаш ҳолатлари эҳтимоллиги аниқланади.

Уч фазали бирламчи токларини кучланиш кўринишидаги сигналга ўзгартириш тўрт элементли қурилманинг асосий ўзгартириш элементларининг (магнит ўзаклар, сезиш элементи ва қўшимча стерженлар ва ток ўтказгичлар бирламчи чулғамлар) иш ҳолатда бўлиш эҳтимоли қуйидагича қабул қилинган [18-19]:

$$P_1 = 0.99; P_2 = 0.99; P_3 = 0.99; P_4 = 0.99; \quad (2.45)$$

Қурилма элементларининг иш ҳолатларда бўлиш эҳтимоллигини умумлаштириб, тўрт элементли мажмуанинг иш ҳолати эҳтимоллиги 2.6-жадвалда келтирилган кўрсаткичлар асосида шакллантирилган:

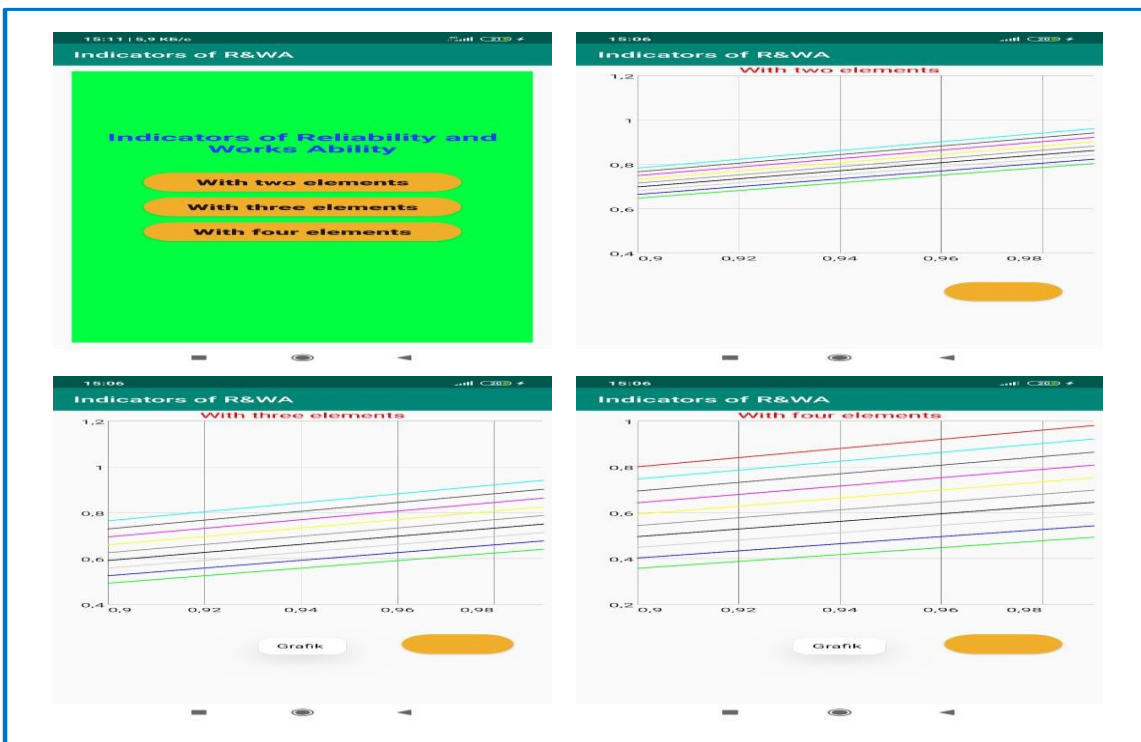
2.6 - жадвал

Тўрт элементли қурилманинг иш ҳолати кўрсаткичлари

| № | қурилма алохида ҳолати | қурилма иш ҳолати моделлари | Қурилма элементлари ишчи ҳолати эҳтимоллигининг миқдорий кўрсаткичлари | Қурилма қисмлари ва уларнинг умумий ҳолатлари |
|---|------------------------|-----------------------------|--|--|
| 1 | C1 | $P_1 P_2 P_3 P_4$ | 0,96059601 | 1 -магнит ўзак, 2 -сезиш элементи. 3-қўшимча стерженлар, 4 -бирламчи чулғам |
| 2 | C2 | $P_1 P_2 P_3 (1 - P_4)$ | 0,00970299 | 1;2;3 |
| 3 | C3 | $P_1 P_2 P_4 (1 - P_3)$ | 0,00970299 | 1;2;4 |
| 4 | C4 | $P_1 P_3 P_4 (1 - P_2)$ | 0,00970299 | 1;3;4 |
| 5 | C5 | $P_2 P_3 P_4 (1 - P_1)$ | 0,00970299 | 2;3;4 |

| | | | | |
|----|-----|----------------------------|------------|-----|
| 6 | C6 | $P_1P_2(1-P_3)(1-P_4)$ | 0,00009801 | 1;2 |
| 7 | C7 | $P_2P_3(1-P_1)(1-P_4)$ | 0,00009801 | 2;3 |
| 8 | C8 | $P_3P_4(1-P_1)(1-P_2)$ | 0,00009801 | 3;4 |
| 9 | C9 | $P_1P_4(1-P_2)(1-P_3)$ | 0,00009801 | 1;4 |
| 10 | C10 | $P_1P_3(1-P_2)(1-P_4)$ | 0,00009801 | 1;3 |
| 11 | C11 | $P_2P_4(1-P_1)(1-P_3)$ | 0,00009801 | 2;4 |
| 12 | C12 | $P_1(1-P_2)(1-P_3)(1-P_4)$ | 0,00000099 | 1 |
| 13 | C13 | $P_2(1-P_1)(1-P_3)(1-P_4)$ | 0,00000099 | 2 |
| 14 | C14 | $P_3(1-P_1)(1-P_2)(1-P_4)$ | 0,00000099 | 3 |
| 15 | C15 | $P_4(1-P_1)(1-P_2)(1-P_3)$ | 0,00000099 | 4 |

Курилма бўлаклари элементларини ҳисоблашни доимий равишда келтирилган кийматлар асосида графиклар чизилиб учун дастурий мобил иловалар орқали акс эттирилган (2.16-расм).



2.16-расм. Курилма бўлаклари элементларини ҳисоблаш

$$\begin{aligned}
P_{\text{Ушумий}} = & P_1P_2P_3P_4 - P_1P_2P_3(1-P_4) + P_1P_2P_4(1-P_3) - P_1P_3P_4(1-P_2) + P_2P_3P_4(1-P_1) - P_1P_2(1-P_3)(1-P_4) \\
& + P_2P_3(1-P_1)(1-P_4) + P_3P_4(1-P_1)(1-P_2) - P_1P_4(1-P_2)(1-P_3) - P_1P_3(1-P_2)(1-P_4) - P_2P_4(1-P_1)(1-P_3) \\
& - P_1(1-P_2)(1-P_3)(1-P_4) - P_2(1-P_1)(1-P_3)(1-P_4) - P_3(1-P_1)(1-P_2)(1-P_4) - P_4(1-P_1)(1-P_2)(1-P_3) = 0,92.
\end{aligned}$$

Юқорида келтириб ўтилган солиштирма жадваллар асосида қурилма бўлақларининг ишончли ишлашининг умумий ҳолати белгиланди ва ҳисобланган миқдор қурилмани амалиётга қабул қилиш имконияти даражалигини исботлайди.

Иккинчи боб бўйича хулосалар

1. Гибрид энергия таъминоти манбалари мониторинги жараёнларида сигналларни ўзгартириш усуллари электр тоқларини мониторинг қурилмаларида кечувчи жараёнларнинг ишлаш архитектураси ишлаб чиқилди.

2. Гибрид энергия таъминоти манбаларини масофадан мониторинг қилиш аппарати архитектурасидан келиб чиқиб, қурилмада кечувчи жараёнларнинг граф тузилмаси ишлаб чиқилди.

4. Яратилган граф тузилмаси асосида тадқиқ этилаётган қурилмалардан иборат мониторинг мажмуасининг элементлари бир бирига мос равишда функционал модулар кўринишида шакллантирилди.

5. Мониторинг жараёнларини амалга оширишда қурилманинг ҳисобланган назарий (Н) ва тажрибавий (Т) статик таснифларнинг миқдорлари асосида улар орасидаги фарқ яъни хатоликлар ҳисобланди, яратилган қурилма етарли аниқликни таъминлаши асосланди, энергия таъминоти мониторинг қурилмалари ва бўлақларининг узатиш функция ва коэффициентларининг турли кириш қийматларида ($K = 0,9 - 1,1$) ва ўзгариш вақти доимийсининг Т турли қийматларида ($T = 0,1 - 0,3$) қурилманинг динамик таснифлари олинди ва натижалар қурилманинг тезкорлик бўйича талабларга мос келишини кўрсатди.

6. Мониторинг қурилмасида кечувчи сигнал ўзгартириш жараёнларидаги хатоликлар ва ишончлилик кўрсаткичлари аниқлаш ҳамда яратилган қурилма бўлақлари элементларини статик ва динамик таснифларини ҳисоблашнинг аналитик ифодалари асосида натижаларни тезкор ҳисоблашнинг мобил иловаси яратилди ва амалиётга татбиқ этилди.

III БОБ. МАРКАЗЛАШГАН ВА ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧАН ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ АСОСИДАГИ ЭНЕРГОТИЗИМ ЧИҚИШ ПАРАМЕТРЛАРИНИ СИМУЛЯЦИОН СТЕНДИ АСОСИДАГИ ТАЖРИБАВИЙ НАМУНАСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

3.1-§. Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим чиқиш сигналлари асосида мониторинги катталиқ ва параметрларини баҳолашнинг IoT архитектураси

Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим энергия истеъмолчиларини узлуксиз электр энергия билан таъминлашда ҳар хил турдаги энергия таъминоти манбалари ва уларни доимий назоратини ҳамда бошқарувини таъминловчи воситаларга бўлган талаб жуда юкори бўлмоқда [39].

Узлуксиз электр энергия билан таъминлаш жараёнида бу иккала турдан бир вақтнинг ўзида фойдаланилиши мумкин ва бу жараён истеъмолчининг истеъмол қувватидан келиб чиқиб амалга оширилади. Электр энергия ишлаб чиқариш ва унинг сарфидан келиб чиқиб жараёнларни бошқариш бугунги кунда энергетика соҳасига ахборот технологиялари соҳасининг қурилма ва дастурий воситаларининг яъни IoT технологиясининг тўлиқ кириб келиши кераклигини талаб қилмоқда [36].

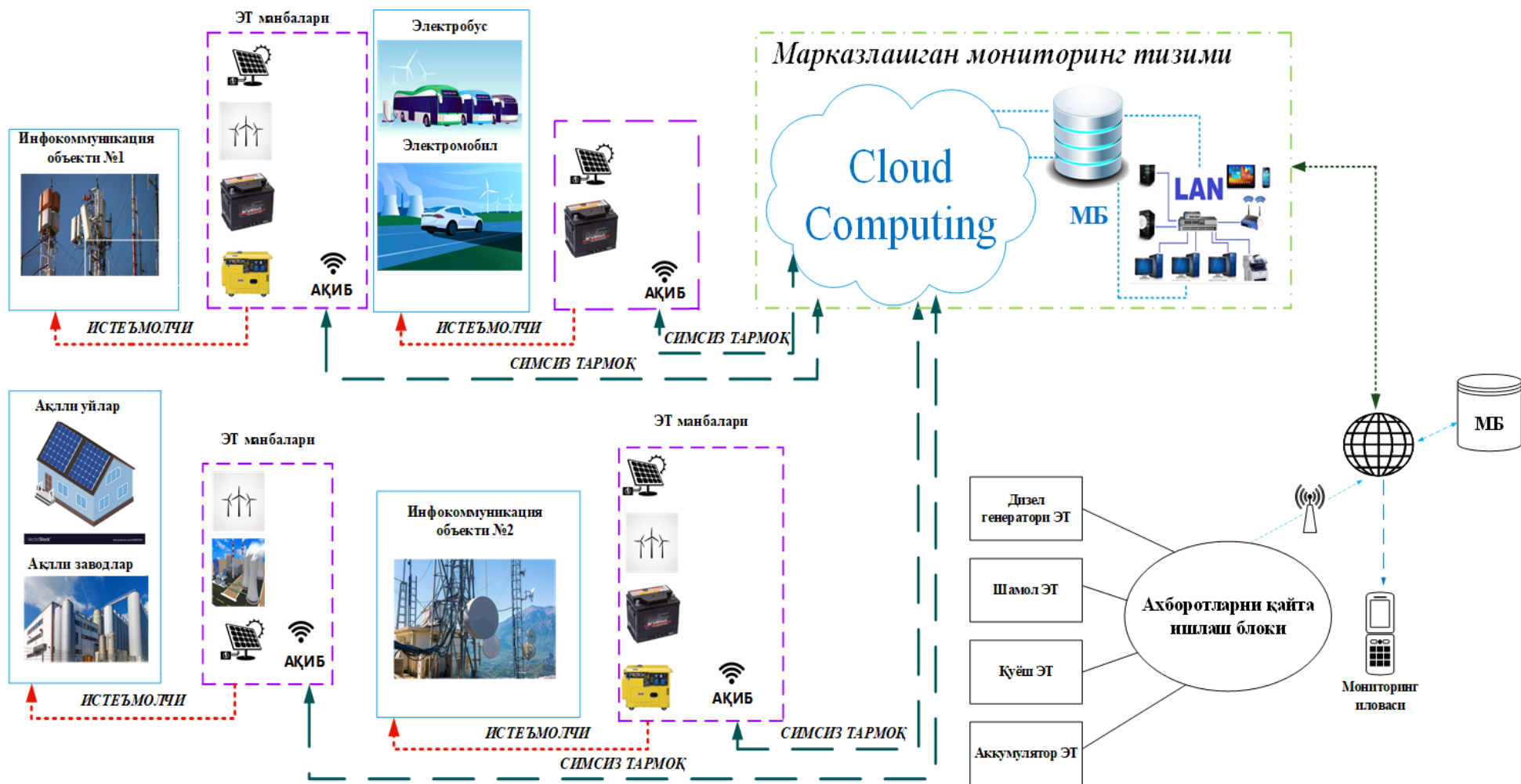
Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим энергия таъминотини доимий назорат ва бошқаруви жараёнларини турли сезиш элементлари асосида қарор қабул қиладиган рақамли ва интеллектуал микроконтроллерлар ёрдамида амалга оширилади [23,34-37].

Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим энергия таъминоти манбаларини мониторинг қилишда IoT технологияси ўз ичига турли сезгир элементлар, сенсорлар ва уларни интеграция жараёнларини олади. IoT технологияси ёрдамида манбаларни фақатгина мониторинг минтақаларда жойлашган сигнал қабул вқилиш ва ўзгартириш қурилмалари ва сенсорлардан келаётган маълумотдар асосида энергия сарфи ҳамда истеъмолчиларнинг истемол қувватларини доимий маълумотлар баъзасида баҳолаб боради (3.1-расм). У асосан учта қисмдан иборат:

манбалар тўғрисида маълумотларни олиш,

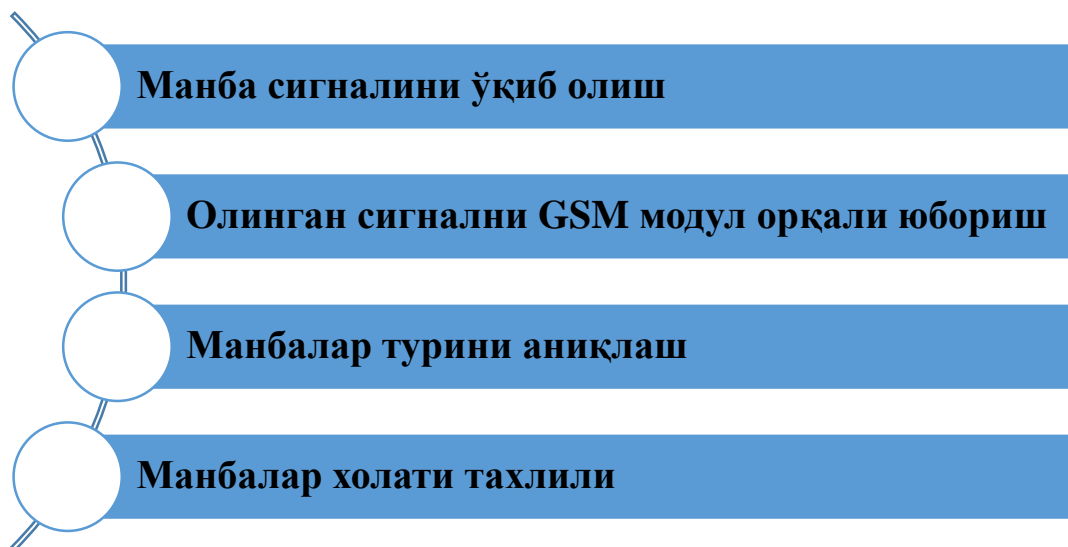
қайта ишлаш блокада ўзгартириш,

масофадан мониторинг тизимига етказиб бериш ва назорат қилиш бўлими.



3.1-расм. Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим энергия таъминоти манбаларини мониторинг қилишнинг IoT архитектураси.

Микроконтроллер (махсус ишлаб чиқилган қурилма) сенсор кириш сигналларини учта киришдан олади ва уларни реал вақт режимида GSM сигнал узатиш воситаси ёрдамида серверга узатади. Маълумотлар Sim800 модули орқали узатгандан кейин, интернет тармоғи орқали мониторинг иловасига (яъни серверга) юборилади. IoT технологиясига асосланган ҳолда энергия таъминоти манбаларини мониторинг қилиш тизими қуйидаги вазифаларни босқичма босқич бажаради [42].



3.2- расм. IoT технологияси асосидаги марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим мониторинг жараёнини босқичлари.

Тадқиқотнинг назарий ва амалий натижаларига кўра, таклиф қилинган мажмуанинг мақсадга мувофиқлиги исботланган. Техниканинг инвазив бўлмаган хусусияти уни тадқиқот учун ҳам, ҳар қандай шароитда ҳам ўзига жалб қилувчи воситага айлантиради. Симсиз узатиш тизими манбанинг олинган маълумотларни сақлаш ва интернет тармоғи орқали мониторингга узатишга имкон беради. Энергия таъминоти манбаларидан олинган маълумотларни масофадан мониторинг дастурий мажмуасига юбориш жараёнини компьютерда синов дастурий воситаси ёрдамида сошлаш жараёни кетма кетлиги 3.3-расмларда келтирилган.



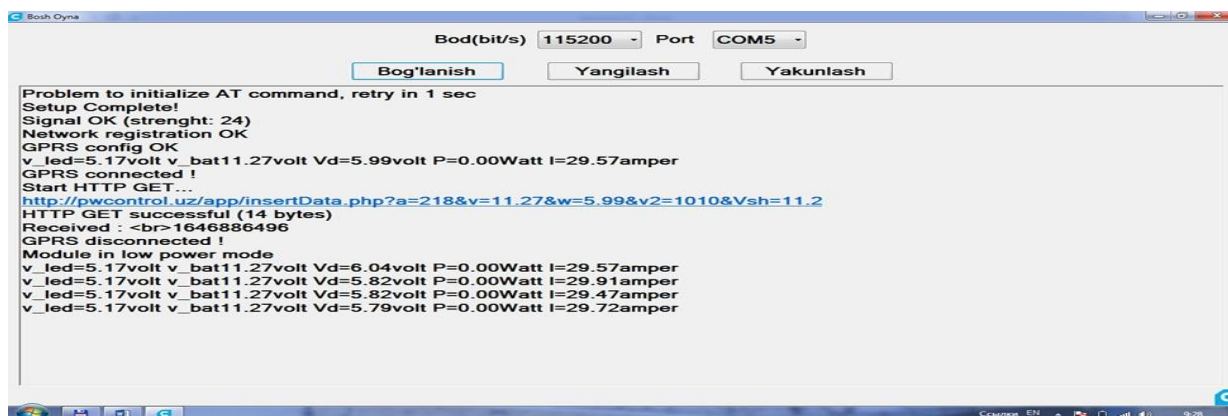
3.3-расм. Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим мониторинги мажмуасини ишга тушириш

Дастлаб марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим энергия манбалар ва ўлчов ва назорат қурилмалари ўртасида боғланишлар амалга оширилади. Боғланишларни амалга оширишда биринчи навбатда энергия манбалари билан қурилмадан чиқаётган сигналлар миқдори ва ҳолатини сезгир элементга йўналтиришга мўлжалланган кировчи симлар ёрдамида амалга оширилади. (3.4-расм)



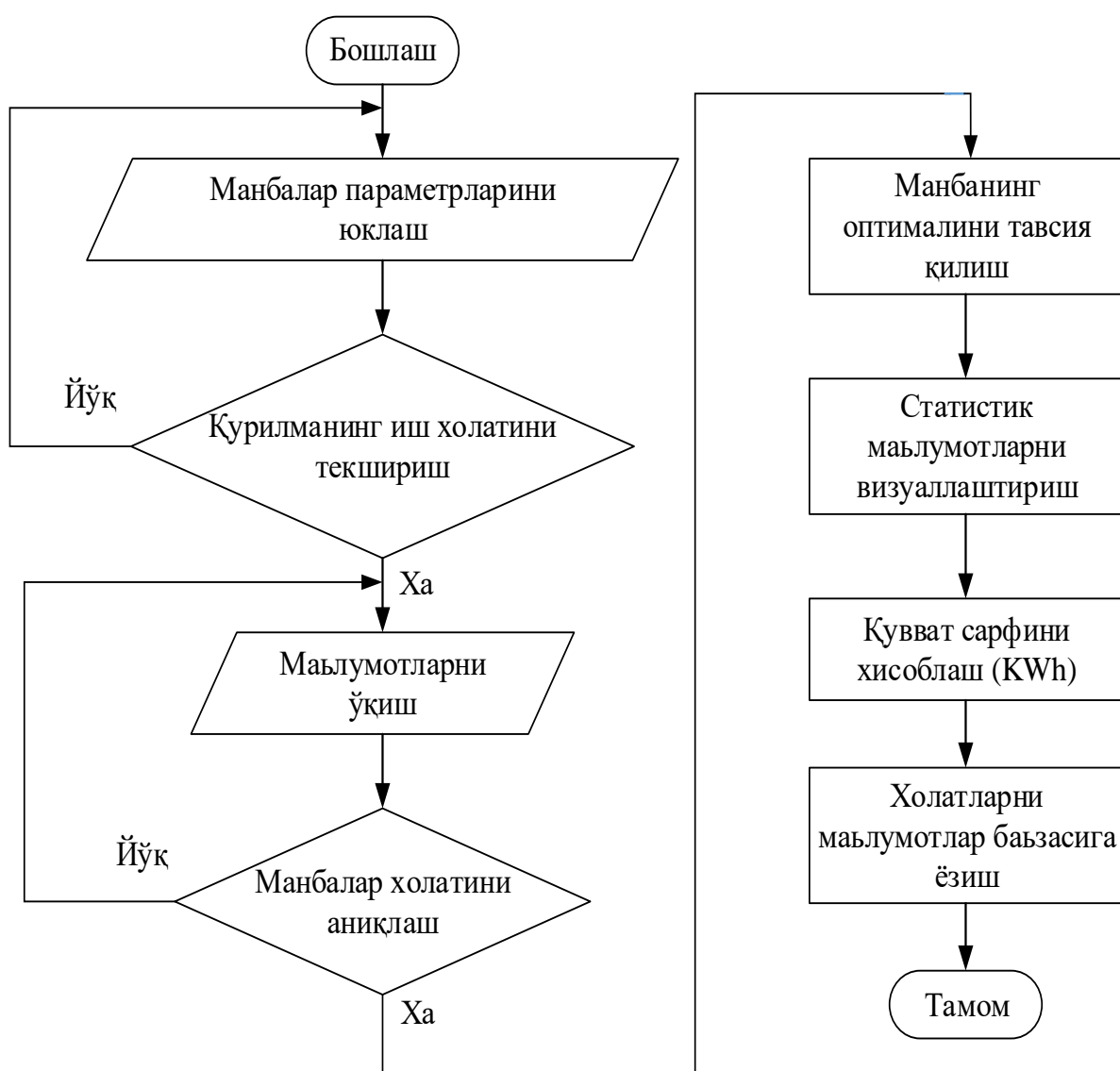
3.4-расм. Ўлчов ва назорат қурилмасини тармоққа уланиши

Хар бир сезгир элемент ҳулосаси асосида аналог маълумотлар қурилма элементида рақамли кўринишга айлантирилади ва ахборотларни қайта ишлаш блокига (микрoкoнтрoллeрга) юборилади. Микрoкoнтрoллeрга кировчи пинлар ёрдамида энергия манбасининг тури аниқланади. Энергия манбалардан келаётган кучланиш кўринишидаги сигналларни ахборот маълумот шаклида GSM модули орқали масофадан мониторинг жараёнларини амалга оширувчи илованинг URL адресига юборилади. Маълумотлар хар бир манбанинг ишлаб чиққан электр энергия миқдоридан келиб чиқиб хар 5 минут ичида web саҳифага хабарларни юбориб туради. Қурилма хар бир марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбали энерготизимида энергиянинг узлуксиз стeьмoл қиладиган жихоз ва ускуналарга яқин бўлган жойларига ўрнатилади. Хар бир қурилмага бир хил URL адрес бeрилади, мониторинг иловаси келувчи маълумотларни шифр матни асосида қайси объектдан келаётганлигини ажратиб олади. Мазкур мониторинг қурилмаларидан келувчи маълумотлар учун дастурий мажмуада алоҳида сатрлар келтириб ўтилган.



3.5-расм. Қурилманинг мониторинг иловасига маълумотларни юбориш жараёни.

Курилмаларп хамда дастурий мажмуада кечувчи жараёнлар назоратида курилма-дастурий мажмуанинг ҳар турли функциясини бажарувчи модуллари учун мавжуд бўлган замонавий кутубхоналаридан фойдаланилади. Дастурий мажмуа Javascript дастурлаш мухитида ишлаб чиқилди. Дастурий мажмуада куннинг вақтларида энергия таъминоти манбаларидан келаётган ахборотларни ҳар 5 минутда алоҳида саҳифада худудлар кесимида акс эттиради. Бундан ташқари манбаларнинг электр энергия ишлаб чиқариши хамда ўзгарувчан ва ўзгармас тоқларни мониторинг ҳолатини асословчи графиклар шаклантириб беради. Мазкур дастурий мажмуага махсус алгоритм асосида шаклантирилган (3.6-расм), интернет браузерларидан www.pwcontrol.uz манзили орқали мурожатларни амалга ошириш ва манбалар ҳолатини доимий мониторинг қилиш мумкин.



3.6-расм. Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим электр энергия таъминотини масофадан мониторинги дастурий мажмуасининг ишлаш алгоритми.

Тадқиқотлар асоси сифатида сигнал ўзгартириш элементлари катталиклари ва параметрларини ҳисоблаш алгоритми доирасида кичик бир дастурий восита ишлаб чиқилган, кейинчалик www.pwcontrol.uz тизимга боғлаш мақсадида. Дастурий восита электр ўзгарткичларидаги бирламчи тоқларни кучланиш кўринишидаги сигналга ўзгартириш жараёнларида иштирок этувчи катталик ва параметрларни рационал ҳисоблаш асосида, чиқиш кучланиши 5 Вольтдан кичик бўлган сигналларни тадқиқ қилиш ва сигнал ўзгартириш катталиклари ҳамда параметрларни ҳисоблаш имкониятларига эга. Дастурий мажмуа энергетика ўлчов ўзгартириш ва ахборот коммуникация тизимлари энергия таъминотини ҳисобларини амалга оширишда қўллашга мўлжалланган. Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим электр қурилмалари ва энергия таъминоти тармоқларидан оқаётган уч фазали тоқларни статик ўзгартириш жараёнини аналитик ифодалари асосида сигнал ўзгарткич қурилмаларнинг катталик ва параметрларини амалий тадқиқ этишга мўлжалланган.

$$I_{\text{Э}_{\text{чиқиш}}} = \Pi_{\text{Э}1} U_{\text{Э}_{\text{кириш}}} \quad (3.1)$$

$$F_{\mu} = I_{\text{Э}_{\text{кириш}}} K_{\text{Э}\mu} \quad (3.2)$$

$$\Phi_{\mu} = \Pi_{\mu} F_{\mu} \quad (3.3)$$

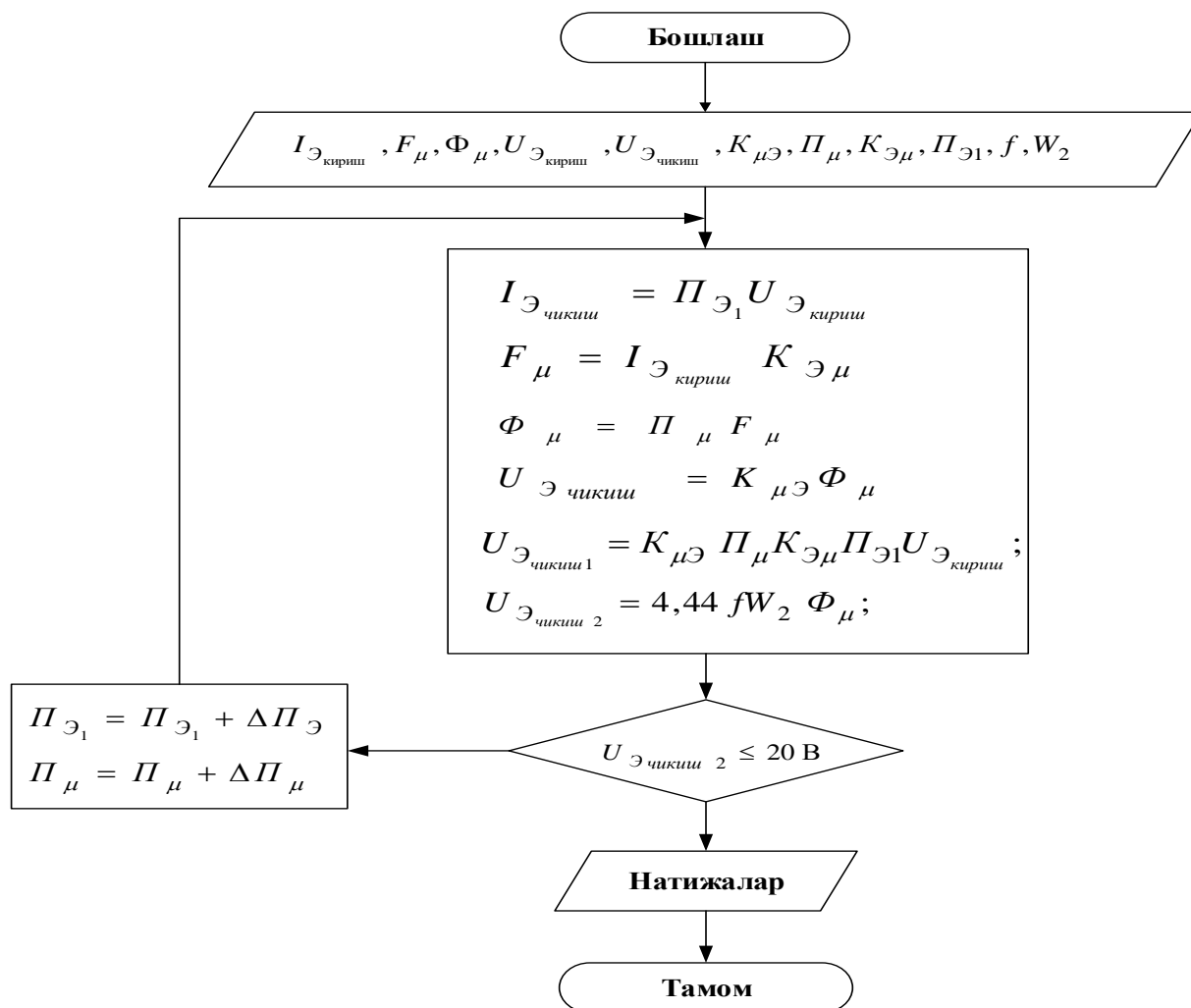
$$U_{\text{Э}_{\text{чиқиш}}} = K_{\mu\text{Э}} \Phi_{\mu} \quad (3.4)$$

$$U_{\text{Э}_{\text{чиқиш}2}} = K_{\mu\text{Э}} \Pi_{\mu} K_{\text{Э}\mu} \Pi_{\text{Э}1} U_{\text{Э}_{\text{кириш}}} \quad (3.5)$$

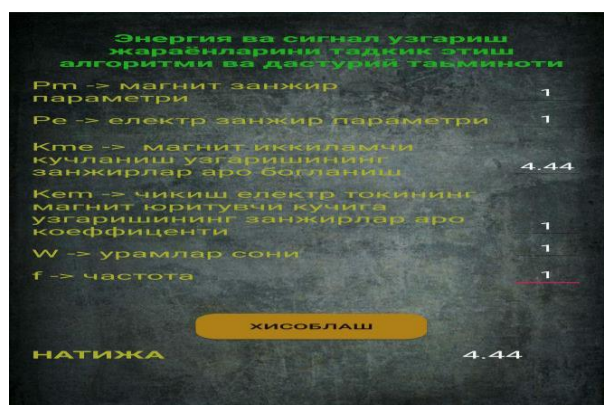
$$U_{\text{Э}_{\text{чиқиш}2}} = 4,44 f W_2 \Phi_{\mu} ; \quad (3.6)$$

Юқорида келтирилган аналитик ифодалар асосида ишлаб чиқилган мобил қурилмалар учун мўлжаллаб яратилган қулай дастурий таъминотда, ушбу тадқиқот ишида энергия таъминоти мониторинги амалий жараёнларида мавжуд ҳисоблашларни ва натижаларни олишда кенг фойдаланилган. Дастурий воситанинг мобил иловаси шакллантирилган бўлиб, манбалар параметрлари киритилганда бир вақтнинг ўзида сонларда натижалар эълон қилинади. Мазкур ҳисоблаш учун мўлжалланган дастурий таъминот учун интеллектуал мулк агентлигидан асосли гувоҳнома олинган. Дастурий таъминот махсус формулалар асосида шакллантирилган алгоритм асосида ишлайди (3.7-расм).

Дастурий мажмуада дастлабки ҳисобларни амалга ошириш ва уларнинг амалий ҳамда назарий қийматларини қанчалик мослигини аниқлаш мақсадида мобил иловаси ишлаб чиқилди. Юқорида шакллантирилган аналитик ифода дастурий мажмуада алгоритм асосида кетма кетлик билан тўлиқ киритилган. Ушбу кетма кетлик асосида қийматлар киритилади ва дастур натижавий хулосалар сон кесимида акс эттирилади (3.8а.-расм). www.pwcontrol.uz тизими интерфейси 3.8б. расмда келтирилган.



3.7-расм. Манба параметрларини ҳисоблаш дастурий таъминоти алгоритми



3.8а.-расм. Чиқиш сигнали катталики ва параметрларини рационал ҳисоблашнинг дастурий таъминоти иш ойнаси



3.8б.-расм www.pwcontrol.uz тизими интерфейси

Дастурнинг функционал имконияти:

- сигнал ўзгарткич қурилма режимларини ва сигналларини ҳисоблаш ва улар асосида тадқиқотлар ўтказиш.
- чиқиш кучланишининг графигини шакллантириш.
- модел асосида кучланиш тақсимотини аниқлаш.

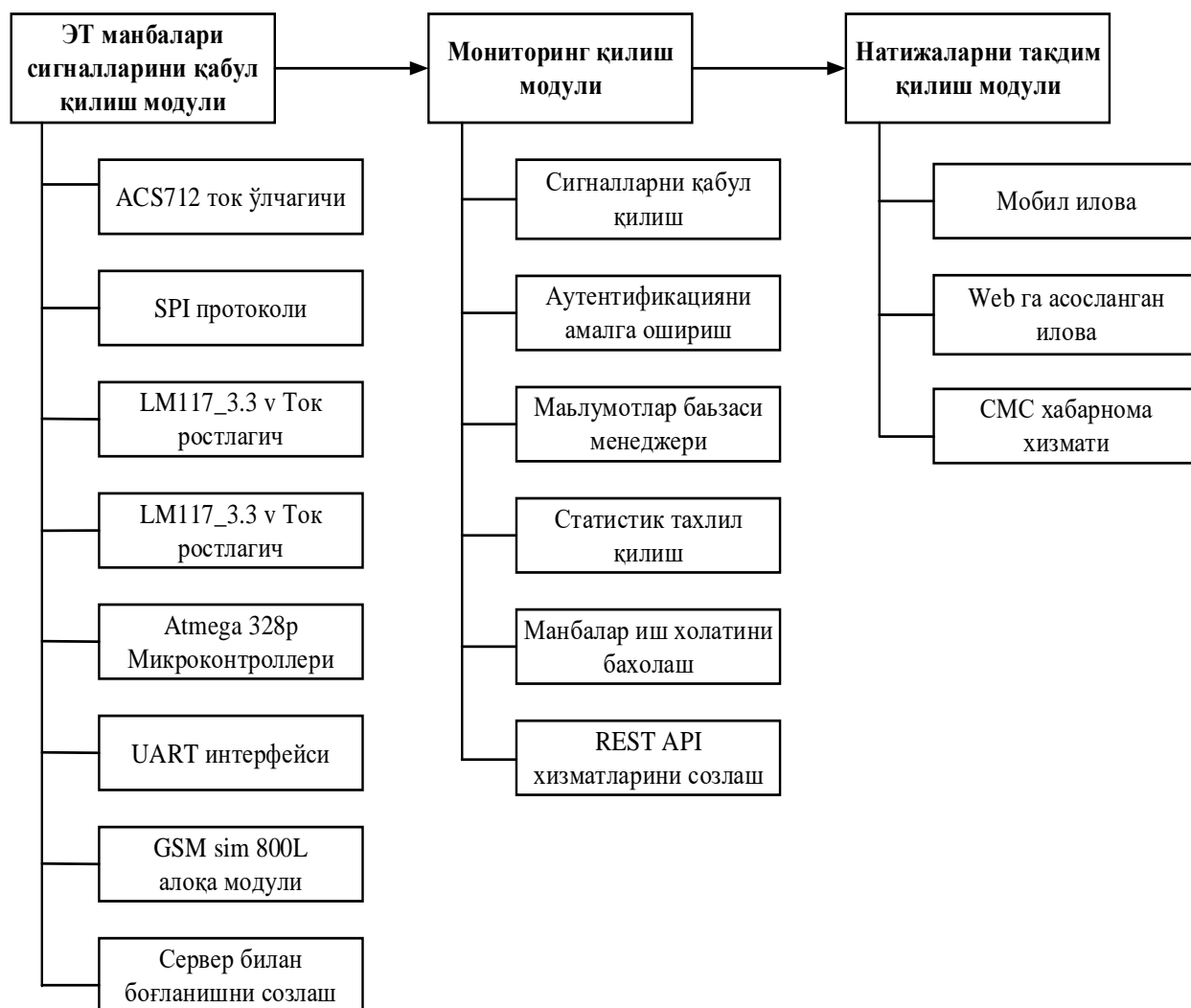
3.2-§. Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини масофадан мониторинги дастурий мажмуасини функционал модуллари

Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим электр энергия таъминоти қурилмаларини масофадан мониторинг қилишда электр тармоқларига интеграциялаш ва электр энергиясини ишлаб чиқариш, узатиш, сақлаш ва истеъмол режимларини мувофиқлаштириш учун электр параметрлари қийматларини мониторинг қилиш талаб этилади. Бунинг учун истеъмолчиларнинг тақсимлаш қурилмалари шиналарига керакли қурилмалар ўрнатилади ва уларнинг чиқиш сигналлари бошқарув тизимига берилади [41-43].

Микроконтроллер таркибида турли хил сигналларни қайта ишлаш ва электр қурилмаларидан олинган маълумотларни сигнал узатиш қурилмаси ёрдамида узок масофаларда жойлашган бошқарув объектларига яъни серверларга юборишга мўлжалланган комплекс қурилмалар мавжуд. Яъни юқорида айтиб ўтилган ахборотларни қайта ишлаш блокдан келадиган маълумотларни мониторинг учун мўлжалланган иловаларда намоиш этиш учун web га асосланган ҳамда махсус манбаларни турига кўра узлуксиз назорати учун мўлжалланган амалий қурилма-дастурий мажмуаларнинг функционал модуллари ишлаб чиқилди [110-118].

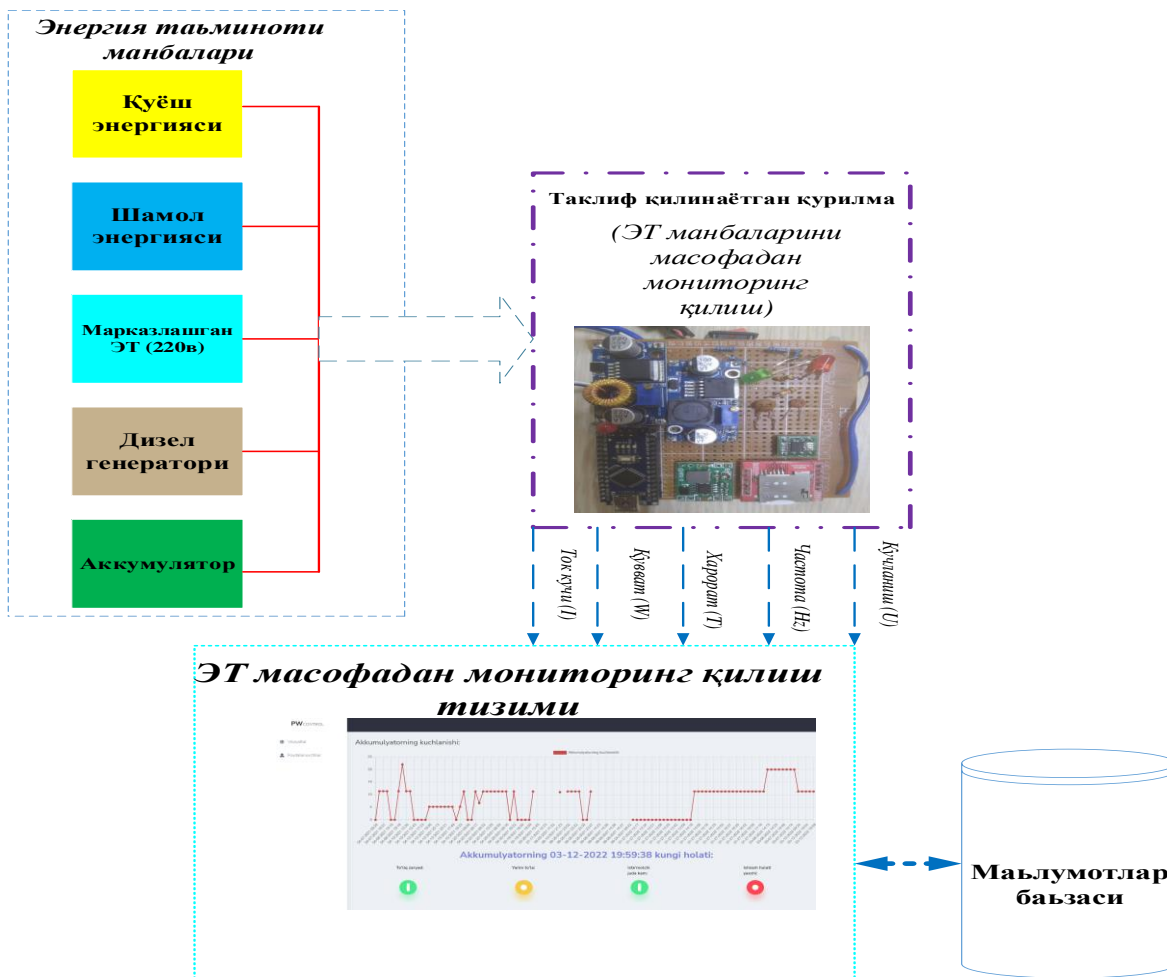
Қурилма-дастурий мажмуанинг функционал модуллари асосан учта сатҳдан ташкил топган бўлиб, улар манбалардан келадиган аналог кўринишдаги сигналларни қабул қилиш ҳамда қайта ишлаш модулидир.

АҚИБдан келадиган манбалар иш ҳолатини ҳудудлар кесимида жойлашган Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим электр энергия таъминоти манбалари ишлаб чиқарган энергия қуввати ва сарфи ҳақидаги маълумотларни доимий мониторинг қилиб боровчи web интерфейс ҳамда мобил илонадан ташкил топган. Электр энергия таъминотини доимий мониторинги учун мўлжалланган қурилма-дастурий мажмуаларнинг ўзаро боғланганлигини асословчи функционал модуллари шакллантирилди (3.9-расм).



3.9-расм. Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим электр энергия мониторинги қурилма-дастурий мажмуасининг функционал модуллари.

Ушбу ишида қурилма воситадан келадиган маълумотларни масофадан мониторинг ва бошқариш учун мўлжаллаган www.pwcontrol.uz дастурий мажмуаси яратилган дастурий мажмуа асосан гибрид энергия таъминоти яъни марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбаларидаги жараёнларини доимий мониторинг жараёнларини амалга оширишга мўлжалланган.



3.10-расм Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим электрэнергия таъминоти мониторинги қурилма-дастурий мажмуасининг функционал тузилмаси

Ушбу чизмада ҳар бир нуқтада ўрнатилган қурилманинг сезгир элементлари маълумотлари асосида кучланиш ва ток кучи тўғрисидаги маълумотлар олинади ва улар асосида электр энергия таъминотининг гибрид энергия манбалари учун қувват баланси тенгламаси жорий ҳолатда қуйидаги кўринишда шакллантирилади [56]:

$$P_{MЭТ}(t) + P_{КЭС}(t) + P_{ШЭС}(t) + P_{ДГ}(t) + P_{АБ}(t) = P_{Ю}(t) \quad (3.7)$$

бу ерда $P_{MЭТ}(t)$ - марказлаштирилган энергия тизими ишлаб чиқарадиган жорий қувват қиймати; $P_{КЭС}(t)$ - қуёш энергияси манбалари асосидаги энергия тизимлари ишлаб чиқарадиган жорий қувват қиймати; $P_{ШЭС}(t)$ - шамол энергияси манбалари асосидаги энергия тизимлари ишлаб чиқарадиган жорий қувват қиймати; $P_{ДГ}(t)$ - дизель генераторлар асосидаги энергия тизимлари ишлаб чиқарадиган жорий қувват қиймати; $P_{АБ}(t)$ - электр энергияси тўплагичлари зарядининг (разрядининг) жорий қувват қиймати; $P_{Ю}(t)$ - юкламанинг жорий қувват қиймати.

Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим электр энергия таъминоти ҳар бир манбалари жорий қувват қийматлари қуйидаги асосий электр параметрлар орқали шакллантирилади [57]:

$$P_k(t) = u_k(t) \cdot i_k(t) \quad (3.8)$$

бу ерда $u_k(t)$ - энергия таъминоти тақсимлаш қурилмаси шинасидаги оний кучланиш;
 $i_k(t)$ - юклама токининг оний қиймати.

Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим электр энергия таъминоти тизими учун қувват баланси тенгламаси қуйидаги кўринишга эга бўлади [57]:

$$u_k(t) \cdot i_k^{MЭГ} + u_k(t) \cdot i_k^{KЭГ} + u_k(t) \cdot i_k^{ШЭГ} + u_k(t) \cdot i_k^{ДГ} \pm u_k(t) \cdot i_k^{AB} = u_k(t) \cdot i_k^{IO} \quad (3.9)$$

Юқоридаги ифода орқали электр энергия таъминоти манбалари шиналаридаги сигнал курилмай ёрдамида токни ва энергия таъминоти қуввати сарфини назорат қилиш ҳамда бошқариш мумкин. Бошқариш масаласи микропроцессорли бошқарув технологиялар (МКББ Arduino) асосида амалга оширилади.

Энергия таъминоти манбаларини масофадан мониторинг қилиш учун мўлжалланган қурилма-дастурий мажмуада булутли ҳисоблаш технологиялари махсус хизмат турларидан фойдаланилган, у алоҳида ажратилган ва тақсимланган конфигурацияланган қурилма ва тармоқ ресурсларидан, дастурий таъминотдан ташкил топади ва уларнинг масофадаги провайдерларининг маълумотлар марказида жойлашган. Булутли дастурий таъминот хизмат турларидан (SAAS) яъни мижоз платформасида ишлайдиган махсус дастурдан фойдаланиш хизматларидан фойдаланилган. Бунда ўзаро алоқа интернетга кириш имкони мавжуд бўлган ҳар қандай қурилмадан манбаларни мониторинг қилиш имкони мавжуд бўлади. Энергия манбалари мавжуд бўлган ҳар бир инфокоммуникация станциясига ишлаб чиқилган махсус мониторинг учун мўлжалланган қурилма восита ўрнатилади. Қурилма восита тўғридан тўғри Cloud computing хизматлари асосида мониторинг учун мўлжалланган жараёнларни амалга оширади. Мавжуд бўлган провайдер булутли тузилмани (маълумотларни сақлаш, тармоқлардаги муносабатлар, операцион тизимлар, серверлар ва бошқа жихатлари) бошқариш ва бошқариш ҳуқуқини ўзида сақлаб қолган. Мавжуд бўлган илова ва унинг параметрлари ҳамда функцияларига ўзгартиришлар киритиш мумкин. Булутли ҳисоблаш тизими хизматлари мижозлар учун иловаларни яратиш ҳамда такомиллаштириш учун кенг имкониятлар яратиб беради.

Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим энергия электр энергия таъминотини мониторинг қилиш ва узлуксизлигини таъминлашда рақамли технологиялар жумладан IoT технологияларини жорий этишни юқори савияли инновацион ечим деб қараш мумкин [60].

Хар бир қурилмалардан келувчи маълумотлар интернетда мавжуд булут технологиялари хизматлари асосида шакллантирилган яъни бунга мисол тариқасида RESTful API хизматини айтишимиз мумкин. Энергия таъминоти қурилмаларининг жараёнларини мониторинги ва бошқарувида тақдим этилаётган `rwcontrol.uz` тизими марказлашган ҳолда энергия таъминоти станцияларини мониторинги ва бошқаруви учун мўлжалланган. Дастурий мажмуада асосан энергия таъминоти мониторинги ва бошқаруви қурилмасидан келаётган кучланиш кўринишидаги сигнал ва қурилманинг иш ҳолати ҳақидаги маълумотлар график ва рақамли кўринишда тизимнинг хар бир станция учун мўлжалланган саҳифасида кўринади. Фойдаланувчи ушбу маълумотлар асосида доимий мониторинг жараёнларини амалга оширади ва бошқаради. Энергия истеъмоли объектининг талабидан келиб чиқиб хар бир манбанинг ишлаш вақти белгиланади. Бундан ташқари энергия таъминоти назорати ва бошқарувида ҳисоблаш ва инфокоммуникация мажмуалари энергия таъминоти манбаларни ишлатиш жараёнларида олдиндан башорат қилиш ва шу асосида қарорлар қабул қилишда `online` об-ҳавони маълумотларини кўрсатувчи тизимли дастурга қурилмага келувчи сигнал кўринишидаги маълумотлар интеграция қилиш имкониятлари ҳам мавжуд. Бундан асосий кутилган натижа шундан иборатки энергия таъминотида энергия сарфини максимал даражада камайтириш ва узлуксиз электр энергия билан таъминлашдир.

`Rwcontrol.uz` тизими орқали электр таъминот манбаларининг жорий иш ҳолатини масофадан мониторинг қилиш ва бошқариш, параметрларининг ишлаш ҳолатларини масофадан доимий кузатиб бориш ва натижаларни график кўринишида намоён қилиш имконияти мавжуд.

“Қайта тикланувчан ва анъанавий электр энергия манбаларини мониторинги ва бошқарувининг сигналларини IoT технологияси асосида оптималлаштириш дастурий таъминоти” номли дастурий восита реактив қувват манбаларини бошқарилувчи қувватларини танлаш ва доимий равишда масофадан мониторинги қилишни таъминлаш учун мўлжалланган бўлиб унинг функционал имконияти қуйидагилар билан изоҳланади:

- энергия манбаларини миқдорини аниқлаш ва жорий этиш харажатларини қоплаш муддатини камайтиришни эътиборга олиш,

- реактив қувват манбалари ўрнатилмаган ҳолатда трансформатор ва кабелдаги қўшимча исрофларни аниқлаш,

- бир йиллик электр энергия иқтисодини ҳисоблаш ва бошқарув тадқиқотлари жараёнида ўзгартирилувчи реактив қувват миқдорларини аниқлаш;

- ЭТТда реактив қувват манбаларини жорий этишда харажатларини қоплаш муддатини камайтиришда бошқарув катталиқ ва параметрларини ўзгартирилишини тадқиқ эта олишга мўлжалланган.

3.3-§. Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим чиқиш параметрларини масофадан мониторинг тизимининг маълумотлар базаси моделлари

Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим чиқиш катталиқ ва параметрлари ҳамда маълумотлари рақамли қайта ишлаш қурилма-дастурий мажмуаси ёрдамида дастур маълумотлар баъзасида кўрсатилган вақтда маълумотлар келиши таъминланади [46].

Хар бир энергия манбасининг кунлик электр энергия ишлаб чиқариши ва энергия сарфига қараб маълум вақт давомида кўпроқ ишлаган истеъмолчи ва унинг энергия сарфи бўйича статистик маълумотларни маълумотлар баъзасига тўғридан тўғри ёзилади. Статистик маълумотлар асосида тизим қарор қабул қилиш жараёнини автоматик амалга ошириши мумкин, яъни бунда асосан сезиш элементлари ва қурилманинг асосий параметрларидан келаётган кунлик маълумотлар ёрдамида шакллантирилади [56-61].

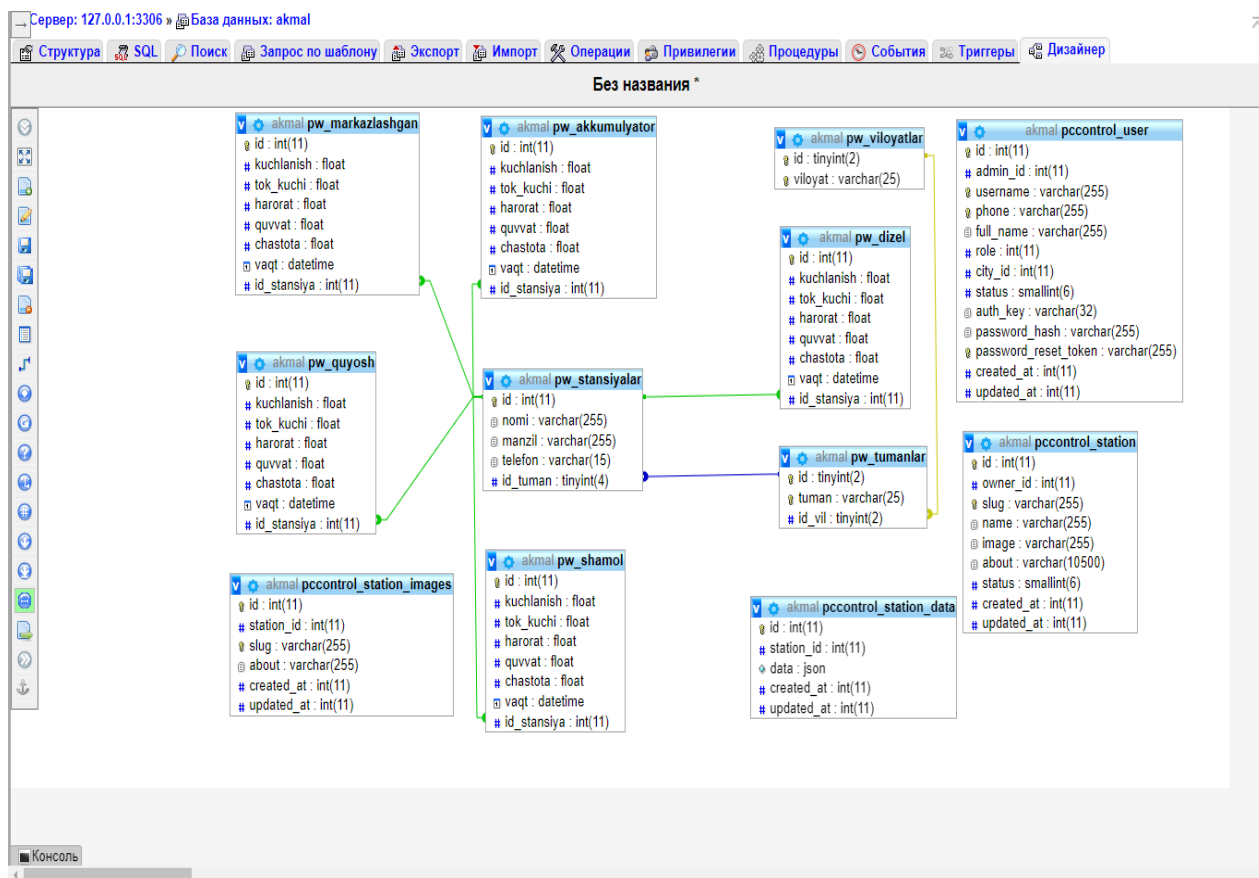
Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизимда маълумотлар баъзасини бошқариш учун уни ташкил этишда самарали дастурий восита маълумотлар базасини бошқариш тизимидан фойдаланилди.

Маълумотлар баъзаси қайтарилмайдиган маълумотларнинг жамланмасидан ташкил топди. Унинг асосида энергия таъминоти тизимни назорати ва мониторингида қўллаб муаммоли масалалар ҳал этилди.

Ташкил этилган маълумотлар баъзасида ахборотларнинг мантиқий моделлари акс эттирилди, яъни энергия мониторинги ва бошқарувида мантиқий ўзаро боғлиқликни моделининг намунаси акс эттирилди (3.6-расм).

Бошқарувда ахборот тизими қарорлари тезкор зарурий ва керакли маълумотларни олиш ва уларни доимий қайта ишлаш ташкил қилинди. Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим ҳар бир манбасидан амалга оширилаётган энергия таъминоти ҳолатини транзакция қилиш ва керакли маълумотларни тизим маъсули томонидан ихтиёрий ҳудудда мобил қурилмалар орқали мониторинг қилиш ва бошқариш тизимининг дастурий воситаси ишлаб чиқилди.

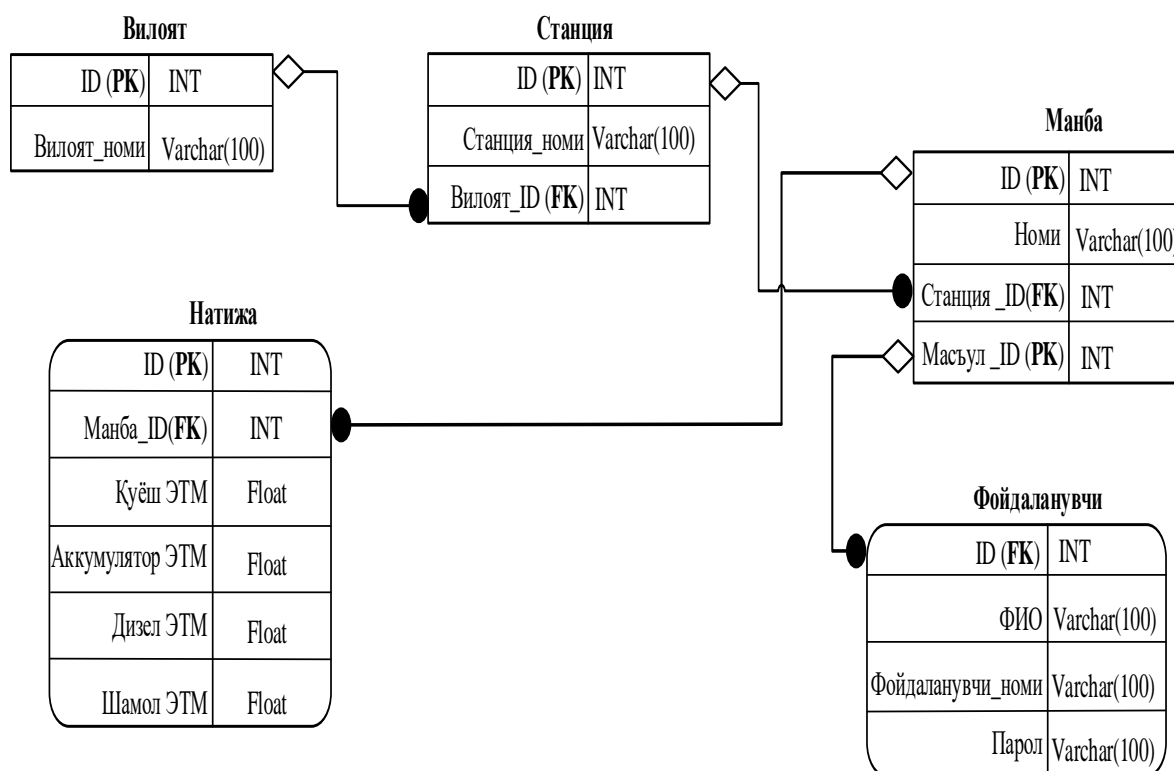
Мазкур маълумотлар базаси Mysql сўровлар тилида шакллантирилган бўлиб юқорида кўрсатиб ўтилган асосий жадваллардан ва жадвал майдонларилан иборат. Буни ташкил этишдан асосий мақсад энергия таъминоти қурилмаларидан келаётган параметрлар ва қурилмаларнинг электр энергия ишлаб чиқариши ҳолати ҳақида доимий маълумотларни тўплаш ва маълум даврда тўпланган маълумотлар асосида қарор қабул қилиш тизимини ҳам жорий этишдир. Бундан ташқари фойдаланувчи учун қурилмалар иш ҳолати ҳақида ва энергия исрофи ҳақида доимий статистик маълумотларни тўплашни таъминлаб беради. Моделни қуришда “алоқа” мавжуд объектни, жараённи ёки ҳодисани, абстракцияси сифатида келади. Атрибут манба туридан келиб чиқиб, махсус ном билан белгиланди, қийматлар тўпламидан мумкин бўлган қийматлар қабул қилинади. “Моҳият – алоқа” моделидаги боғланишларга, икки моҳият ўртасидаги ҳар бир боғланиш турига тегишли муносабатлар киритилди. Лойиха ҳақидаги ахборот диаграмма кўринишида расмийлаштирилди, бунинг учун қуйидаги белгилар киритилади: моҳият турлари – тўртбурчак билан тасвирланди ва улар мос моҳиятлар билан йўналишсиз қирралар билан боғланади. Маълумотлар базасини лойихалашда янада ишончлилики ва маълумотлар аниқлиги ошириш мақсадида моҳият алоқа диаграммаси ишлаб чиқилди (3.11-расм).



3.11-расм. Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим мониторинги маълумотлар базасининг моҳият алоқа модели

“Моҳият – алоқа” модели предмет соҳани ташкил этувчи учта асосий компоненталардан фойдаланиб қурилади: моҳият, атрибут, алоқа. Конструктив элементлар таркибида “ВАҚТ” ташкил этувчиси фақат ошкормас ҳолда иштирок этган. Моделда вақт, йил, сана ва шунга ўхшаш атрибутлар билан тасвирланди. “Моҳият – алоқа” моделида энергия таъминоти тизимлари ҳолатининг фақат аниқ бир қисмини акслантирилди. Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим электр энергия таъминоти манбалари ва уларнинг иш ҳолати ҳақида тўла ахборотга эга бўлиш учун уни этарли кенгроқ текшириш ва олдингисини тўлдирадиган локал моделлар қурилди. Шундан сўнг локал моделлар бирлаштирилиб электр энергия таъминоти манбалари ҳақида бир бутун композицион тасвири ҳосил қилинди.

IDEFх функционал моделлаштириш услуби асосида энергия таъминоти манбалари мониторинги учун тузилган таҳлили методологияси қурилди. Ушбу услуб мураккаб энергия таъминоти бошарувида, ускуналарни, дастурий таъминотни лойиҳалашда кенг қўлланилди.(3.12-расм)



3.12-расм. Энергия таъминоти мониторинги IDEFx модели.

IDEFх модели асосида энергия таъминоти манбалари иш ўринлари орасидаги мантиқий муносабатлар ва кетма кетликлар келтириб ўтилди. IDEFх энергия таъминотида ҳар бир мўдулларни тўплам сифатида ифодалаб кўрсатилди. Яъни энг муҳим функцияси юқори чап бурчакда, қўшимча равишда қоидалари кириш ўқи ҳар доим фаолиятнинг чап четига келади.

Учинчи боб бўйича хулосалар

1. Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим электр энергия манбаларининг мониторинги учун мўлжалланган дастурий мажмуанинг функционал модуллари ишлаб чиқилди.

2. Марказлашган ва қайта тикланувчан энергия манбалари асосидаги энерготизим электр энергия таъминотини масофадан мониторинги дастурий воситасининг жараёнлари алгоритми ишлаб чиқилди.

3. Хар бир энергия манбанинг электр энергия ишлаб чиқариш қуввати ва энергия сарфини доимий қайта ишлаш ва майдон элементлари асосида саралаш учун маълумотлар баъзасининг мохият алоқа ҳамда IDEFx модели ишлаб чиқилди.

3. Хар бир электр катталиклар ва параметрларни ўзгарткич қурилмалари учун пинларга келаётган сигнал асосида мониторинг жараёнларини амалга оширувчи тизимлашган восита яратилди.

IV БОБ ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧАН ЭНЕРГИЯ МАНБАЛИ ГИБРИД ЭНЕРГИЯ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ КОМПЛЕКС ВА СИГНАЛ ЎЗГАРТИРИШ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИ СТАЦИОНАР ВА МОБИЛ СИМУЛЯЦИОН ҲАМДА ФИЗИК МОДЕЛЛАРИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ ВА СИНОВДАН ЎТКАЗИШ.

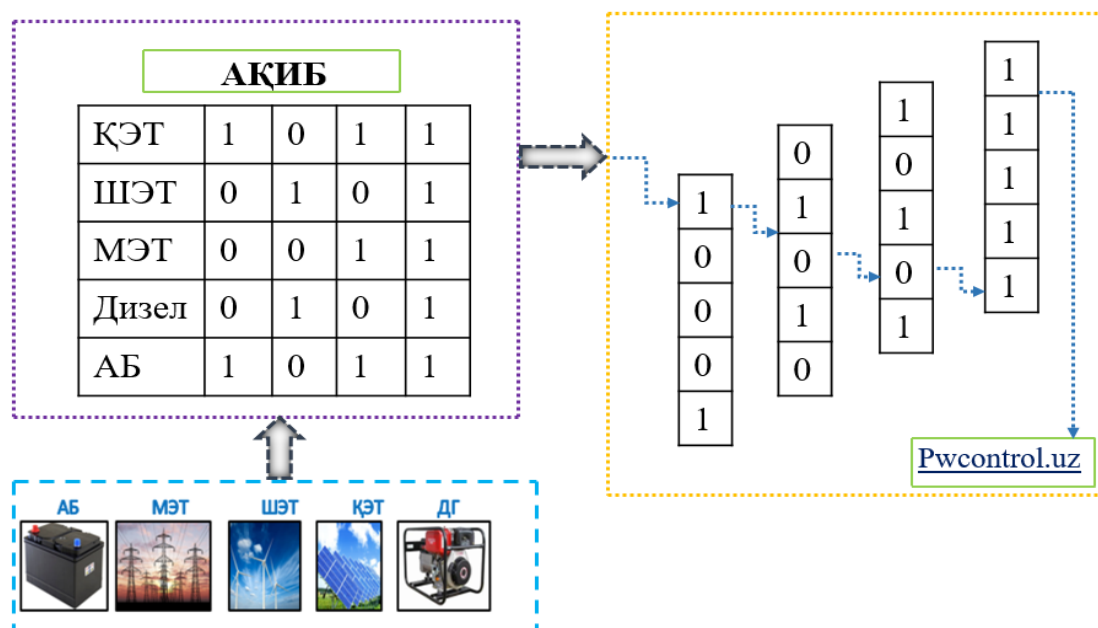
4.1-§. Қайта тикланувчан энергия манбали гибрид энергия ишлаб чиқариш комплекс ва сигнал ўзгартириш элементлари, бошқариш тизимлари ва қурилмаларини иш ҳолатини симуляцион ва физик моделлар асосида тадқиқ этишнинг қурилмалар ва дастурий мажмуалари интеграцияси

Қайта тикланувчан энергия манбали стационар ва мобил гибрид энергия ишлаб чиқариш комплекси, сигнал ўзгартириш элементлари, бошқариш тизимлари ва қурилмаларини иш ҳолатини симуляцион ва физик тузилмалари энергия таъминоти тизимлари мониторингида яратилган қурилма билан дастурий мажмуа ўзаро бир бири билан боғлиқ ҳолда хизмат кўрсатади [65]. Тармоқ инфратузилмаси, бу ўз навбатида бири бири билан бирлаштирилган кичик кичик тизимлардан иборат. Қайта тикланувчан энергия манбали гибрид энергия ишлаб чиқариш комплекс ва сигнал ўзгартириш элементлари, бошқариш тизимлари ва қурилмаларини иш ҳолатини симуляцион ва физик, ускуналари, сервер ускуналари, иш станциялари ва бошқаларни ўз ичига олади. Шу билан бирга, "тизим интеграцияси" тушунчасининг моҳияти, принципитал жиҳатдан, атаманинг ўзи - тизимларнинг бирланиши, яъни алоҳида таркибий қисмларнинг бири бири билан узвий асосда боғлиқлигидир [66].

Ягона тизимда пайдо бўладиган хусусиятларни бериш учун ушбу таркибий қисмларни бир-бирига боғлаш - тизимларнинг ҳар бирида алоҳида мавжуд бўлмаган қуйи тизимлардан биргаликда фойдаланиш натижасида олинган қўшимча афзалликлардир. Вужудга келишнинг энг оддий мисоли - бу операцион ва энергия таъминоти мониторингида ахборот тизимлари ўртасидаги маълумот алмашинуви туфайли энергия таъминоти қурилмалари ҳақида қиёслаш натижасида бошқариш жараёнларини ўз ичига олади. Энергия таъминоти мониторингида ишлаб чиқилган масофадан бошқаришга мўлжалланган дастурий мажмуа ва қурилма воситаларни ўзаро интеграция қилишда қуйидаги асосий вазибалар ечилди:

- Тармоқларни тизим маъмурияти ва ускуналарни техник қўллаб-қувватлаш;
- ускуналарга хизмат кўрсатиш ва фавкулотда таъмирлаш;
- ускуна ўрнатиш, операцион тизимлар ва дастурларини ўрнатиш ҳамда сошлаш, ишга тушириш;
- ҳисоботларни тақдим этиш билан ишлашни назорат қилиш;

- техник ва фойдаланувчиларни қўллаб-қувватлаш, маслаҳат бериш;
- autsorser масофадан туриб ишлаш имконияти.



4.1.-расм Қайта тикланувчан энергия манбали стационар гибрид энергия ишлаб чиқариш комплекс ва сигнал ўзгартириш элементлари, бошқариш тизимлари ва қурилмаларини иш холатини симуляцион ва физик, ускуналари ва pwcontrol.uz тизими ўртасидаги интеграция жараёни

Қайта тикланувчан энергия манбали гибрид энергия ишлаб чиқариш комплекс ва сигнал ўзгартириш элементлари, бошқариш тизимлари ва қурилмаларини иш холатини симуляцион ва физик, ускуналари ва pwcontrol.uz тизими ўртасидаги интеграцияда асосан Arduino микроконтроллери сезиш элементлари асосида ҳар бир энергия таъминоти қурилмалари ҳақидаги маълумотларни ўқиб олади ва юқоридаги расмда келтирилган кўринишда рақамларга ўгириб сигнал узатиш воситаси GSMsim800 маркали модул асосида серверга юборади [69].

Энергия таъминоти манбалари ҳақидаги маълумотларни шифрлаб 16 лик санок тизимида рақамли кўринишда юборади ва қабул қилади. Аниқроқ қилиб айтадиган бўлсак ҳар бир қурилмани таниб олиш кетма кетлиги шаблони доимий қилиб белгиланган ва ушбу шаблон асосида хабар юборилганда мавжуд бўлган энергия таъминоти манбасини ишга тушириш ва манбаларнинг айна вақтдаги параметрлари ҳақида маълумот юборилади, тескари хабар борганда эса манбани ўчириш ва манба ҳақидаги маълумотни серверга юбориш буйруғи бажарилади [49].

Масофадан мониторинг сигналларини қабул қилиш ва қайта ишлашнинг дастурий интерфейси

Қайта тикланувчан энергия манбали гибрид энергия ишлаб чиқариш комплекс ва сигнал ўзгартириш элементлари, бошқариш тизимлари ва қурилмаларини иш ҳолатини симуляцион ва физик, ускуналари ва `rwcontrol.uz` тизими масофадан мониторинг жараёнларини амалга оширувчи дастурий мажмуасининг асосий ташкил этувчи модуллари қуйидагилар [71-77]:

- Қурилмаларни бошқариш модули;
- Энергия таъминоти параметрлари ва характеристикалари модули;
- Реал вақтда мониторинг қилиш модули;
- Параметрларни ҳисоблаш ва қарор қабул қилиш модули;
- Гибрид энергия таъминотини бошқариш модули;
- Дастур учун қўйладиган функционал талабларни ўз ичига олади:
- Операцион тизим `windows server` ёки `linux server` учун мўлжалланган ихтиёрий дистрибутлардан бири;
- Маълумотлар баъзасини бошқариш тизими учун PostgreSQL 9.5 ёки ундан юқори версиялари Web server `apache` ёки `nginx`;
- Сервер интернет тармоғига уланган бўлиши ва камида интернет тезлиги 100Gbayt бўлиши талаб қилинади.

Дастур орқали қурилмани масофадан бошқариш буйруқларини тузилмаси ва улурнинг хусусиятлари:

Ушбу тизим клиент сервер архитектурасига мўлжалланган web технологиялар ёрдамида ишлаб чиқилган. Серверда барча маълумотлар ва буйруқлар амалга оширилади, яъни барча жараёнлар сервердаги илова дастур орқали амалга оширилади. Бунда фойдаланувчи хоҳлаган нуқтадан web browser орқали тизимга киради ва қурилмаларни бошқариши мумкин. Бунда албатта фойдаланувчи учун махсус аккаунт керак бўлади. Шундан кейин қуйидаги буйруқларни тизимга киритиш орқали қайта тикланувчан энергия манбали гибрид энергия ишлаб чиқариш комплекс ва сигнал ўзгартириш элементлари, бошқариш тизимлари ва қурилмаларини иш ҳолатини стационар ва мобил симуляцион ва физик ускуналари ҳамда `rwcontrol.uz` дастурий тизими масофадан қурилмалар асосида бошқарилади [78]:

Қайта тикланувчан энергия манбали гибрид энергия ишлаб чиқаришни бошқариш тизимлари ва `rwcontrol.uz` тизими мониторинг дастурининг буйруқлари.

| № | Буйруқ номи | Бажариладиган вазифа |
|-----|------------------------------------|--|
| 1. | <code>insertParams()</code> | Энергия таъминоти манбалари параметрларини киритиш |
| 2. | <code>configureParams()</code> | Манбаларнинг параметрларини созлаш |
| 3. | <code>changeParams()</code> | Манбаларнинг параметрларини ўзгартириш |
| 4. | <code>etBegin()</code> | Тизимни ишга тушириш буйруғи |
| 5. | <code>quyoshPanelStart()</code> | Қуёш энергия модулини ишга тушириш |
| 6. | <code>quyoshPanelStop()</code> | Қуёш энергияси модулини тўхтатиш |
| 7. | <code>startWind()</code> | Шамол энергияси модулини ишга тушириш |
| 8. | <code>stopWind()</code> | Шамол энергиясидан модулини тўхтатиш |
| 9. | <code>startDizel()</code> | Дизел генератори модулини ишга тушириш |
| 10. | <code>stopDizel()</code> | Дизел генератори модулини тўхтатиш |
| 11. | <code>startAkkum()</code> | Аккумулятор модулини ишга тушириш |
| 12. | <code>stopAkkum()</code> | Аккумулятор модулини тўхтатиш |
| 13. | <code>startCenteredEnergy()</code> | Марказлашган энергия модулини ишга тушириш |
| 14. | <code>stopCenteredEnergy()</code> | Марказлашган энергия модулини тўхтатиш |
| 15. | <code>getReport()</code> | Ҳисоботларни олиш |

Дастур ва қурилма махсус APIлар ёрдамида интеграция қилинган. Буйруқлар махсус кодлар орқали қурилмага юборилади ва қурилмалар натижаси ҳолат (статус) кўринишида қайтарилади. Хар бир API тизимидаги бошқариш буйруқларига уланган ҳисобланади. RESTful API хизматидан фойдаланилган бўлиб, ушбу API ёрдамида backend ва frontend ўртасида маълумот интеграция қилинади. Барча API лар https протоколи асосида ишлайди. API ларда маълумотлар JSON форматда алмашиналиди, яъни backend дан юборилган маълумот JSON га конвертация қилинади. Натижада маълумотлар frontend га боргач Javascript object га конвертация қилинади. Бундан сўнг маълумотлар фойдаланувчига тақдим этилади. Тизимга киришдан ташқари `/api/login` дан ташқари барча API лар токен билан маълумот алмашиналиди. Токен сифатида JSON-web-токен дан фойдаланилган. Ушбу токендан мақсад фақатгина тизимга кирган фойдаланувчиларгина API лар ёрдамида маълумотларни олишидир.

Сўров услуги GET.

Сўров параметри stansiyaId.

Сўров жавоби:

```
[
  {
    "_id": "6248882467defe68366d2d83",
    "title": "“O‘zbektelekom” AK Jizzax filiali energiya ta‘minoti stansiyasi",
    "regionId": "62488563f89cb641264b64fb",
    "createdAt": "2022-04-02T17:30:12.753Z",
    "updatedAt": "2022-04-02T17:30:12.753Z",
    "__v": 0
  },
  {
    "_id": "62488d2d51778faaf3c9df1d",
    "title": "“UMS” MCHJ energiya ta‘minoti stansiyasi",
    "regionId": "62488563f89cb641264b64fb",
    "createdAt": "2022-04-02T17:51:41.439Z",
    "updatedAt": "2022-04-02T17:51:41.439Z",
    "__v": 0
  }
]
```

- <https://pwcontrol.herokuapp.com/api/results/byuniversity?user=userId&station=stationId>

d- маълум бир энергия манбаи ва фойдаланувчига тегишли бўлган барча

ўзгартириш қурилмаларнинг кучланишлари кўринишидаги сигналларни олиш;

Сўров услуги GET. Сўров параметри stansiyaId, userID. Сўров жавоби:

```
[
  {
    "_id": "625a6dfdb2cd48030c170627",
    "volt1": 0,
    "volt2": 0,
    "volt3": 0,
    "volt4": 0,
    "deviceId": "62488f1c42835f1fee67421e",
    "deviceName": "Markazlashgan Elektr ta‘minot manbalari",
    "createdAt": "2022-04-16 12:19:25",
    "__v": 0
  },
  {
    "_id": "625a6defb2cd48030c170624",
    "volt1": 0,
    "volt2": 0,
    "volt3": 0,
    "volt4": 0,
    "deviceId": "62488f1c42835f1fee67421e",
    "deviceName": "Markazlashgan Elektr ta‘minot manbalari",
    "createdAt": "2022-04-16 12:19:11",
    "__v": 0
  },
  .....
]
```

Ахборотларни қайта ишлаш блокидан backend га келадиган маълумотлар:

- <https://pwcontrol.herokuapp.com/api/results/?a=5&v=2&w=3&v2=4>

Сўров услуги POST. Сўров танаси:

```
{  
  "secret_key": "casuiv415154645dfgd541456115435435154*/-/-8*435t"  
}
```

Ушбу сўров натижасида ахборотларни қайта ишлаш блокидан маълумотлар баъзасига маълумотлар ёзиб олинади.

4.2-§. Қайта тикланувчан энергия манбали гибрид энергия ишлаб чиқариш комплекс ва сигнал ўзгартириш элементлари, бошқариш тизимлари ва қурилмаларини иш ҳолатини ситационар ва мобил симуляцион ва физик моделлар асосида тадқиқ этиш масофадан мониторинги қурилма ва дастурий мажмуасини амалий тадқиқи

Айни пайтда Ўзбекистонда қайта тикланадиган барча энергия манбаларидан энергетика салоҳияти яхшилаш мақсадида муваффақиятли ўзлаштирилмоқда. Бундан ташқари сўнгги йилларда шамол ва қуёш энергияси гарчи намунавий хусусиятга эга бўлсада, улардан фойдаланиш бўйича қатор лойиҳалар амалга оширилди [1-3, 35-38, 78].

Шу билан бирга, Республикада ҳозир қайта тикланадиган энергетиканинг қуйидаги технологияларидан янада кенгроқ фойдаланиш учун имконият ҳамда ундайдиган сабаблар бор [3]:

- сув иситишга мўлжалланган қуёш панеллари;
- электр энергиясини ишлаб чиқариш учун қуёш фотоэлектр тизимлари;
- электр энергиясини ишлаб чиқариш учун микрогидроэлектр станциялар;
- электр энергиясини ишлаб чиқариш учун шамол генераторлари;
- электр энергияси ва иссиқлик ишлаб чиқариш учун биогаз қурилмалари.

Келажакда бошқа технологиялардан фойдаланиш имкониятлари ҳам кўриб чиқилиши лозим, яъни:

- чиқинди ёқадиган йирик мосламалар ва масалан, Тошкент ёки Самарқанд каби йирик шаҳарларда марказлаштирилган иссиқлик таъминоти тизимида маиший чиқиндилардан фойдаланиш;

- қуёш электр станцияларидан фойдаланиш;
- геотермал энергиядан фойдаланиш.

Қайта тикланадиган энергия оқимининг зичлиги маълум даражада йил мавсуми, кунлар ва иқлим шароитларига боғлиқлиги туфайли ушбу энергетика технологияларидан фойдаланишда уларни кафолатланган энергия манбаи сифатида кўриб чиқмаслик лозимлигини эсдан чиқармаслик керак.

Фотоэлектр станциялар кечаси ишлай олмайди, шамол қурилмалари шамол эсмаса ёки унинг тезлиги паст бўлса, электр энергия ишлаб чиқармайди ва ҳоказо.

Келтирилган сабабли улар, одатда захира қайта тикланувчан энергия манбаини талаб қилади ва асосан анъанавий энергия манбаларини тўлдирувчи ҳисобланади.

Юқорида қайд этилганидек, қуёш энергиясининг техник салоҳияти Ўзбекистонда қазилма ёқилғиларни йиллик ишлаб чиқаришдан анча ошади ва қуёш сув иситгичлар ҳамда фотоэлектр тизимларидан фойдаланиш борасида ресурслар бўйича ҳеч қандай чекловлар йўқ.

Бундай тизимларнинг қиймати ва аҳолининг кўрсатилаётган хизматлар бўйича тўлов лаёқати бу борадаги энг жиддий тўсиқлар ҳисобланади.

Замонавий қуёш сув иситгич тизимлари қуйидаги жойларда қўлланиши мумкин:

- газ билан таъминланган туманларда табиий газнинг бир қисмини тежаш мақсадида. Бунинг сабаблари: газ билан ишончли таъминлашни ошириш (газ етишмаслиги ёки бошқа техник сабабларга кўра газ таъминотида доимий узилишлар бўлиб турадиган туманларда), атроф-муҳит масаласи, иқтисодий масалаларни ҳал этиш;

- газ билан таъминланмаган олис туманларда хусусан ёғоч ёқилғиси ўрнида ишлатиш учун. Бунинг сабаблари: энергия билан бекаму кўст ва ишончли таъминлаш даражасини ошириш;

- йирик марказлаштирилган қозонхона иссиқлик таъминотида. Бунинг сабаблари: табиий газни тежаш, буғхона газлари чиқиндиларини камайтириш.

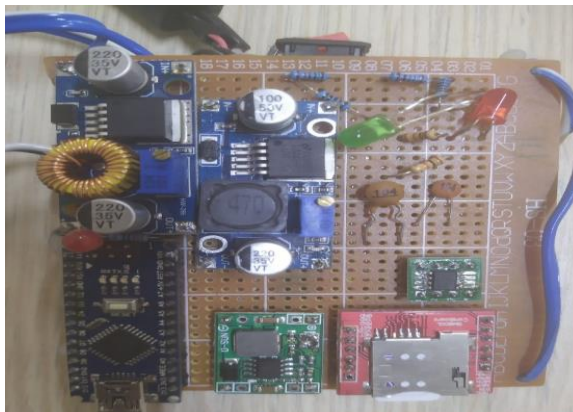
Қуёш сув иситгич тизимларидан фойдаланишнинг ушбу йўналишини ривожлантириш борасидаги қўшимча имкониятлар республикада сифати жиҳатидан хорижда ишлаб чиқарилган ана шундай мосламалар ишлаб чиқариш йўлга қўйилгани билан боғлиқ.

Тажриба тадқиқотлари Жиззах политехника институти Электроэнергетика кафедрасининг узлуксиз энергия билан таъминлаш лабораториясининг қуёш энергия таъминоти манбалари асосида амалга оширилган бўлиб, энергия манбаларининг умумий қуввати 10 кВт ни ташкил этади [79].

Сигнал ўзгартиришда бирламчи тоқларини сигналга ўзгартириш жараёнини мониторинги ва бошқаришнинг асосий воситаси сифатида бирламчи сигнал ўзгартириш қурилмалари қаралади [110].

Энергия таъминоти бошқаруви қурилмаларининг жараёнларини тоқлари мониторинги қурилмасининг тузилиши 4.9 расмда келтирилган. Қурилмада ҳисоблаш ва энергия таъминоти жараёнларини масофадан мониторинг қилишда хар бир манба учун алоҳида уланиш воситаси бириктирилган.

Манба ҳолатини назорат қилиш ва бошқаришда дастурий мажмуадан келётган буйруқларни қайта ишлаш ва керакли энэргия таъминоти манбаларини улаб узиш жараёнларини амалга оширади.



4.2–расм. Қайта тикланувчан энэргия манбали гибрид энэргия ишлаб чиқариш комплекс ва сигнал ўзгартириш элементлари, бошқариш тизимлари ва қурилмаларини иш ҳолатини стационар ускуналари .

Электр энэргия манбаларини микропроцессорли автоматик бошқариш блокида ўрнатилган микропроцессор ва микро-ЭХМларнинг қўлланиши электр тармоқлар, электротехник ва электр энэргетик қурилмаларининг шикастланишидан зарарни камайтириш ва ишлаб чиқариладиган энэргиянинг сифатини ошириш учун хизмат қилади.

Тадқиқот ишида бу борада қуйидаги тадқиқот алгоритмлари ва дастурий таъминотлари яратилди ҳамда амалиётга жорий этилди:

- Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги томонидан янгилик сифатида рўйхатдан ўтган DGU 07687 сонли “Электрэнэргия таъминоти тизимларида реактив қувват истеъмоли кўрсаткичларини ҳисоблаш дастурий таъминоти” номли дастурий восита олинган (DGU 07687 20191572 гувоҳномаси Илова 1.8 да кўрсатилган).

- Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги томонидан янгилик сифатида рўйхатдан ўтган DGU 08803 сонли “Кўп ўлчовли мониторинги ва бошқарув сигналларининг ўзгартириш жараёнларини тадқиқоти учун дастурий таъминот” номли дастурий восита олинган (DGU № 08803 20201168 гувоҳномаси Илова 1.9 да кўрсатилган).

- Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги томонидан янгилик сифатида рўйхатдан ўтган DGU 08003 сонли “Энэргия самарадорликни мониторинги ва бошқаруви элементларини ишончилилик ва иш ҳолатларининг кўрсаткичларини тадқиқ этиш дастурий таъминоти” номли дастурий восита олинган (DGU № 08003 20201168 гувоҳномаси Илова 1.10 да кўрсатилган).

- Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги томонидан янгилик сифатида рўйхатдан ўтган DGU 07874 сонли “Энэргия самарадорлигини мониторинги ва

бошқаришнинг автоматлаштирилган дастурий-ахборот таъминоти” номли дастурий восита олинган (DGU № 07874 20200221 гувоҳномаси Илова да кўрсатилган).

- Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги томонидан янгилик сифатида рўйхатдан ўтган DGU 07860 сонли “Токни ўзгартириш учун мўлжалланган қурилмаларда энергия ва сигналларнинг ўзгариш жараёнларини тадқиқ этиш учун дастурий таъминот” номли дастурий восита олинган (DGU № 07860 20191254 гувоҳномаси Иловада кўрсатилган).

- Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги томонидан янгилик сифатида рўйхатдан ўтган DGU 07500 сонли “Тарқалган параметрли уч фазали учта сезиш элементли ўзгартгичларнинг динамик тавсифларини тадқиқоти дастурий таъминоти” номли дастурий восита олинган (DGU № 07500 20191633 гувоҳномаси Илова 1.13 да кўрсатилган).

- Ўзбекистон Республикаси Интеллектуал мулк агентлиги томонидан янгилик сифатида рўйхатдан ўтган DGU 07373 сонли “Тарқалган параметрли уч фазали учта сезиш элементли ўзгартгичларнинг статик тавсифларини тадқиқоти дастурий таъминоти” номли дастурий восита олинган (DGU № 07373 20191450 гувоҳномаси Иловада кўрсатилган).

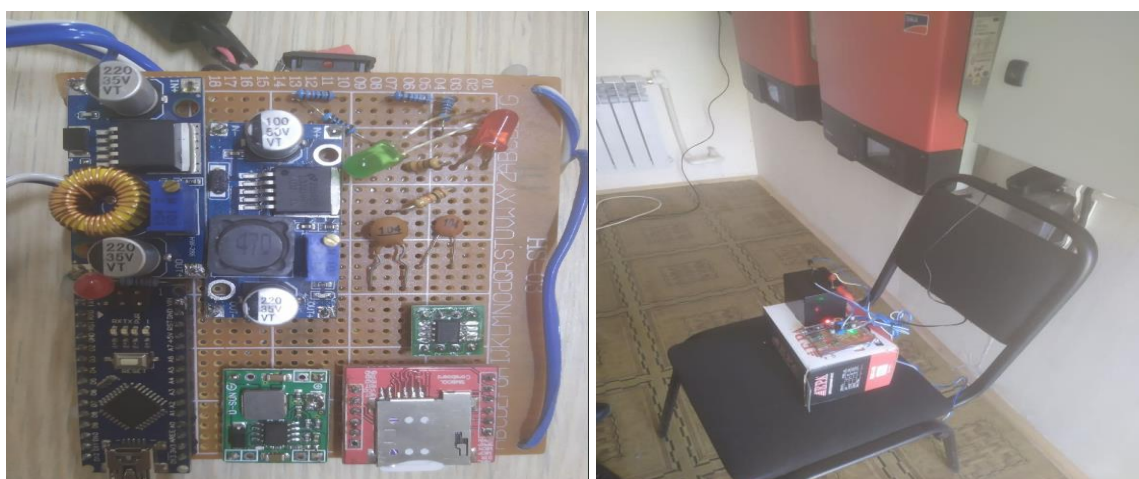
Ушбу лойиха ишида кўп параметрли тоқлари мониторинги ва бошқаруви қурилмаларининг тадқиқи учун фойдаланилган Cloud Computing технологиялари асосида ишлаб чиқилган rwcontrol.uz масофадан мониторинги жараёнларини амалга оширишга мўлжалланган тизим яратилган. Электр таъминоти тизимида реактив қувват манбаларини жорий этиш харажатларини қоплаш ва доимий равишда назорат ва бошқарувини амалга оширишга мўлжалланган алгоритм ва дастурий мажмуалар бўйича асосий маълумотлар шундан иборатки, дастурий мажмуалар android ва windows операцион тизим учун мўлжалланган, дастурлаш тили JAVA, C++ дастурлаш тилида ишлаб чиқилган.

Дастурий воситалар кичик хажмли ва ўрнатишга қулай, фойдаланувчи учун ўрганиш ўрганиш осон. Хар бир дастурий мажмуалар учун олинган гувоҳномалар амалиётда қўлланилганлиги билан алоҳида ахамиятга егадир.

Ҳисоблаш ва инфокоммуникация мажмуалари узлуксиз энергия билан таъминлашда қуёш энергия таъминоти, шамол энергияси, дизел генератори, аккумулятор батареяси ҳамда зарур бўлганда марказлашган энергия таъминоти йўлга қўйилган бўлиб, энергия манбаларнинг ташқа ва ички кўринишлари 4.3 ва 4.4-расмларда келтирилган.



4.3-расм. Стационар қайта тикланувчан энергия таъминоти манбаини кўриниши.

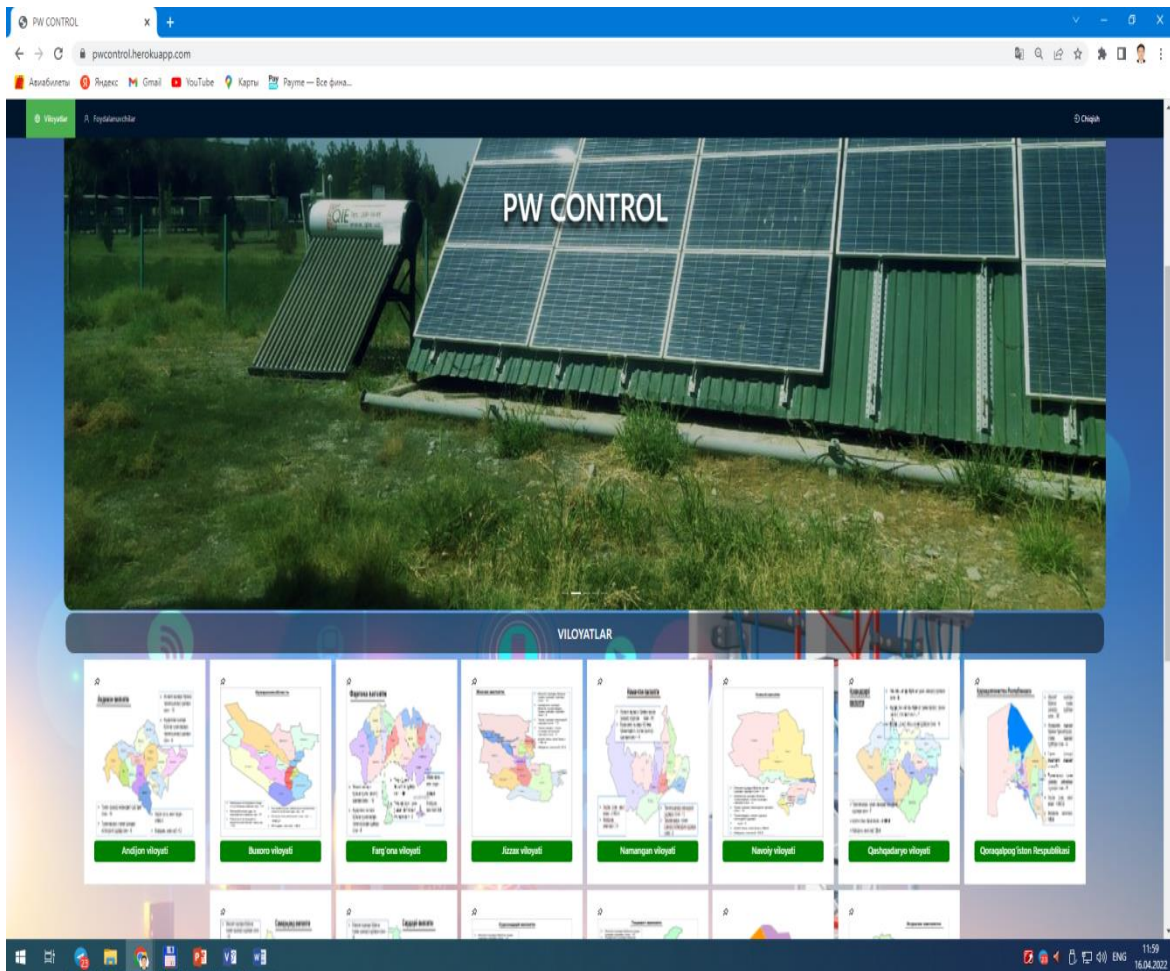


4.4-расм. Тадқиқотлар ўтказилган мобил тажриба қурилмаларининг ишлаб турган ҳолатидаги кўриниши.

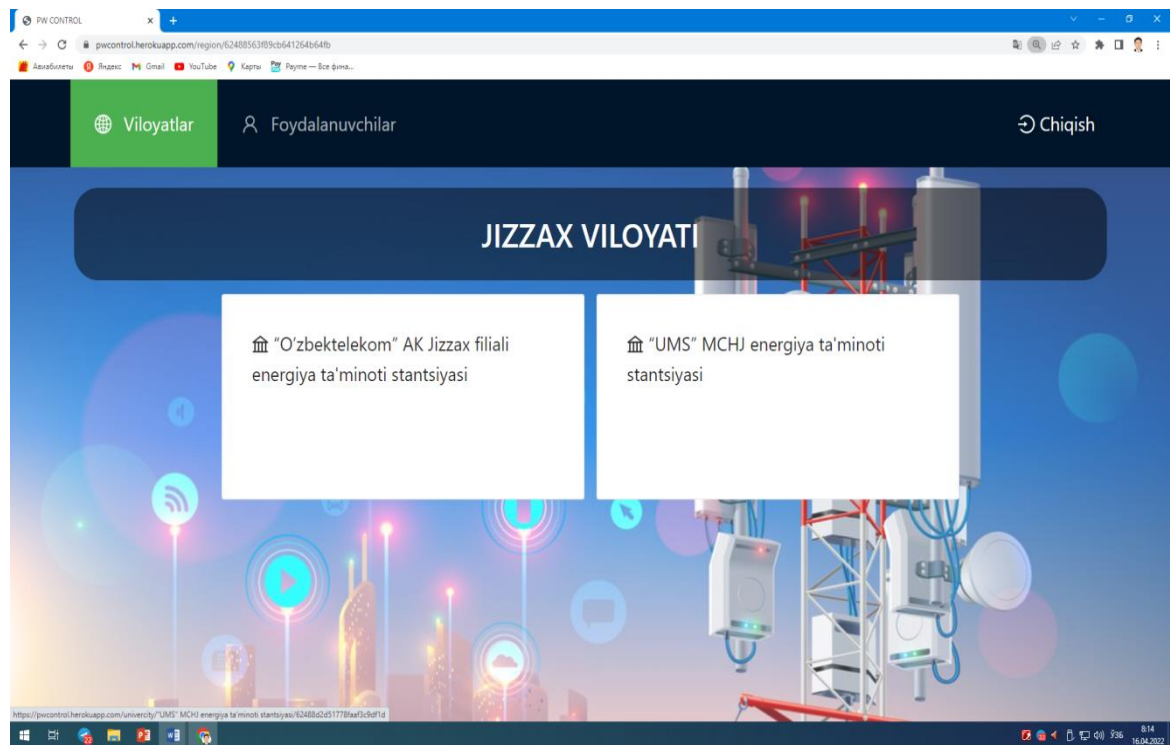
Қайта тикланувчан энергия манбали гибрид энергия ишлаб чиқариш стационар ва мобил комплекси, сигнал ўзгартириш элементлари, бошқариш тизимлари ва қурилмаларини иш ҳолатини симуляцион ва физик, ускуналари ва rwcontrol.uz тизими энергия таъминоти қурилмаларининг жараёнларини назорати учун ишлаб чиқилган қурилмани, манбалар сонига мос келадиган микроконтроллёрлар блокини, таклиф этилган алгоритм бўйича яратилган дастурий таъминотни амалий қўллаш асосида электр энергия тежаш 1,8 фоизга оширилиб, синов вақтида кўп параметрли токини мониторингии ва бошқаруви орқали энергиядан самарали фойдаланиш имкони тақдим этилди.

4.3-§. Қайта тикланувчан энергия манбали гибрид энергия ишлаб чиқариш комплекс ва сигнал ўзгартириш элементлари, бошқариш тизимлари ва қурилмаларини чиқиш параметрларини ва иш ҳолатларини стационар ва мобил симуляцион ва физик моделлар асосида тадқиқ этишнинг масофадан мониторинги натижаларини самарадорлик ва ишончлилик кўрсаткичларини таҳлили

Электр энергия ишлаб чиқарувчи ва истеъмол қилувчи жихозлар, ускуналар ва объектлар хусусан, энерготизимларини ишончли ва узлуксиз электр энергияси билан таъминлаш кўп жиҳатдан ўлчов, назорат, ҳимоя ва автоматлаштириш қурилмаларининг ҳолати ва тўғри ишлашига боғлиқ [2]. Қурилмаларнинг элементар маълумотлар базасининг ҳозирги ҳолатини ўрганиш, ўрни ҳимояси ва автоматлаштириш қурилмаларининг шикастланишини таҳлил қилиш Республикамиз миқёсидаги тармоқларда ўрни мониторинг ва автоматлаштиришнинг ишончлигини ошириш бўйича чора-тадбирларни аниқлаш долзарб кўринади. Энергия таъминоти мониторинги ва бошқаруви учун мўлжалланган қурилма ва дастурий мажмуа мониторинг ва автоматлаштириш қурилмаларининг миқдорий ва сифат таркиби тўғрисидаги маълумотларни статистик таҳлил қилиш усули учун қўлланилди. Электр энергетик тизим мажмуасининг ҳолати баҳоланади, бунда хусусий капиталнинг ўз электр иншоотларини модернизация қилишдан манфаатдорлиги паст [14]. Элементлар базасини ривожлантиришда ҳам, ўрни ҳимояси қурилмаларининг нотўғри ишлаши ва шикастланишининг сабабларида ҳам салбий тенденциялар аниқланди. Структуравий-функционал усул автоматлаштириш ва реле ҳимояси қурилмалари ишлашининг ишончлигини оширишга қаратилган чора-тадбирларни ишлаб чиқиш учун ишлатилган. Амалиётда қўлланилиши натижасида қурилмаларнинг умумий сонининг сезиларли даражада қисқариш тенденцияси кузатилди, эскирганлиги туфайли носозликлар улуши еса носозликлар умумий сонининг чорак қисмига етди. Зарарнинг асосий сабаблари билан ҳар хил турдаги ўрни ҳимояси қурилмалари учун энг кўп зарарлар статистикасини таҳлил қилиш амалга оширилади. Мавжуд маълумотларнинг таҳлили реле ҳимоя воситаларини модернизация қилиш ва уларнинг ишлаши ишончлигини ошириш бўйича чора-тадбирлар ишлаб чиқиш зарурлигини кўрсатади. Ушбу муаммолардан келиб чиқиб ишлаб чиқилган стационар энергетик қурилма ва уни масофадан мониторинг қилиш учун мўлжалланган дастурий мажмуанинг самарадорлик кўрсаткичлари 4.5-расмда қилиб келтириб ўтилган [24].

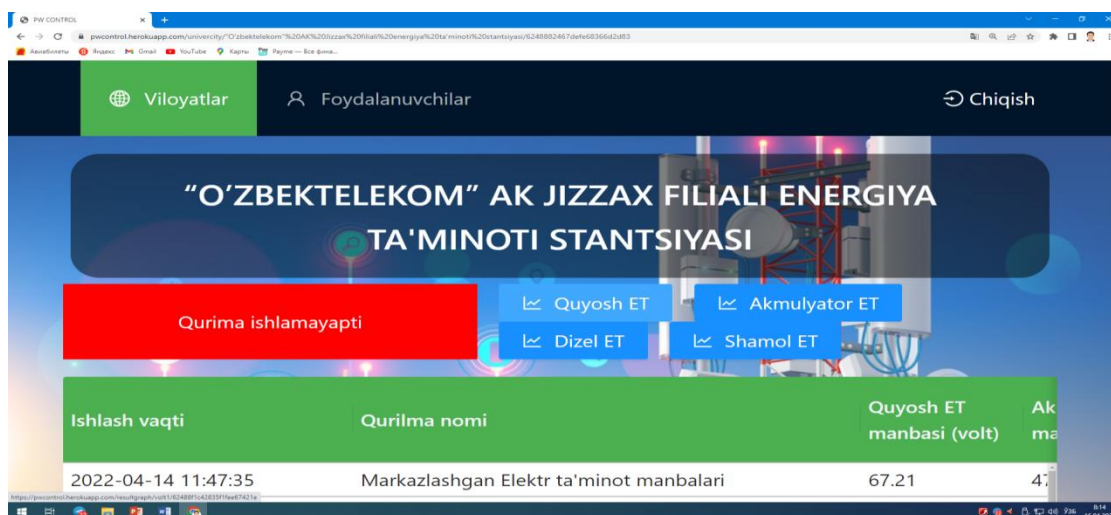


4.5-расм. Pwcontrol.uz тизимининг энергия таъминоти манбалари мониторинги хуудлар кесимида асосий саҳифаси.



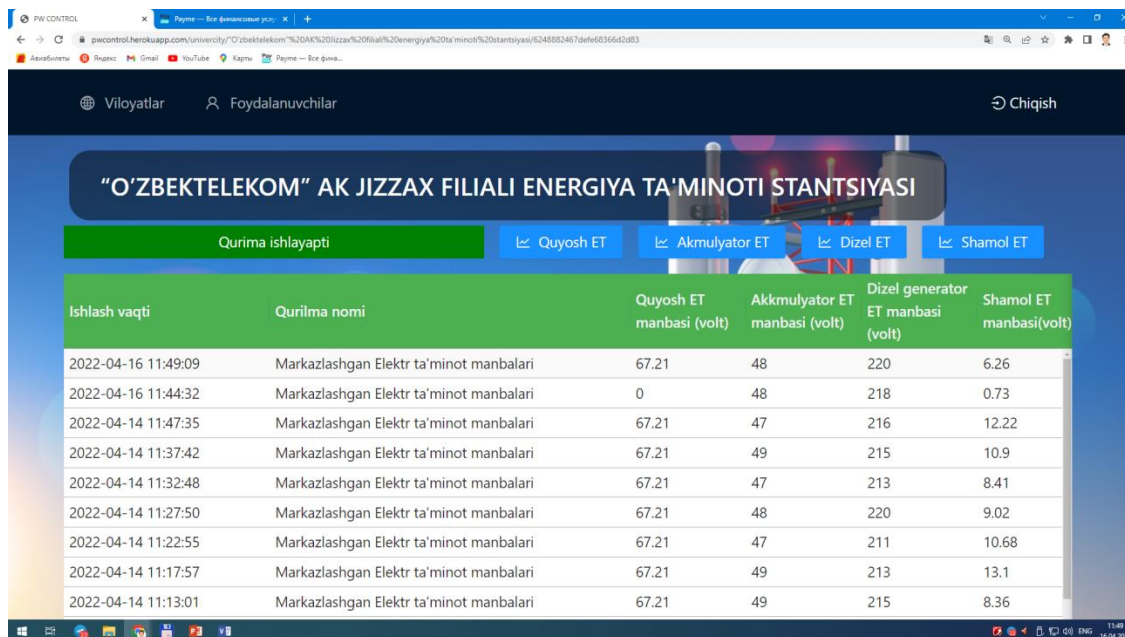
4.5-расм. Pwcontrol.uz тизимининг энергия таъминоти мониторингини бир хууд кесимидаги саҳифаси

www.pwcontrol.uz дастурий мажмуа РНР дастурлаш тилида яратилган, қулай интерфейсларни ўз ичига олади. Асосий авзалликлари шундан иборатки худудларда жойлашган энергия таъминоти назорати қуриламаларидан келаётган сигналларни қабул қилади ва керакли вазифаларни бажаради. Юқорида келтирилган 4.15-расмда қурилмалар ўрнатилган худудлар ва уларда мавжуд бўлган энергия таъминоти қурилмалари ҳақида маълумотлар келтирилан. Тизимга худудлар кесимида ахборотлар қачонки қурилма билан тизим ўртасида сигнал мавжуд бўлган ҳолатдагина кўринади ва шундагина масофадан берилган буйруқлар ва бошқарув жараёнларини амалга ошириш имкони мавжуд бўлади.



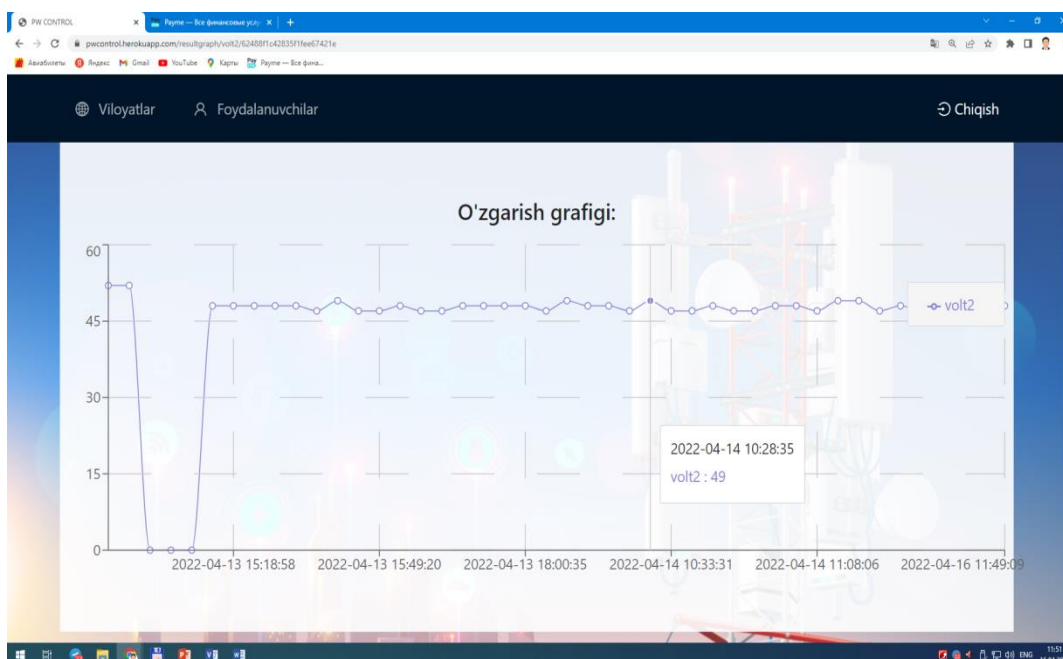
4.6-расм. Pwcontrol.uz тизимининг энергия таъминоти мавжуд манбасининг мониторингини салт ҳолатидаги маълумотлари.

Электр энергия таъминоти объектидаги қайта тикланадиган электр энергия ишлаб чиқаришга мўлжалланган энергия таъминоти воситлари ва уларнинг параметрларини асослаб кўрсатувчи саҳифанинг кўриниши келтирилган. Агарда техник ҳолатга кўра маълум муддат энергия таъминоти бошқаруви ва мониторинги қурилмаси сигнал юбора оламаган ҳолатда ёки сигнал узатиш воситаси маблағига боғлиқ бўлган ҳолатларда саҳифада қизил белги яъни “қурилма ишламаяпти” кўринишида ёзув пайда бўлади. Бу жараённинг яна самарали томони деб шуни айтиш жоизки, инсон факторига боғлиқ ҳолат юзага келади, яъни маълум худудда жойлашган станция маъсулининг мобил қурилмасига смс хабар боради ва техник носозлик ҳолатига аниқлик киритиш мақсадида бартараф этиш ишлари олиб борилади. Бундан ташқари қурилманинг тўғри ишлаётганлиги ҳақидаги кунлик маълумотларни ҳам узлуксиз равишда серверга узатиб туради. Хар бир ўрнатилган энергия таъминоти манбаси ишлаб чиқараётган электр энергиясининг қуввати ва унинг ўзгаришига қараб статистик маълумотлар вақт кесимида қайта ишлашга ва мониторинг қилиш учун Pwcontrol.uz тизимига тўғридан тўғри юборилади.



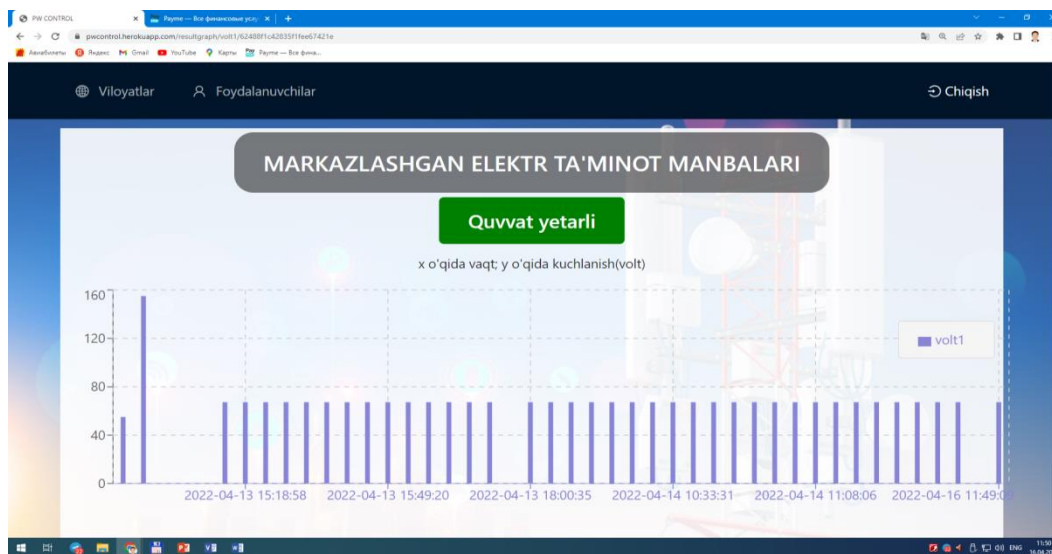
4.7-расм. Pwcontrol.uz тизимининг энергия таъминоти мониторинги учун иш ҳолати маълумотлари.

4.7 расмдаги тасвирда қурилманинг Жиззах вилоятида мавжуд бўлган энергия таъминоти манбалари мониторингида қўлланилгандаги натижалар келтирилган. Юқорида келтирилган саҳифанинг юқори қисмида тасвирнинг яшил қатламида ”қурилма ишляпти” кўринишида ёзув пайдо бўлган. Бу ҳолатдан билишимиз мумкинки, ушбу манбалар билан алоқа ўрнатилган ва ўз вақтида энергия таъминоти манбалари ишлаб чиқараётган энергия миқдори ҳақидаги маълумотларни кўришимиз мумкин.(4.8-расм)



4.8-расм. www.pwcontrol.uz тизимининг энергия таъминоти мониторингида асосий манбанинг кўрсаткичлари.

Худудларда мавжуд бўлган энергия таъминоти манбаларида асосий марказлашган энергия таъминоти манбаларидаги ҳолатни мониторинг қилишда юқорида келтирилган график ҳолатда маълумотлар шакллантирилади.(4.9-расм)



4.9-расм. Энергия таъминоти бошқаруви қурилмаларининг иш жараёнларини худудлар кесимида мониторинг қилиш учун мўлжалланган тизимли дастурий воситаси амалий тадқиқи натижалари.

Дастур асосан электр қурилмаларидаги токни кучланишга ўзгартириш жараёнларида иштирок этувчи катталиқ ва параметрларни рационал ҳисоблаш асосида, чиқиш кучланиши 5 В дан кичик бўлган сигналларни тадқиқ қилиш ва қурилманинг сигнал ўзгартириш катталиқлари ва параметрларни ҳисоблаш имкониятларига эга.

Тажриба тадқиқотлари “Ўзбектелеком” АК Жиззах филиалида ҳамда “UMS” МСНЖ Жиззах вилояти энергия таъминоти тизими корхона объектларини узлуксиз электр энергия билан таъминлашда қуёш энергия таъминоти манбалари асосида амалга оширилган бўлиб, мониторинг тизимини қўллаш орқали телекоммуникация объектлари энергия таъминоти манбаларига техник хизмат кўрсатиш ва эксплуатация вақтини 8-11% га қисқартириш имконини беради.

Жиззах вилоятида алоқа хизматларини таъминлашда “Ўзбектелеком” АК Жиззах филиали йиллар давомида фаолият юритиб келмоқда. Ушбу диссертация ишининг амалий тадқиқини ушбу корхонанинг энг зарур ва шарт бўлган алоқа қурилмаларини узлуксиз энергия билан таъминлайдиган бўлимдарда ва худудий сигнал узатиш қурилмалари ва корхонага тегишли худудий антенналарида қўлланилди.

Қайта тикланувчан электр энергия билан таъминлашдаги ҳисоблар тўғрисида маълумотлар қуйида келтириб ўтилган ва уларни асословчи ой, кун ва йил кесимида графиклар 4.10, 4.11, 4.12-расмларда тақдим этилган.

“Ўзбектелеком” АК Жиззах филиали стационар энергия таъминоти манбаидан
олинган натижалар

| Кун кесимида | | | Ой кесимида | | | Йиллар кесимида | | |
|--------------|----------|-----------|-------------|---------|-------------|-----------------|----------|--------------|
| № | вақти | қуввати | № | Ой | қуввати | № | Йил | қуввати |
| 1. | 1:00 AM | 0 kWh | 1. | Январ | 80,4 kWh | 1. | 2021 йил | 1472,823 kWh |
| 2. | 2:00 AM | 0 kWh | 2. | Феврал | 96,4 kWh | 2. | 2022 йил | 314,32 kWh |
| 3. | 3:00 AM | 0 kWh | 3. | Март | 102,65 kWh | 3. | 2023 йил | 0 kWh |
| 4. | 4:00 AM | 0 kWh | 4. | Апрел | 114,6 kWh | 4. | 2024 йил | 0 kWh |
| 5. | 5:00 AM | 0 kWh | 5. | Май | 64,85 kWh | 5. | 2025 йил | 0 kWh |
| 6. | 6:00 AM | 0,022 kWh | 6. | Июн | 33,756 kWh | 6. | 2026 йил | 0 kWh |
| 7. | 7:00 AM | 0,202 kWh | 7. | Июл | 320,702 kWh | | | |
| 8. | 8:00 AM | 0,358 kWh | 8. | Август | 321,535 kWh | | | |
| 9. | 9:00 AM | 0,495 kWh | 9. | Сентябр | 142,303 kWh | | | |
| 10. | 10:00 AM | 1,028 kWh | 10. | Октябр | 116,184 kWh | | | |
| 11. | 11:00 AM | 1,202 kWh | 11. | Ноябр | 157,322 kWh | | | |
| 12. | 12:00 PM | 2,124 kWh | 12. | Декабр | 210,448 kWh | | | |
| 13. | 1:00 PM | 1,248 kWh | | | | | | |
| 14. | 2:00 PM | 1,269 kWh | | | | | | |
| 15. | 3:00 PM | 1,571 kWh | | | | | | |
| 16. | 4:00 PM | 0,465 kWh | | | | | | |
| 17. | 5:00 PM | 0,453 kWh | | | | | | |
| 18. | 6:00 PM | 0,445 kWh | | | | | | |
| 19. | 7:00 PM | 0,434 kWh | | | | | | |
| 20. | 8:00 PM | 0,222 kWh | | | | | | |
| 21. | 9:00 PM | 0,005 kWh | | | | | | |
| 22. | 10:00 PM | 0 kWh | | | | | | |
| 23. | 11:00 PM | 0 kWh | | | | | | |
| 24. | 00:00 AM | 0 kWh | | | | | | |



4.10-расм. “Ўзбектелеком” АК Жиззах филиалини стационар энергия таъминоти манбаининг ойлар кесимида маълумотлари



4.11-расм. “Ўзбектелеком” АК Жиззах филиали йил давомидаги энергия таъминоти маълумотлари



4.12-расм. “Ўзбектелеком” АК Жиззах филиали стационар энергия таъминоти манбаининг кун давомидаги маълумотлари

Энергия таъминоти мониторинги жараёнида сигнал ўзгартириш элементларини тавсифлари тадқиқоти дастурий мажмуаси узлуксиз равишда энергия истеъмоли ва энергия таъминоти қурилмаларини иш ҳолатини баҳолаб боради.

Яратилган ва ишлаб чиқилган алгоритмлар, усуллар, дастурий таъминот ҳамда мониторинг тизимини такомиллаштириш, амалиётга қўллашдан энергия ва ресурсларни тежашдаги иқтисодий самара йилига 3 -4 % фоизни ташкил этиши кутилмоқда.

2019 йил республикамызда энергия самарадорлиги масалалари бўйича республика комиссиясининг 39-сон баёнида саноат корхоналарида энергетик самарадорликни бошқариш ва назорати учун маълумотлар базасини яратиш тадқиқот вазифаларидан бири этиб белгиланган. Энергия мониторинг тизими учун дастурурий воситалар ва қурилмалар етарли эмас.

Ҳозирги кунда исталган корхонада персонал компьютер ва интернет тармоқлари мавжуд. Ушбу имкониятлардан самарали фойдаланиш орқали ҳар қандай саноат корхонасига энергия мониторинг тизимларини жорий этиш орқали ушбу масалаларга ечим топиш имконияти мавжуд.

“UMS” МСНЖ Жиззах вилояти энергия таъминоти тизими корхона объектларини узлуксиз электр энергия билан таъминлашда қуёш энергия таъминоти манбалари асосида олинган натижалар 4.3 жадвалда акс этган.

4.3-жадвал.

“UMS” МСНЖ Жиззах филиали стационар энергия таъминоти манбаидан олинган натижалар

| Кун кесимида | | | Ой кесимида | | | Йиллар кесимида | | |
|--------------|----------|-----------|-------------|---------|-------------|-----------------|----------|--------------|
| № | вақти | қуввати | № | Ой | қуввати | № | Йил | қуввати |
| 1. | 1:00 AM | 0 kWh | 1. | Январ | 150 kWh | 1. | 2021 йил | 1214,823 kWh |
| 2. | 2:00 AM | 0 kWh | 2. | Феврал | 148,14 kWh | 2. | 2022 йил | 269,32 kWh |
| 3. | 3:00 AM | 0 kWh | 3. | Март | 102,65 kWh | 3. | 2023 йил | 0 kWh |
| 4. | 4:00 AM | 0 kWh | 4. | Апрел | 114,6 kWh | 4. | 2024 йил | 0 kWh |
| 5. | 5:00 AM | 0 kWh | 5. | Май | 64,85 kWh | 5. | 2025 йил | 0 kWh |
| 6. | 6:00 AM | 0,022 kWh | 6. | Июн | 33,756 kWh | 6. | 2026 йил | 0 kWh |
| 7. | 7:00 AM | 0,202 kWh | 7. | Июл | 180,258 kWh | | | |
| 8. | 8:00 AM | 0,358 kWh | 8. | Август | 124,285 kWh | | | |
| 9. | 9:00 AM | 0,495 kWh | 9. | Сентябр | 35,85 kWh | | | |
| 10. | 10:00 AM | 1,028 kWh | 10. | Октябр | 116,184 kWh | | | |
| 11. | 11:00 AM | 2,417 kWh | 11. | Ноябр | 157,322 kWh | | | |
| 12. | 12:00 PM | 2,154 kWh | 12. | Декабр | 64,448 kWh | | | |
| 13. | 1:00 PM | 2,248 kWh | | | | | | |
| 14. | 2:00 PM | 2,269 kWh | | | | | | |
| 15. | 3:00 PM | 1,571 kWh | | | | | | |
| 16. | 4:00 PM | 0,465 kWh | | | | | | |
| 17. | 5:00 PM | 0,453 kWh | | | | | | |
| 18. | 6:00 PM | 0,445 kWh | | | | | | |
| 19. | 7:00 PM | 0,434 kWh | | | | | | |
| 20. | 8:00 PM | 0,222 kWh | | | | | | |
| 21. | 9:00 PM | 0,005 kWh | | | | | | |
| 22. | 10:00 PM | 0 kWh | | | | | | |
| 23. | 11:00 PM | 0 kWh | | | | | | |
| 24. | 00:00 AM | 0 kWh | | | | | | |



4.13-расм. “UMS” МСНЖ Жиззах вилояти филиали стационар энергия таъминоти манбаининг ойлар кесимида маълумотлари



4.14-расм. “UMS” МСНЖ Жиззах вилояти филиали стационар энергия таъминоти манбаининг кун давомидаги маълумотлари



4.15-расм. “UMS” МСНЖ Жиззах вилояти филиали стационар энергия таъминоти манбаининг йиллар давомидаги маълумотлари

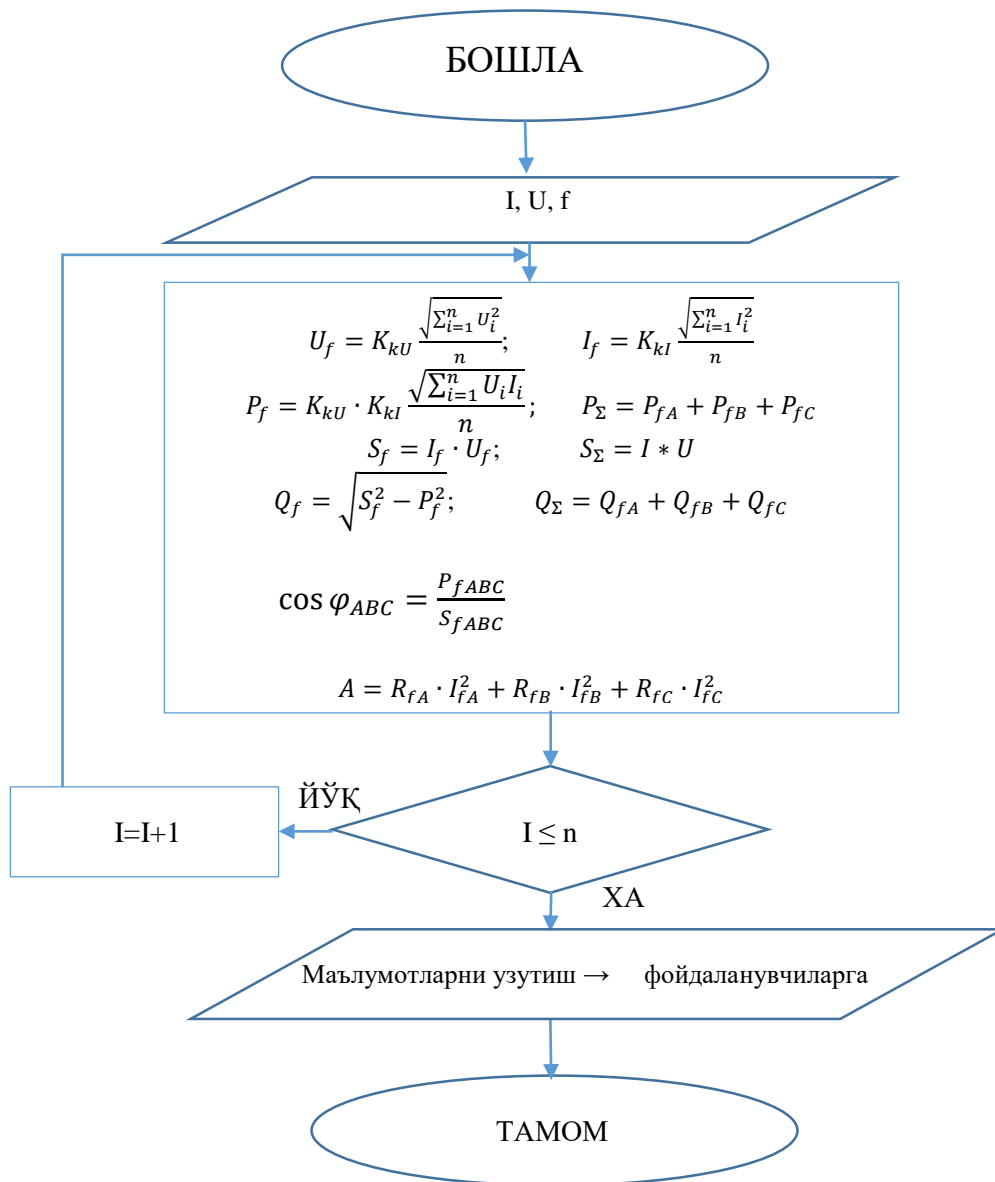
Стационар асосда ишлаб чиқилган электр энергиясини ҳисобга олиш ва мониторинг қилиш учун ишлаб чиқилган ақлли тизимнинг бошқа шунга ўхшаш тизимларга нисбатан қуйидаги имкониятлари мавжуд:

1. Таклиф этилаётган ўлчов-назорат тизимида ўлчанган асосий электр энергия истеъмоли самарадорлик кўрсаткичлари булутда сақланади. Маълумотдан фойдаланиш учун фойдаланувчилар ихтиёрий жойдан мурожаат этишлари мумкин. Корхона маълумотларни сақлаш учун шахсий ва корпоратив булут хизматларидан фойдаланиши мумкин;

2.Тўпланган маълумотлар автоматик тарзда қуйида берилган алгоритм асосида энергетик самарадорлик кўрсаткичларини ҳисоблашларини амалга оширади. Маълумотларни график кўринишда ва ворд матн муҳарририда тақдим этади;

3.Энергия самарадорлик ўлчов назорат қурилмаси периферик қурилмалар билан ўзаро ва бевосита уланади. Қушимча юритма ва дастурий таъминот талаб этилмайди. Энергия самарадорлик ўлчов назорат қурилмасида қўшимча ток ўзгарткичлар қўлланилмайди. Ток трансформаторларининг ўрнига уч фазали токни чиқиш сигнали кучланишга ўзгарткичлардан фойдаланилади;

4. Энергия самарадорлик ўлчов назорат қурилмаси мобил кўринишда бўлиб ўрнатилиш қулай ҳисобланади. Ўлчанган электр катталиклар рақамли сигналга ўзгартирилади ва интернет ёки Wi-Fi модуллари орқали булутга узатилади. Қўшимча интерфейс ва маълумотларни киритиш қурилмаларида воз кечилган.

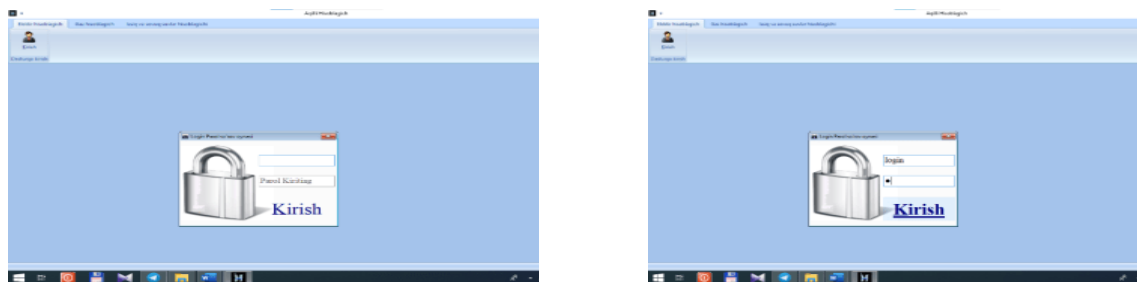


4.16-рasm. Маълумотларни қайта ишлаш ва узатиш тизими ишлаш алгоритми

Ўлчаш ва назорат тизимини ишга тушириш учун уч фазали тармоққа уч фазали ток ўзгартиргич уланади. Уч фазали ток ўзгартиргич датчиги APЎ ва кучайтиргичлардан ташкил топган ўлчов боғланиш блокига уланади [34; 237-240-б.]. Ўлчов боғланиш блокдан ўлчанган фазалар қийматлари микроконтроллерга узатилади[34; 237-240-б.]. Узатилган аналог сигналлар рақамли сигналга ўзгартирилиб, тузилган маълумотларни қайта ишлаш ва узатиш математик алгоритм (4.16-расм) асосида микроконтроллерга ёзилган дастур асосида ҳисоб-китоблар амалга оширилади .

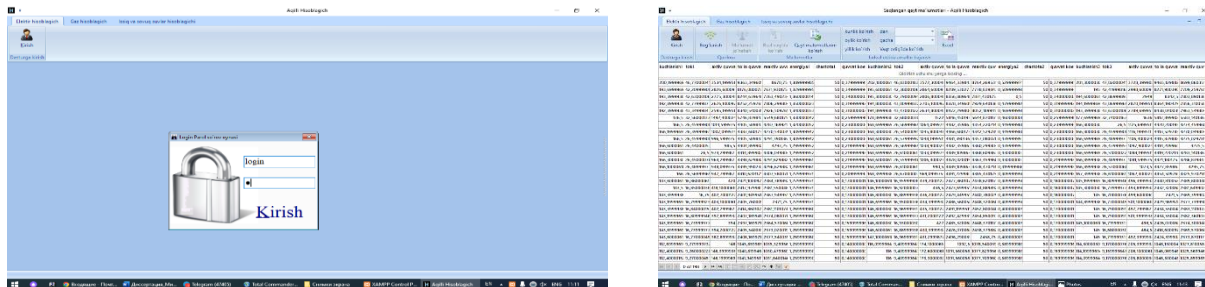
Микроконтроллерда қайта ишланган маълумотларни персонал компьютерга, яъни серверга узатиш учун Дельфи дастурлаш тилида ёзилган HISOBLAGICHLAR дастурини ишга туширилади [34; 237-240-б.]. HISOBLAGICHLAR- дастури ўлчаш тизими ва маълумотлар базасига уланиш интерфейси ҳисобланади. Яъни қурилмага улангандан сўнг, ундаги маълумотларни базага олади ва сақланган маълумотларни жадвал кўринишида ҳосил қилади. Ундан ташқари ўлчаш тизимидан олинаётган маълумотларни ҳам кўриш мумкин [34; 237-240-б.].

Дастур ишга тушгач 4.17-расмда кўрсатилгандек дастурнинг ойнаси очилади, фойдаланувчи томонидан логин ва калит сўз киритилади.



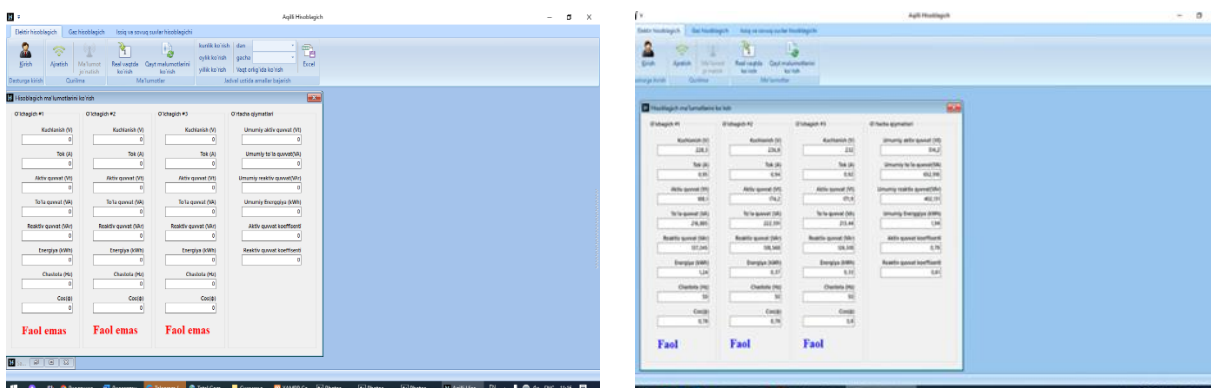
4.17-расм. HISOBLAGICHLAR- дастурини ойнаси

Логин ва калит сўз киритилгандан сўнг дастур фаоллашади ва дастур ойнасининг юқори панелида БОҒЛАНИШ ва ҚАЙТА МАЪЛУМОТЛАРНИ КЎРИШ менюлари чиқади. ҚАЙТА МАЪЛУМОТЛАРНИ КЎРИШ менюсида асосан кунлик, ойлик ва йиллик архив маълумотлар сақланади. Шу ердан ҳисобот сифатида Microsoft Excel дастурида хотирага сақлаб олиш имкони мавжуд (4-18 расм)[34; 237-240-б.].



4.18-расм. Боғланиш ва қайта маълумотларни кўриш ойнаси

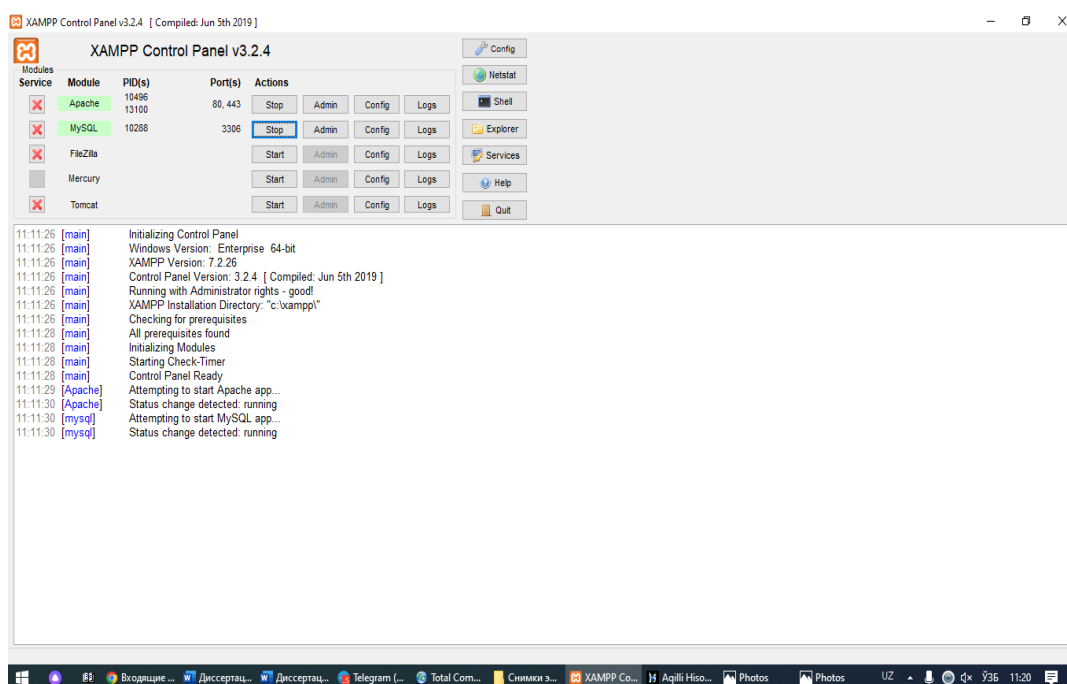
Агар электр истеъмолчи электр тармоққа уланмаган бўлса боғланиш менюсига кириш шарт эмас чунки, бу ҳолатда қурилмалар фаол ҳолатда бўлмайди. Электр истеъмолчи электр тармоққа улангандан сўнг дастур фаоллашади ва маълумотларни узатиш учун қайдловни амалга оширади (4 19 расм).



4.19-расм. Мобил ўлчаш қурилмаларининг фаоллигини кузатиш ойнаси

Ҳозирда мавжуд XAMPP пакети асосида MySQL маълумотлар базаси ва Web сайт шу орқали ҳосил қилинади. XAMPP дастурининг асосий вазифасига қуйидагилар киради [34; 237-240-б.] .:

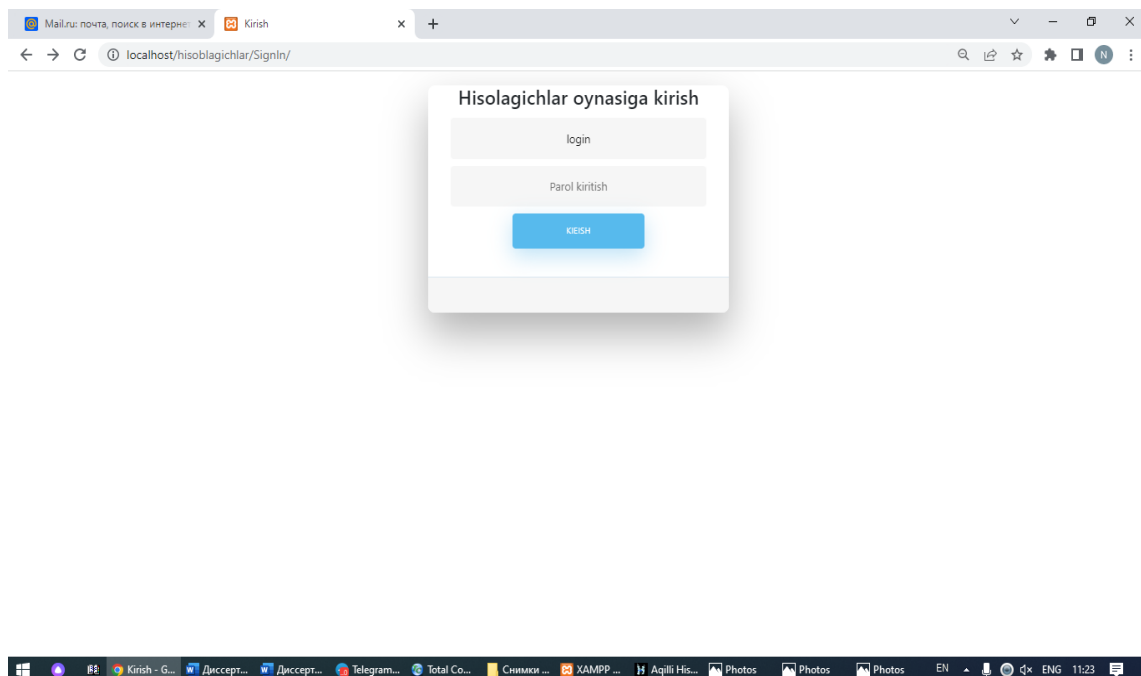
Ишлаб чиқилган HISOBLAGIChLAR дастурини ишга тушишини фаоллаштириш шунингдек, ЭСЎНҚ сини электр тармоқ билан боғлашга, маълумотларни сервер ва интернет тармоғи орқали бошқа персонал компьютердаги фойдаланувчиларга узатишдан иборат ҳисобланади. Xampp дастури ишга туширилган қуйидаги ойна очилади ва у фаоллашади (4-20 расм).



4.20-расм. XAMPP дастурини ойнаси

Маълумотлар узатилаётган асосий сервердан яъни, компьютердан интернет браузерларидан бирини ишга тушириш орқали интернет манзилига localhost/hisoblagichlar киритилади (4-21 расм). Расмда кўрсатилган ойна юкланади ва логин ва калит сўзи киритилади. Шундан сўнг маълумотлар базасига ўтилади [34; 237-240-б.].

Маълумотлар базаси 4.22- расмда келтирилган.



4.21-расм. Сервердан маълумотлар базасига кириш ойнаси

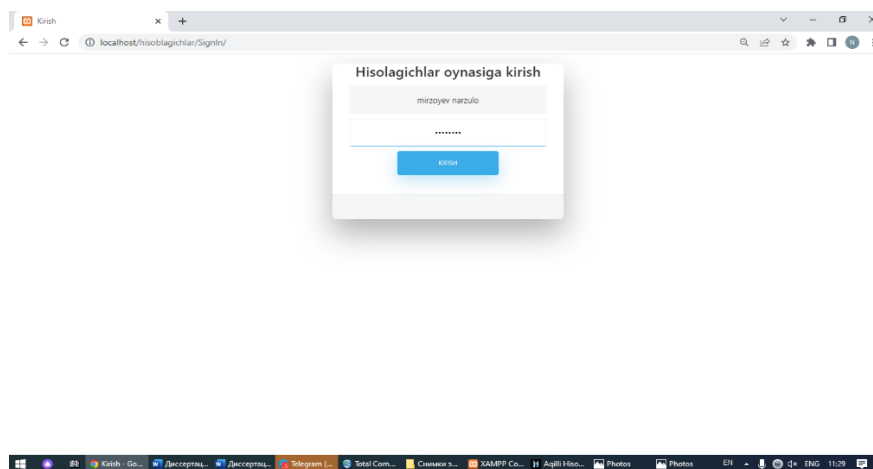
| Kuchlanish | | Aktiv quvvat | | Energiya | | Kuchlanish | | Aktiv quvvat | | Energiya | | chaotota | Umumiy aktiv quvvat | Umumiy to'la quvvat | Umumiy reaktiv quvvat | Aktiv quvvat koeffitsienti | reaktiv quvvat koeffitsienti | Sana |
|------------|-------|--------------|------|----------|-------|------------|------|--------------|-------|----------|------|----------|---------------------|---------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|------------|
| 200.2 | 46.77 | 3534.2 | 1.39 | 202.1 | 46.83 | 3572.3 | 0.53 | 201.3 | 47.02 | 3728.4 | 0.49 | 50 | 10834.9 | 26134.9 | 28292.8 | 0.38 | 0.92 | 2022-03-07 |
| 193.7 | 42.21 | 2826.6 | 1.38 | 195.6 | 42.38 | 2864.6 | 0.51 | 195 | 42.42 | 2998.6 | 0.47 | 50 | 8689.8 | 23160 | 24737.5 | 0.35 | 0.93 | 2022-03-07 |
| 193.4 | 42.63 | 2775.3 | 1.36 | 195.3 | 42.79 | 2806.8 | 0.5 | 194.6 | 42.87 | 2949 | 0.45 | 50 | 8531.1 | 23438.8 | 24944 | 0.34 | 0.93 | 2022-03-07 |
| 192.9 | 42.78 | 2676.1 | 1.35 | 194.8 | 43.01 | 2705.1 | 0.48 | 194.2 | 43.07 | 2870.2 | 0.44 | 49.9 | 8251.4 | 23592.2 | 24994.8 | 0.33 | 0.94 | 2022-03-07 |
| 192.4 | 43.35 | 2595.2 | 1.34 | 194.9 | 43.47 | 2634.8 | 0.47 | 193.4 | 43.63 | 2789.7 | 0.43 | 50 | 8019.7 | 23942.2 | 25250.9 | 0.31 | 0.94 | 2022-03-07 |
| 176.5 | 32.56 | 1492.4 | 1.33 | 178.9 | 32.68 | 1522 | 0.46 | 177.7 | 32.74 | 1636 | 0.41 | 50 | 4650.4 | 16777.7 | 17411.2 | 0.26 | 0.96 | 2022-03-07 |
| 166.5 | 26.46 | 1014.6 | 1.32 | 168.7 | 26.57 | 1064.1 | 0.45 | 166.8 | 26.5 | 1125.7 | 0.41 | 50 | 3204.4 | 12915.8 | 13308.1 | 0.24 | 0.97 | 2022-03-07 |
| 166.2 | 26.4 | 1007.1 | 1.31 | 168.3 | 26.54 | 1045.8 | 0.45 | 166.8 | 26.46 | 1116.2 | 0.4 | 50 | 3169.1 | 12883.1 | 13267.9 | 0.23 | 0.97 | 2022-03-07 |
| 166.5 | 26.46 | 996.6 | 1.31 | 168.6 | 26.58 | 1048.2 | 0.44 | 166.7 | 26.49 | 1106.4 | 0.4 | 49.9 | 3151.2 | 12923.5 | 13302.9 | 0.23 | 0.97 | 2022-03-07 |

4.22-расм. Мобил энергия манбаси маълумотлари базасининг ойнаси

Маълумотлар базаси электр энергия манбаси ва исмтеъмолчиларининг кунлик, ойлик ва йиллик электр энергия ишлаб чиқариш ва истеъмоли шунингдек, электр энергиясининг самарадорлик кўрсаткичларини баҳолаш имконини беради [34; 237-240-б.] .

Ушбу маълумотлар базасидаги маълумотлар бошқа персонал компьютердан фойдаланувчилар фойдаланиши учун маълумотлар базаси сақланаётган сервер, яъни

компьютернинг IP манзилдан фойдаланиб киритилади. Масалан, интернет тармоғи уланган ихтиёрий компьютерга ўрнатилган интернет браузерларидан бири орқали <https://cloudhisoblagichlar.uz/hisoblagichlar> манзилига мурожат қилинади ва 4.23- расмда кўрсатилган ойна юкланади [34; 237-240-б.].



4.23-расм. IP манзилдан фойдаланиб маълумотлар базасига кириш ойнаси

Маълумотларни хавфсизлигини таъминлаш мақсадида логин ва калит сўз киритилиб, 4.24- расмда кўрсатилган ойна юкланади.

| Kunlik ma'lumot | | | | Yillik ma'lumot | | | | Yillik ma'lumot | | | | Umi akti quvv | | Aktiv quvvat koef | reaktiv quvvat koef | Sana |
|-----------------|-------|--------------|----------|-----------------|-------|--------------|----------|-----------------|-------|--------------|----------|---------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|
| Kuchlanish | Tok | Aktiv quvvat | Energiya | Kuchlanish | Tok | Aktiv quvvat | Energiya | Kuchlanish | Tok | Aktiv quvvat | Energiya | chastota | Umi akti quvv | Aktiv quvvat koef | reaktiv quvvat koef | Sana |
| 200.2 | 46.77 | 3534.2 | 1.39 | 202.1 | 46.83 | 3572.3 | 0.53 | 201.3 | 47.02 | 3728.4 | 0.49 | 50 | 108 | 0.38 | 0.92 | 2022-03-07 |
| 193.7 | 42.21 | 2826.6 | 1.38 | 195.6 | 42.38 | 2864.0 | 0.51 | 195 | 42.42 | 2998.0 | 0.47 | 50 | 868 | 0.35 | 0.93 | 2022-03-07 |
| 193.4 | 42.63 | 2775.3 | 1.36 | 195.3 | 42.79 | 2806.8 | 0.5 | 194.6 | 42.87 | 2949 | 0.45 | 50 | 853 | 0.34 | 0.93 | 2022-03-07 |
| 192.9 | 42.78 | 2676.1 | 1.35 | 194.8 | 43.01 | 2705.1 | 0.48 | 194.2 | 43.07 | 2870.2 | 0.44 | 49.9 | 8251.4 | 0.33 | 0.94 | 2022-03-07 |
| 192.4 | 43.35 | 2595.2 | 1.34 | 194.9 | 43.47 | 2634.8 | 0.47 | 193.4 | 43.63 | 2789.7 | 0.43 | 50 | 8019.7 | 0.31 | 0.94 | 2022-03-07 |
| 176.5 | 32.56 | 1492.4 | 1.33 | 178.9 | 32.68 | 1522 | 0.46 | 177.7 | 32.74 | 1636 | 0.41 | 50 | 4650.4 | 0.26 | 0.96 | 2022-03-07 |
| 166.5 | 26.46 | 1014.6 | 1.32 | 168.7 | 26.57 | 1064.1 | 0.45 | 166.8 | 26.5 | 1125.7 | 0.41 | 50 | 3204.4 | 0.24 | 0.97 | 2022-03-07 |
| 166.2 | 26.4 | 1007.1 | 1.31 | 168.3 | 26.54 | 1045.8 | 0.45 | 166.8 | 26.46 | 1116.2 | 0.4 | 50 | 3169.1 | 0.23 | 0.97 | 2022-03-07 |
| 166.5 | 26.46 | 996.6 | 1.31 | 168.6 | 26.58 | 1048.2 | 0.44 | 166.7 | 26.49 | 1106.4 | 0.4 | 49.9 | 3151.2 | 0.23 | 0.97 | 2022-03-07 |

4.24-расм. Маълумотлар базасининг ойнаси

Ушбу маълумотлар базасидаги маълумотлар вақт бўйича таҳлил қилинади ва электр энергия истеъмоли самарадорлигини баҳолаш учун энергия ресурсларни меъёрлаш блокига узатилади ҳамда электр энергия катталиклари самарадорлигининг ўлчов ва назорат тизимини меъёрлаш дастури орқали самарадорлик кўрсаткичлари таҳлил қилинади. Бу саҳифадан ЭЭИ нинг самарадорликнинг асосий кўрсаткичлари ва маҳсулотнинг меъёрий ЭЭИ сарфи тўғрисидаги маълумотларни ихтиёрий давр учун сараланган ҳолда жадвал кўринишда юклаб олиш мумкин.

Яратилган электр энергия ўлчов ва назорат мобил қурилмаларнинг техник ва иқтисодий кўрсаткичлари

Энергия самарадорликни ўлчов назоратнинг мобил қурилмаси ва HISOBLAGICHLAR дастури асосида лойиҳаланган энергия мониторинг тизими энергия самарадорликни назорат қилиш учун мўлжалланган.

Қурилманинг кўрсаткичлари:

1. Ишчи кучланиши: (0-260) В;
2. Синов кучланиши: 260 В;
3. Номинал қуввати: 1,2 Вт;
4. Частотаси: (45-65) Гц;
5. Мутлоқ хатолиги: 0,5

Қурилманинг техник тавсифи:

1.1. Кучланишни ўлчаш:

- 1.1.1. Ўлчаш диапазони: (0-260) В;
- 1.1.2. Рухсат этилган хатолиги: $\pm 0,5$ %.

1.2. Ток кучини ўлчаш:

- 1.2.1. Ўлчаш диапазони: (0-100) А;
- 1.2.2. Ток бўйича сезгирлиги: 0,01 А;
- 1.2.3. Рухсат этилган хатолиги: $\pm 0,5$ %.

1.3. Актив қувватни ўлчаш:

- 1.3.1. Ўлчаш диапазони: (0-23) кВт;
- 1.3.2. Қувват бўйича сезгирлик: 0,4 Вт;
- 1.3.3. Рухсат этилган хатолиги: $\pm 0,5$ %.

1.4. Қувват коэффициентини ўлчаш:

- 1.4.1. Ўлчаш диапазони: (0-1,00);
- 1.4.2. Рухсат этилган хатолиги: 0,01.

1.5. Частотани ўлчаш:

- 1.5.1. Ўлчаш диапазони: (45-65) Гц;
- 1.5.2. Частотани 50 Гц да рухсат берилган четланиши: 0,1 Гц.

1.6. Актив энергияни ўлчаш:

- 1.6.1. Ўлчаш диапазони: (0-9999,99) кВт*соат;
- 1.6.2. Рухсат этилган хатолиги: $\pm 0,5$ %.

1.7 Юқори юкланишдан ҳимояланганлик:

Қурилмага актив қувват чегараси ўрнатилади, ўлчанган актив қувват чегарадан ошиб кетганда қурилма огоҳлантирувчи сигнал ишлаб чиқаради.

1.8 Алоқа интерфейси: RS-485;

- 1.9. Электр таъминоти тўхтатилганда архивланган қийматларни сақлаш;
- 1.11. Ишлаш ҳарорати оралиғи -10°C дан $+60^{\circ}\text{C}$ гача.



Иқтисодий самарадорлик энергия самарадорлигини ўлчов-назорат қурилмаси ва дастурий таъминотини жорий қилинган кундан бошлаб йил давомида қурилмани қўллашдан олинган қуйидаги иқтисодий кўрсаткичларни умумий қиймати билан ҳисобланади:

Импорт маҳсулотларни сотиб олишдан тежалган маблағлар;

Тежалган иш ҳаққи маблағларидан;

Энергия ва ресурс тежашдан олинган маблағлар;

Ўлчаш аниқлиги ва ишончлигидан.

Халқ хўжалигида янги технология, ихтиро ва рационализаторлик таклифларидан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлаш услубиятига мувофиқ йиллик иқтисодий самарадорлик қуйидаги формула бўйича ҳисобланди [6]:

$$\Delta = \Delta C + E_n \Delta K, \quad (4.1)$$

Бу ерда Δ - маҳсулот (иш) бирлиги учун тушган харажатлар, сўм;

ΔC - маҳсулотнинг бирлик қиймати, сўм;

ΔK - ишлаб чиқариш фондларига аниқ инвестиция қўйилмалар, сўм;

E_n - инвестиция қўйилмалар самарадорлигининг стандарт коэффициенти 0,15 га тенг.

Энергия самарадорлигини ўлчов-назорат қурилмаси ва дастурий таъминоти ва Булут hisoblagichlar дастурий таъминоти асосида энергия самарадорликни назорати ва бошқариши учун қуйида келтирилган рақамли технологияларни харид қилиш зарур бўлиб ҳисобланади:

Микроконтроллер, уч фазали ток ўзгартиргич, ўлчов боғланиш блоки, АРЎ, оператив хотира қурилмаси-ОХҚ, доимий хотира қурилмаси-ДХҚ. Жами инвестиция харажатлар – 2,1 млн. сўмни ташкил этади.

Ишлаб чиқариш корхоналарида “Электр энергия катталикларининг самарадорлигини ўлчов-назорат қурилмаси ва дастурий таъминоти” ни ишлаб чиқиш, ўрнатиш, ишга тушириш ва синовдан ўтказиш харажатлари 31,5 млн сўмни ташкил этади.

Йиллик иқтисодий самарани ҳисоблаш учун инвестиция харажатлар миқдорининг ўзгариши қуйидагича бўлади:

$$\Delta K = 2100000 - 31500000 = -29400000 \text{ сўм.}$$

Йиллик эксплуатация харажатлар. Янги қурилмадан фойдаланиш бир ойлик иш ҳақи 2100000 сўм бўлган битта тизим муҳандисини алмаштириладиган қурилмаларда иш вақти йиллик фондининг 50 фоизини тадқиқ қилиш билан шартли равишда озод қилиш имконини беради.

Асосий иш ҳақи бўйича шартли йиллик тежамкорлик қуйидагича бўлади:

Қўшимча иш ҳақидан йиллик шартли тежаш:

$$\mathcal{E}_{\text{зп}}=(2\,100\,000 + 4\,000\,000)\times 12=73\,200\,000 \text{ сўм.}$$

Ижтимоий суғурта бадаллари бўйича йиллик шартли жамғарма (иш ҳаққи фондининг 24%) қуйидагиларни ташкил этади:

$$\mathcal{E}_{\text{сс}}=(\mathcal{E}_{\text{зп}}+\mathcal{E}_{\text{дп}})\times 0,24=(49\,200\,000+14\,760\,000)\times 0,24=15\,350\,400 \text{ сўм.}$$

Электр энергия тежашдан (кунига иш вақти = 24 соат), нархи 1 кВт / соат = 450 сўм:

$$\mathcal{E}_3=243\times 24\times 450\times 365=80000000$$

Йиллик иқтисодий самарани ҳисоблаш учун йиллик эксплуатация харажатларнинг ўзгариши қуйидагича бўлади:

$$\Delta C=\mathcal{E}_{\text{зп}}+\mathcal{E}_{\text{дп}}+\mathcal{E}_{\text{сс}}+\mathcal{E}_3=73200000+14760000+15350400+80000000=183310400 \text{ сум.}$$

2022 йилги нархларда қутилаётган иқтисодий самара қуйидагича бўлади:

$$\mathcal{E}=183310400+0,15\times 29400000=187720400 \text{ сўм}$$

(бир юз саксон етти миллион етти юз йигирма минг тўрт юз сўм)

Электр энергия ўлчов ва назорат мобил қурилмаларининг амалий қўлланилиш натижалари

Яратилган электр энергия ўлчов ва назорат қурилмалари асосан уч фазали ток қийматини кучланиш кўринишдаги чиқиш сигналига электромагнит ўзгартиргич, АРЎ, РАЎ, операцион кучайтиргич, сигнал бўлгич, микроконтроллер ва маълумотлар базаси сифатида қўлланилувчи компьютердан иборат.

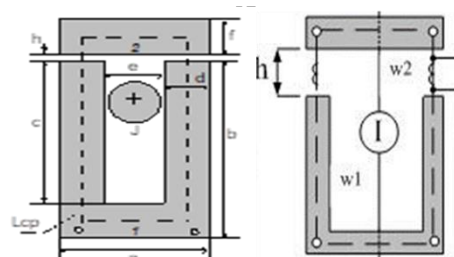
Қурилманинг бирламчи ток сигнали чиқишидаги кучланишга ўзгартиргични ҳисоблашда фойдаланиладиган асосий муносабатларни кўриб чиқамиз.

Уч фазали ток ўзгартиргичнинг чиқишдаги U кучланиш сигналининг динамик тавсифи ток ўзгартиргичдан ўтадиган I токнинг ҳар қандай қийматлари учун чизикли бўлади.

Ўлчов назорат тизимида ҳисобланадиган барча электр катталиклар ўртасидаги боғлиқлик чизикли бўлади (4-25 расм).



А



Б

В

4.25расм. Уч фазали ток ўзгартиргичнинг умумий кўриниши ва магнит ўзаги

Ток бўйича магнит майдон кучланганлик қуйидагича аниқланади [41, 114; 66-б.]:

$$H = \frac{Iw}{L_{\text{сс}}}, \quad \text{В/метр}$$

Бу ерда: I – линиядаги ҳар бир истеъмолчининг токи

$L_{\text{ўрт}}$ –магнит ўтказгичнинг ўртача узунлиги

$$L_{\text{ўрт}} = 2a - 2f + 2b + 2f + 2h \quad (4.1)$$

Бу ерда: $a=0,048$ м, $b=0,055$ м, $c=0,048$ м, $d=f=0,018$ м;

w_1 ва w_2 – уч фазали ўзгартиргичнинг бирламчи ва ўлчаш чулғамлар;

h – ҳаво оралиғининг тирқиши, $h=0,1-1$ мм тенг бўлиши керак;

s – магнит ўтказгичнинг юзаси, мм^2 .

Бирламчи чулғамнинг битта ўрамини кўриб чиқамиз, $w=1$.

Майдондан ўтадиган магнит оқими қуйидагига ҳисобланади:

$$\Phi = BS, \quad \text{Вб}, \quad (4.2)$$

Магнит майдон кучланганлик эса қуйидагича ҳисобланади:

$$H = \frac{Iw}{Lsc}, \quad \text{В/метр}, \quad (4.3)$$

Магнит майдон индукциясини эса ушбу формула орқали топамиз:

$$B = \mu\mu_0 H, \quad \text{Тл}, \quad (4.4)$$

Чулғамнинг тўлиқ магнит илашуви w бўйича қуйидагига тенг бўлади:

$$\psi = w\Phi, \quad \text{Вб}, \quad (4.5)$$

Индуктивликни 4.11-ифода орқали ҳисоблаймиз:

$$L = \frac{\psi}{I} = \frac{\mu\mu_0 HS}{Iw}, \quad \text{Гн}, \quad (4.6)$$

Чулғамнинг ЭЮК қуйидагича ҳисобланади:

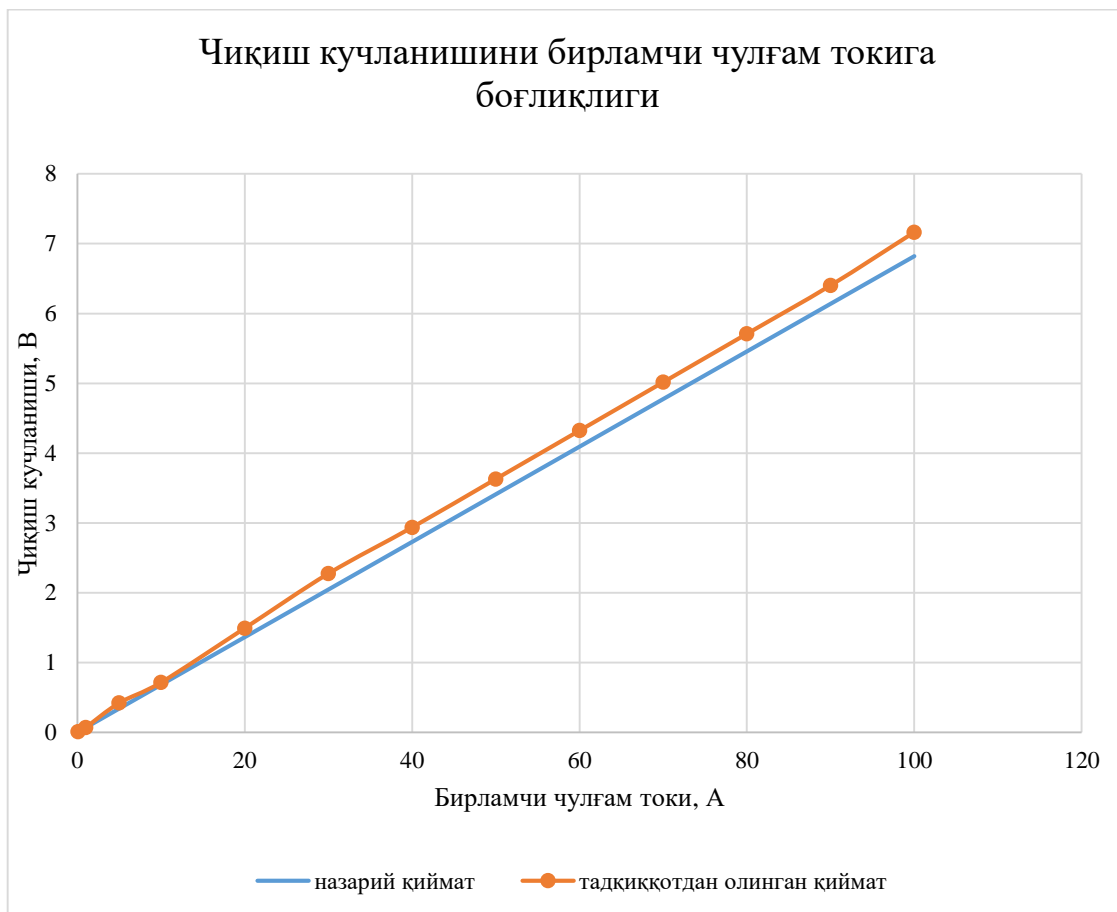
$$E1 = -\frac{d\Psi}{dt} = -\frac{w1\Phi}{dt}, \quad E2 = -\frac{d\Psi}{dt} = -\frac{w2\Phi}{dt}, \quad \text{В}, \quad (4.7)$$

Магнит оқимнинг ҳақиқий қийматлари ҳаво бўшлиғи мавжудлигини ҳисобга олган ҳолда аниқланиши керак.

Ҳаво бўшлиқли магнит ўзакнинг қаршилиги:

$$R = \frac{2h}{\mu_0 S}, \quad \text{Ом}, \quad (4.8)$$

Математик ҳисоб-китоблар ЭХМда махсус дастурларида амалга оширилди ва қуйидаги график олинди.



4.26-расм. Чиқиш кучланишини бирламчи чулғамдан оқаётган ток қийматига
боғлиқлиги

4.26-расмда ўзгарткичнинг чиқиш кучланишини бирламчи чулғамдан оқаётган ток қийматига боғлиқлиги кўрсатилган, графикдан келиб чиқиб ўтказгичдан 100 А ток ўтганда чиқиш кучланиши 7,1634 В гача чизикли ўзгаришини давомийлигини кўришимиз мумкин. Кичик тоқлар учун мўлжалланган чулғамларни ҳам тайёрлашда ушбу усул тавсия қилинади, электрон платага бериладиган чиқиш кучланиши ишончли бўлади. Ушбу фикрларни ўлчов чулғамларига қўллаш тавсия этилади. Ҳисоб-китоблар шуни кўрсатадики, иккиламчи чулғамдаги токнинг турли хил қийматлари учун ўрамлар сони ҳар хил бўлиши керак.

4.4-жадвал

Уч фазали ток ўзгартиргичининг синов тажриба натижалари

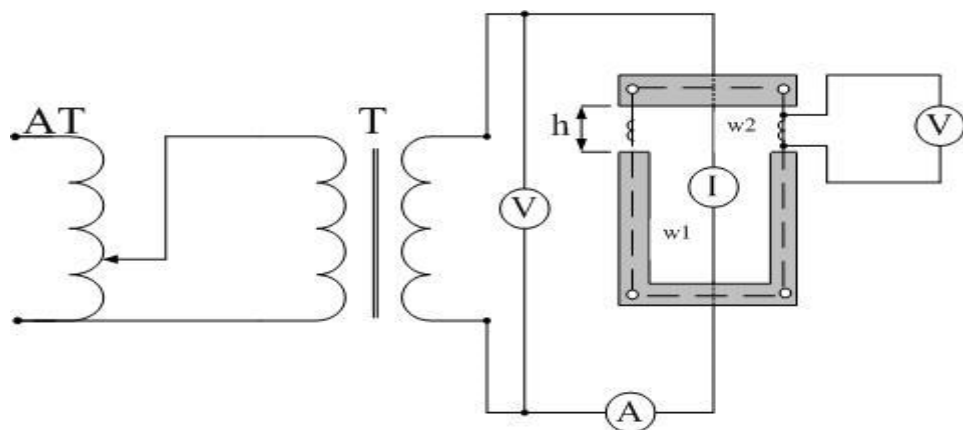
| Ўтказгичдаги ток I | Магнит майдон кучланганлиги Н | Индукция, В | Ҳаво ораликли ўзакни магнит оқими, | Оқим илашуви | Назарий жихатдан чиқиш кучланишининг қиймати, | Тадқиқотдан олинган чиқиш кучланишининг қиймати, $U_{\text{тадқиқот}}$ |
|--------------------|-------------------------------|-------------|------------------------------------|--------------|---|--|
| | | | | | | |

| | | | $\Phi, *10^{-3}$ | | $U_{\text{назарий}}$ | |
|-------|----------|--------|------------------|--------|----------------------|--------|
| 0,1 | 0,3472 | 0,0013 | 0,0011 | 0,0000 | 0,0068 | 0,0120 |
| 1,0 | 3,4722 | 0,0131 | 0,0109 | 0,0002 | 0,0682 | 0,0718 |
| 5,0 | 17,3611 | 0,0654 | 0,0543 | 0,0011 | 0,3411 | 0,4227 |
| 10,0 | 34,7222 | 0,1308 | 0,1086 | 0,0022 | 0,6822 | 0,7161 |
| 20,0 | 69,4444 | 0,2617 | 0,2173 | 0,0043 | 1,3644 | 1,4932 |
| 30,0 | 104,1667 | 0,3925 | 0,3259 | 0,0065 | 2,0465 | 2,2750 |
| 40,0 | 138,8889 | 0,5233 | 0,4345 | 0,0087 | 2,7287 | 2,9362 |
| 50,0 | 173,6111 | 0,6542 | 0,5431 | 0,0109 | 3,4109 | 3,6292 |
| 60,0 | 208,3333 | 0,7850 | 0,6518 | 0,0130 | 4,0931 | 4,3223 |
| 75,0 | 260,4167 | 0,9812 | 0,8147 | 0,0163 | 4,7753 | 5,0154 |
| 80,0 | 277,7778 | 1,0467 | 0,8690 | 0,0174 | 5,4575 | 5,7084 |
| 85,0 | 295,1389 | 1,1121 | 0,9233 | 0,0185 | 6,1397 | 6,4015 |
| 100,0 | 312,5000 | 1,1775 | 0,9776 | 0,0196 | 6,8219 | 7,1634 |

Мобил қурилмаларнинг бирламчи тоқларни чиқишдаги кучланишларга ўзгартиришининг синов текшириш натижалари.

Қурилмалар бирламчи тоқлар ва кучланишларни чиқиш сигнали бўлган кучланишларга ўзгартириш билан бир қаторда тажриба синов натижаларни амалий асослашлар ҳам керак. Қурилмалар асосида бирламчи тоқларни чиқишдаги кучланишларга ўзгартиргич элементининг тажриба-синов схемаси 4.27-расмда берилган.

Тажриба синов схема қуйидагилардан иборат: АТ – автотрансформатор; Т – кучайтирувчи трансформатор; w_1 – бирламчи чулғам; w_2 – ўлчаш чулғами; ab, cd – w_1 ва w_2 чулғамни кириш чиқишлари; 1, 2, 3 – чулғамларни ковшарланган кириш чиқиши w_1 ; h – U -кўринишли ўзак ва ядро ўртасидаги ҳаво оралиғи; J – ўтказгичдаги ўлчанадиган ток; V_1, V_2 – вольтметрлар; A – амперметр.



4.27 -расм. Ток ўзгартириш элементининг текшириш тажриба-синов схемаси

4.5-жадвалда бирламчи ток ўзгартиргичнинг синов тажриба натижалари берилган. w_1 чўлғамининг чиқишидаги кучланишни ўлчаш бўйича натижаларига таъсир этувчи катталиклар булар, чулғамнинг ўрамлар сони, ҳаво оралиғи ва ток ҳисобланади. Ўлчов вольтметрнинг аниқлик синфи 1 га ва ўлчов амперметрнинг аниқлик синфи 0,5 га тенг.

4.5-жадвал

Бирламчи ток ўзгартиргичнинг синов тажриба натижалари

| w_1 - ўрамлар сони | | 100 | 140 | 200 | 240 | 100 | 140 | 200 | 240 | 100 | 140 | 200 | 240 |
|----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| s, mm | I, A | 1 | | | | 5 | | | | 10 | | | |
| 0,05 | | 0,160 | 0,300 | 0,373 | 0,280 | 1,144 | 1,593 | 2,706 | 2,604 | 1,985 | 3,040 | 4,962 | 0,477 |
| 0,1 | | 0,039 | 0,132 | 0,154 | 0,144 | 0,264 | 0,378 | 0,649 | 0,616 | 0,809 | 1,245 | 2,042 | 0,196 |
| 0,2 | | 0,027 | 0,044 | 0,056 | 0,051 | 0,154 | 0,234 | 0,407 | 0,432 | 0,399 | 0,608 | 0,999 | 0,104 |
| 0,3 | | 0,025 | 0,049 | 0,058 | 0,048 | 0,123 | 0,168 | 0,286 | 0,272 | 0,231 | 0,361 | 0,588 | 0,058 |
| 0,4 | | 0,019 | 0,037 | 0,048 | 0,040 | 0,102 | 0,140 | 0,238 | 0,228 | 0,179 | 0,285 | 0,455 | 0,044 |
| 0,5 | | 0,015 | 0,030 | 0,039 | 0,031 | 0,078 | 0,107 | 0,184 | 0,177 | 0,126 | 0,219 | 0,366 | 0,035 |
| 0,6 | | 0,009 | 0,020 | 0,029 | 0,024 | 0,072 | 0,098 | 0,168 | 0,160 | 0,105 | 0,190 | 0,322 | 0,031 |
| 0,7 | | 0,009 | 0,020 | 0,028 | 0,023 | 0,070 | 0,095 | 0,160 | 0,152 | 0,095 | 0,181 | 0,300 | 0,029 |
| 0,8 | | 0,008 | 0,017 | 0,022 | 0,020 | 0,064 | 0,086 | 0,144 | 0,137 | 0,074 | 0,162 | 0,266 | 0,025 |
| 0,9 | | 0,007 | 0,013 | 0,020 | 0,017 | 0,058 | 0,078 | 0,131 | 0,125 | 0,074 | 0,152 | 0,255 | 0,024 |
| 1,0 | | 0,007 | 0,013 | 0,019 | 0,016 | 0,055 | 0,074 | 0,122 | 0,118 | 0,063 | 0,143 | 0,233 | 0,022 |

4.6-жадвал

Ҳаво оралиғи ва чулғамга боғлиқ ҳолда ток ва кучланишнинг қийматлари

| Ҳаво оралиғи, мм | 0,2 | | | | | | | |
|---------------------|------------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|--|
| Чулғамлар сони, w | 30 | 60 | 120 | 240 | 580 | 1000 | 1150 | |
| Ток, A | 0,5 | | | | | | | |
| Кучланиш, B | 0,00033 | 0,00053 | 0,00095 | 0,0025 | 0,0048 | 0,0084 | 0,011 | |

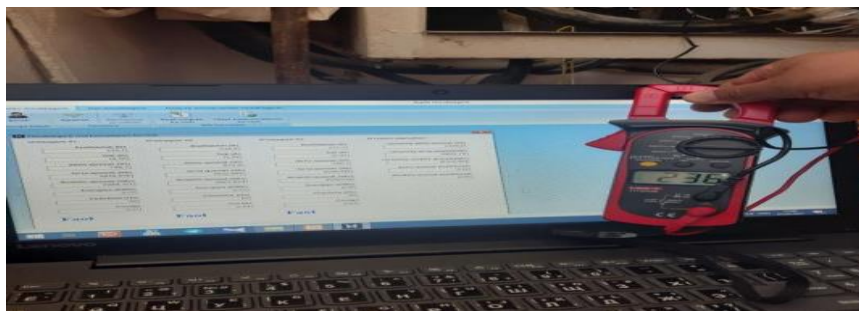
| | | | | | | | |
|--------------|------------|---------|-------|--------|-------|--------|------|
| Ток, А | 8 | | | | | | |
| Кучланиш , В | 0,0121 | 0,0198 | 0,038 | 0,1342 | 0,341 | 0,4125 | 0,56 |
| Ток, А | 15 | | | | | | |
| Кучланиш, В | 0,0209 | 0,03564 | 0,056 | 0,1854 | 0,62 | 0,896 | 1,12 |
| Ток, А | 30 | | | | | | |
| Кучланиш, В | 0,0625 | 0,154 | 0,298 | 0,602 | 1,564 | 2,03 | 2,68 |
| Ток, А | 100 | | | | | | |
| Кучланиш, В | 0,1568 | 0,3124 | 0,625 | 1,5648 | 4,05 | 6,002 | 8,25 |

4.7-жадвал

Кучланишнинг ўртача ва амплитуда қиймати

| | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|-----------------------------------|--------|--------|
| Ҳаво оралиғи, мм | 0,2 | | | | | | |
| Чулғамлар сопи ,w | 50 | 100 | 200 | 300 | 500 | 1000 | 1100 |
| Ток, А | 0,1 | | | | | | |
| | Кучланишнинг ўртача қиймати | | | | Кучланишнинг амплитуда қиймати | | |
| Кучланиш, В | 0,00020 | 0,00040 | 0,00080 | 0,00120 | 0,0075 | 0,0110 | 0,0150 |

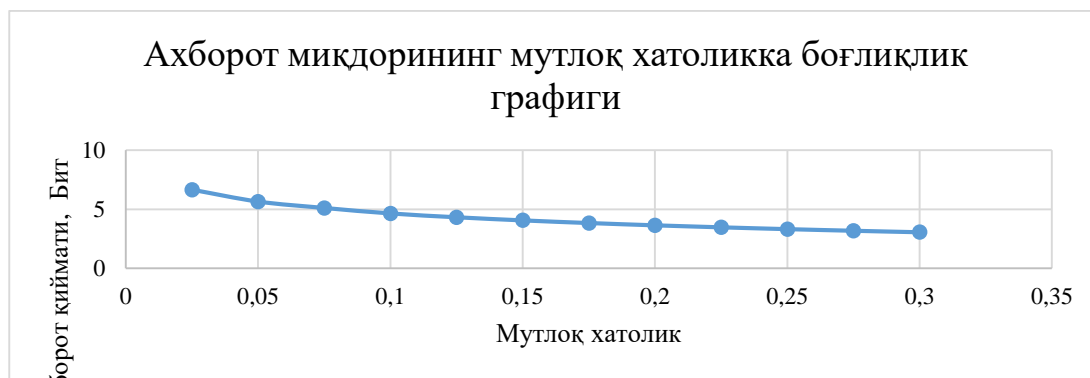
| | | | | | | | |
|-------------|------------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|
| Ток, А | 10 | | | | | | |
| Кучланиш, В | 0,0144 | 0,02865 | 0,0609 | 0,1437 | 0,54105 | 0,8118 | 1,0821 |
| Ток, А | 15 | | | | | | |
| Кучланиш, В | 0,02865 | 0,05715 | 0,11505 | 0,2877 | 1,0821 | 1,623 | 2,16405 |
| Ток, А | 30 | | | | | | |
| Кучланиш, В | 0,07185 | 0,14355 | 0,28695 | 0,7188 | 2,7051 | 4,0524 | 5,4102 |
| Ток, А | 100 | | | | | | |
| Кучланиш, В | 0,1445 | 0,2869 | 0,6123 | 1,2456 | 5,6523 | 8,0012 | 11,0021 |



4.28-расм. Электр энергия истеъмоли самарадорлигини ўлчов-назорат мобил қурилмасининг тажриба-синов жараёни

Яратилган қурилмаларни иш катталикларини энг яхши хорижий замонавий асбоблар Fluke 435 уч фазали электр энергия анализатори, ток омбури ва Энергомера СЕ-303 электр энергия ҳисоблагичлари билан олинган ўлчов натижаларини таққослашлар шуни кўрсатдики ихтирога халқаро патент олинган ЭСЎНҚ қурилмаларни жаҳон даражасидаги қурилмалар тоифасига киритиш имконига эга.

Турли хил аниқлик синфларига эга ўлчаш асбоблари билан бир хил қийматни ўлчашда олинган ахборот миқдори билан текшириладиган асбобнинг аниқлик синфи аниқланди. 4.29-расмда ўлчаш қурилмасидан олинган ахборот миқдорини мутлоқ хатоликнинг турли қийматлари билан боғлиқ графиги келтирилган.



4.29-расм - Ахборот миқдорининг мутлоқ хатоликка боғлиқлик графиги.

4.30-расмда ўлчаш қурилмасидан олинган ахборот миқдорини мутлоқ хатоликнинг турли қийматлари билан боғлиқ графигидан келиб чиқиб қурилманинг мутлоқ хатолиги, аниқлик синфлари ва ахборот қиймати боғлиқликлари таҳлиллари шуни кўрсатдики, қурилманинг чиқиш параметрларини аниқлилик синфи 0,5 ни ташкил этади.



4.30-расм. Электр энергия истеъмолининг самарадорликни ўлчов-назорат
қурилмасинг тажриба-синов жараёни

Қурилманинг ишончилиги

ЭСЎНҚнинг тузилиш схемаси УТЎ-уч фазали ток ўзгартиргич, ЎББ-ўлчов ва боғланиш блоки, ЎЎЭ- ўлчов ўзгаркич элементларидан ташкил топган.

ЭСЎНҚнинг бўлақларини иш ҳолатида бўлиш эҳтимоллилари $P_{УТЎ} = 0,99$; $P_{ЎББ} = 0,99$; $P_{ЎЎЭ} = 0,99$ деб олинади.

Шунга кўра, элементларнинг иш ҳолатдаги эҳтимоллиги кўпайтириш эҳтимоллиги конунини қабул қиламиз:

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

ЭСЎНҚнинг ишдан чиқиш эҳтимоллиги:

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

улар орасида мутлоқ хатолик 25 мА дан катта бўлмаслиги керак ва ушбу шарт тўла бажарилган.

Тўртинчи боб бўйича хулосалар

1. Ишлаб чиқилган қурилма ахборотни қайта ишлаш дастури ҳамда қурилмалар мажмуа ўртасида ўзаро маълумот алмашишини таъминлайдиган интеграция жараёнлари асосланиб хулоса қилиш мумкинки, архитектуравий чизмалар ва тизим белгиланган вазифаларни тўла асосда бажарилишини таъминлайди.

2. Гидрид энергия таъминоти манбаларини масофадан мониторинг қилишга мўлжалланган қурилма ва дастурий мажмуа ишлаб чиқилди. Қурилмалар мажмуа ишлаб чиқариш корхоналарининг худудларида синовдан ўтказилди.

Электр энергия таъминоти тизимларида актив вва реактив қувват кўрсаткичларини ҳисоблашнинг ишлаб чиқилган Cloud Computing модели, тадқиқот алгоритми ва дастурий таъминоти асосида истеъмолчиларнинг манбаларини узлуксиз мониторинг қилиш танлаш

ва мониторинги қилиш ҳамда жорий этиш харажатларини қоплаш муддатини ва энергия самарадорликни қувват кўрсаткичлари бўйича баҳолаш имконини берди.

3. Ишлаб чиқилган алгоритмлар, моделлар ва уларда кечувчи жараёнларни аналитик ҳисоб китоблари шуни кўрсатдики, дастурий таъминот ҳамда мониторинг тизимини такомиллаштириш, амалиётга қўллашдан энергия ва ресурсларни тежашдаги иқтисодий самара йилига 3-4% фоизни ташкил этиши кутилмоқда.

4.Электр энергия катталики ва параметрлари ўлчов ва назорат қурилмаси билан узвий боғланган HISOBLAGICHLAR дастури таъминотини ўлчаш тизими ва маълумотлар базасига уланиш интерфейслари ишлаб чиқилди. <https://cloudhisoblagichlar.uz> платформасида маълумотлар базаси яратилди.

5.Энергия самарадорлигининг ўлчов ва назорат қурилмасининг техник иқтисодий кўрсаткичлари ҳисобланди. Ҳисоблашларга кўра фазалар кесимида кучланиш $0 \sim 260$ В, номинал қуввати- $100\text{А} / 25000\text{Вт}$, частотаси- $45/65$ Гц, ўлчов аниқлиги- $1,0$ ларни таъминлади.

6.Уч фазали ток қийматини кучланиш кўринишдаги чиқиш сигналига электромагнит ўзгартиргичнинг кўрсаткичлари уч фазали ўзгартиргичнинг текшириш учун тажриба-синов схемаси асосида бирламчи ва ўлчов чулғамида кучланиш кўринишидаги сигналлар ҳосил қилувчи ўзгартириш элементларининг катталиклари топилган.

7. Энергия самарадорлигининг ўлчов ва назорат қурилмасининг тажриба синов натижалари асосида олинган мутлоқ хатолигини ахборот қиймати ва аниқлик синфига боғлиқлик қийматлари бўйича қурилманинг $0,5$ аниқлик синфи бўйича токни 5 А ўлчов чегарасида мутлоқ хатолиги 25 мА ташкил этди.

ХУЛОСА

Тадқиқотлар бўйича бажарилган ишлар ва олинган натижалар бўйича қуйидаги хулосалар тақдим этилади:

1. Электр энергия манбаларини масофадан мониторинги тизимларида сигналларни ўзгартириш жараёнлари усуллари мониторинги ва бошқарувининг сигнал қурилмаларининг ўзига хос хусусиятлари таҳлил қилинди ва натижада мониторинги сигнал қурилмалари муҳим восита бўлиб, улар бошқаруви учун етарли қувват ишлаб чиқишини таъминлаш асосида қувват бўйича ўзаро синхронлашни таъминлаш, қурилмалар энергия таъминотида актив ва реактив энергия ва қувватни узлуксиз равишда электр таъминоти тармоғига улашни таъминлаш имконини бериши аниқланди.

2. Гибрид стационар ва мобил энергия манбали энерготизимларида энергия ва сигнал ўзгартириш жараёнлари усуллари қувват манбаларининг кучланишлари мониторинг қурилмаларида содир бўлувчи ўзгартириш жараёнлари ва қурилма элементларининг тузилиш асослари тоқларни кучланиш кўринишидаги маълумотга ўзгартириш ва тезкорлик каби асосий талабларини қониқтириши аниқланди.

3. Стационар ва мобил қайта тикланувчан энергия манбали энерготизимда кечувчи жараёнларнинг физик-техник эффектлари асосида электр ва магнит ўзгартириш тизимларининг катталикларини кучланиш кўринишидаги чиқиш параметр ва катталикларига ўзгартириш жараёнининг граф ва аналитик моделлари ишлаб чиқилди ва модел ўзининг юқори формаллашганлигини ва яққоллиги билан тадқиқот жараёнини реал вақт мобайнида олиб борилишини таъминлади.

4. Стационар ва мобил гибрид энергия таъминоти манбали энерготизим чиқиш катталик ва параметрларини масофадан мониторинги ва бошқаруви талабларига мос келувчи ўлчов ва назорат қурилмаларининг геометрик ўлчамлари тадқиқ қилинди ва уларни амалиётда қўллаш асосида объектларда энергия таъминоти манбаларига техник техник хизмат кўрсатиш вақтини 8-11% га қисқартириш имконини беради.

5. Гибрид энергия таъминоти манбаларининг мониторинги ва бошқарув қурилмаларининг тавсифларини тадқиқ қилишни таъминловчи моделлар қурилган ва у асосида қурилма сезгир элементи 0,002-0,003 м миқдордаги ҳаво оралиғида жойлаштирилганда ҳамда сезгир элемент параметрларига тенг бўлганда чиқиш кучланишининг меърий қиймати (48 В) таъминланган.

6. Ўлчов, назорат ва мониторинг қурилмаларининг динамик тавсифлари белгиланиб, бирламчи ток юкламага берилган муддатдан то иккиламчи кучланиш ўзининг турғун ҳолатига 0,03-0,04 сек. вақт оралиғида эришилади, бу катталик рухсат этилган 0,2 сек. қийматдан кичик эканлиги ва қурилма юқори тезликга эгаллиги асосланди.

7. Электр энергия ишлаб чиқиш ва истеъмоли кўрсаткичларини тадқиқ этиш ва баҳолашнинг Cloud Computing модели, тадқиқот алгоритми ишлаб чиқилди ва улар асосида ишлаб чиқилган www.pwcontrol.uz тизими асосидаги дастурий таъминотини амалиётга қўллаш энергия манбаларини уланиш схемаларини танлаш, мониторинги қилиш, бошқариш ҳамда электр энергия таъминотидан самарадор фойдаланишни кўрсаткичларини тезкор баҳолаш имконини берди.

8. Хар бир энерготизимда мавжуд бўлган энергия манбалари ва уларни ўлчов ва назорат қурилмаларидан келётган сигнал асосида маълумотлар баъзасини бошқариш тизими ва келтирилаётган маълумотлар асосида маълумотлар баъзасининг “Моҳият – алоқа” моделидаги боғланишлари, IDEFx модели асосида энергия таъминоти манбалари иш

ўринлари орасидаги мантикий муносабатлар аниқланди ва кетма кетликлар алгоритми ишлаб чиқилиб амалиётга қўлланилди.

9. 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.

10. Электр энергия чиқиш катталиқ ва параметрларини назорат ва бошқаришнинг муаммолари тадқиқ этилди ва унинг ечимлари сифатида мақсадлар дарахти, функционал ахборот ва ташкилий тузилмаси асосида электр энергия истеъмолининг сиғимлари, энергия йўқотишлар, энергия тежаш салоҳиятларини информацион ва мантикий баҳолашнинг алгоритмлари ҳамда инфологик ва матрицали моделлари ишлаб чиқилди.

11. 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.

12. Яратилган ўлчов ва назорат қурилмаларининг ўтказгичларидан 100 А гача бирламчи тоқлар оқиб ўтганда чиқиш кучланишларининг 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.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026-йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони.
2. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 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 Қарори.
3. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 10 июлдаги ПҚ-4779-сон «Иқтисодиётнинг энергия самарадорлигини ошириш ва мавжуд ресурсларни жалб этиш орқали иқтисодиёт тармоқларининг ёқилғи энергетика маҳсулотларига қарамлигини камайтиришга доир кўшимча чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори.
4. Азимов Р.К. Принципы построения и проектирования первичных преобразователей с распределенными параметрами для систем контроля и управления: Дис. докт. техн. наук. - Ташкент: ТГТУ, 1993. - 232 с.
5. А.В. Попова. Электропитание устройств и систем инфокоммуникаций: учеб. пособие / А.В. Попова. - Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. - 103 с.
6. Abdumalikov A.A. A study of static and dynamic characteristics of multifunctional signal converters // International scientific and technical journal. "Chemical Technology. Control And Management" Tashkent. ISSN: 1815-4840, E-ISSN 2181-1105. Volume -2020. Issue 4(94). -P.38-45
7. Абдумаликов А.А. Ҳисоблаш ва инфокоммуникация мажмуаларининг энергия таъминоти қурилмаларини масофадан мониторинг қилиш алгоритмлари ва қурилма-дастурий мажмуаси // Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti «Avtomatlashtirilgan elektr mexanik va elektr texnologik tizimlarning energiya samaradorligini oshirishning dolzarb masalalari» mavzusidagi xalqaro ilmiy-texnik anjumani 3-4 mart Toshkent-2022 yil. :Б.274-277
8. А.Ю.Воробьев Электроснабжение компьютерных и телекоммуникационных систем // М.: Эко-трендз, 2002. - 181 с.
9. Амиров С.Ф., Сафаров А.М., Хушбоков Б.Х. Преобразователи тока для вторичных систем электроэнергетики//Современное состояние и перспективы развития энергетики. Тез. докл. Межд. научно- технической конф. 18 - 20 декабря 2006. - Ташкент, 2006. - С. 206-208.
10. Азимов Р.К., Сиддиков И.Х., Шипулин Ю.Г., Исамитдинов А.М., Усманиев Д.Х. 1573340. Двухкоординатный преобразователь угловых перемещений // Б.И. -1990. -№23.
11. Азимов Р.К. Сиддиков И.Х. Шипулин Ю.Г. Анализ основных характеристик электромагнитных преобразователей с плоскими обмотками на основе графовых моделей // Известия ВУЗов «Электромеханика». - Москва, 1991. - №.5 - С. 58-60.
12. Амиров С.Ф., Хушбоков Б.Х., Балгаев Н.Е. Многодиапазонные трансформаторы тока // Электротехника. – М.: 2009. – №2. – С. 61-64.
13. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем энергоснабжения. - М.: Высшая школа, 1991. - 496 с.
14. В.М. Бушуев и др. Электропитание устройств и систем телекоммуникации: учебное пособие для вузов // М.: Горячая линия-Телеком, 2011. - 372с.
15. Б.В. Лукутин. Возобновляемая энергетика в децентрализованном энергоснабжении: монография // М.: Энрегоатомиздат, 2008. - 231с.
16. В.И. Калашников. Накопление возобновляемой электрической энергии - проблемы и перспективы развития // В.И. Калашников., А.В. Левшов., С.Н. Ткаченко. Электротехнические и компьютерные системы, 2014, -№15(91). - С.20-23.
17. Бороденко В.А. Ресурсосбережение как главный принцип создания устройств автоматике энергосистем // Вестник НИА РК. М., - 2006. -№2. 12 с.

18. В.В. Телегин. Повышение эффективности функционирования систем энергоснабжения предприятий ограниченной мощности с использованием альтернативных источников энергии: Дис. кан.тех.наук. - Липецк - 2014. С.178.
19. Болотин О.А., Портной Г.Я., Даниленко А.П. Разработка эффективных датчиков больших токов // Приборы и системы управления. - М., 1992. -№4. -С. 31-32.
20. Бордаев В.В., Гуртовцев А.Л., Чижонок В.И. Испытание, выбор и применение низковольтных однофазных измерительных трансформаторов тока // Электрические станции. М.,- 2004. - №4. - С. 37-45.
21. Бриндли Кейт. Измерительные преобразователи. Справочное пособие. Перевод с англ. Сычева Е.И. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 143 с.
22. Гайибов Т.Ш., Шарипов У.Б., Сиддиков И.Х., Махмудов Т., «Минимизация потерь при передаче электроэнергии по основным электрическим сетям Республики Узбекистан оптимизацией реактивных мощностей источников и коэффициентов трансформации трансформаторов» // Отчет по теме ИТД - 3 - 123 НИЛ «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии» при ТашГТУ, -Ташкент. -2012. - 22 с.
23. Гуртовцев А.Л., Бордаев В.В., Чижонок В.И. Измерительные трансформаторы тока на 0,4 кВ: испытания, выбор, применение // Новости Электротехники. - 2004. - № 1(25), № 2(26). - С. 66-71, 91-94.
24. Д.А. Филатов. Исследование эксплуатационно-технологических параметров энергоустановок на возобновляемых источниках энергии // Инженерный вестник Дона, 2015. №2 ч.2.
25. Д.А. Филатов. Применение возобновляемых источников энергии для повышения эффективности энергоснабжения сельскохозяйственных предприятий: Дисс. кан.тех.наук. - Нижний Новгород - 2015. С.154.
26. Друзь Н., Борисова Н., Асанкулова А., Раджабов И., Захидов Р., Таджиев У. Положение дел по использованию возобновляемых источников энергии в Центральной Азии. Перспективы их использования и потребности в подготовке кадров. Алматы, 2010. С.140.
27. Эшмуродов Ш.С., Шарипов У.Б., Гайибов Т.Ш., Сиддиков И.Х., Бобоназаров Б.Б.// Разработка алгоритмов и методики повышения точности данных телеизмерений и оценка рабочего состояния основных электрических сетей электроэнергетической системы Республики Узбекистан // Отчет по теме А-12-073. - Ташкент: ТашГТУ, 2008.- 158 с.
28. Захидов Р.А., Кивалов Н.К., Орлова Н.И., Таджиев У.А. Перспективы устойчивого экологического безопасного энергообеспечения Узбекистана с использованием энергии солнечного излучения, малых водотоков, ветра // Гелиотехника, Ташкент, 1997, №5-6. С.86-97.
29. Зарипов М.Ф., Петрова И.Ю. Предметно-ориентированная среда для поиска новых технических решений «Интеллект»// IV Санкт-Петербургская международная конф. «РИ-95»: Тез. докл. - Спб., 1995. - С. 60
30. Зарипов М.Ф., Петрова И.Ю. Энергоинформационный метод анализа и синтеза чувствительных элементов систем управления // Датчики и системы. 1999. № 5. –С.10-16
31. И.Х. Сиддиков., Х.Э. Хужаматов. Телекоммуникация объектларини энергия таъминоти ишончлигини оширишда қайта тикланувчи энергия манбаларини қўллаш // Материал конференции «Возобновляемые источники энергии: технологии и установки», 28-29 июня 2016 г, Ташкент. С 73-75.
32. И.Х. Сиддиков., Х.Э. Хужаматов., Д.С. Шержанова. Тармоқланган телекоммуникация объектларининг энергия таъминотида гибрид манбаларни ишлатиш ва бошқариш жараёнлари таҳлили // “Muhammad al-Xorazmiy avlodlari” ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal. №2(2) - сон 2017 йил, 35-41 бетлар.

33. И.Х. Сиддиқов., Х.Э. Хужаматов., Н.М. Хомидова. Қуёш электр станциялари - телекоммуникация объектларини барқарор электр манбаи // “Энергия тежамкорлиги, электр энергетикаси таъминоти узлуксизлигини таъминлаш концепциясини долзарб муаммолари ҳамда уларнинг ечимлари самарадорлигини ошириш” мавзусидаги Республика илмий ва илмий-техник анжуман материаллари Фарғона 2016 йил 2-3 декабрь, 162-163 бетлар.

34. И.Х. Сиддиқов., Х.А. Саттаров., Х.Э. Хужаматов., О.Р. Дехқонов. Фотоэлектрический генератор с кремниевыми фотоэлементами - возобновляемый источник энергии // “Informatika va energetika muammolari O'zbekiston jurnali” ilmiy-texnika jurnali, №6 сон, 2015 йил, 59-64 бетлар.

35. И.Х. Сиддиқов., Х.Э. Хужаматов. Қайта тикланувчи энергия манбаларини ўз ичига олган гибрид энергия таъминоти тизимларининг бошқарувини моделлаштириш ва тадқиқ этиш // “ТАТУ хабарлари” ilmiy-texnika va axborot-tahliliy jurnali. №3(39) - сон 2016 йил, 60-66 бетлар.

36. И.Х. Сиддиқов., Х.Э. Хужаматов., Х.А. Саттаров., К.М. Нажмиддинов. Моделирование и исследование управления электроэнергетическими системами и объектами // «Информационные технологии и моделирование процессов в фундаментальных и прикладных исследованиях» Материалы I Международной молодежной школы-конференции, Астрахань 15-17 декабря 2016 г. С. 157-165.

37. И.Х. Сиддиқов., Х.А. Саттаров., Х.Э. Хужаматов., Г.С. Рахмонова. Электромагнитный преобразователь трехфазного тока в напряжение для электрических сетей систем энергоснабжения устройств телекоммуникации // “ТАТУ хабарлари” ilmiy-texnika va axborot-tahliliy jurnali. №3(43) - сон 2017 йил, 114-119 бетлар.

38. И.Х. Сиддиқов., Х.А. Саттаров., Х.Э. Хужаматов., О.Р. Дехқонов. Электромагнитный преобразователь трехфазного тока в напряжение с расширенными эксплуатационными возможностями // “ТАТУ хабарлари” ilmiy-texnika va axborot-tahliliy jurnali. №2(42) - сон 2017 йил, 116-120 бетлар.

39. И.Х. Сиддиқов., Х.А. Саттаров., Х.Э. Хужаматов. Конструирование электромагнитного преобразователя несимметрии тока с расширенными функциональными возможностями для электрических сетей электрооборудование коммуникации // “Informatika va energetika muammolari O'zbekiston jurnali” ilmiy-texnika jurnali, №2 сон, 2017 йил, 59-64 бетлар.

40. И.Х. Сиддиқов., Х.Э. Хужаматов., И.М. Хонтураев. Современные элементы и устройства контроля одно-и трехфазного электрического тока // «Потенциал интеллектуально одаренной молодежи-развитию науки и образование» Материалы VI Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников, Астрахань 25-27 апреля 2017 г. С. 119-121.

41. И.Х. Сиддиқов., Х.А. Саттаров., Х.Э. Хужаматов., О.Р. Дехқонов. “Повышение эффективности электрических сетей объектов телекоммуникации на основе применения источников реактивной мощности”// “Muhammad al-Xorazmiy avlodlari” ilmiy-amaliy va axborot-tahliliy jurnal. №2(4) - сон 2018 йил, 80-83 бетлар.

42. I.Kh. Siddikov., Kh.E. Khujamatov., K.S. Sherjanova. The principle of desing of electromagnetic transducers of one, three and multi - phases current of electrical nets to secondary voltage // Материалы XXXII Международной научно-практической интернет-конференции «Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации» 31 январь 2018 года. Переяслав - Хмельницкий. С. 468-472.

43. I.Kh Siddikov., Kh.A. Sattarov., H.E. Khujamatov., O.R. Dekhonov. “Modeling the processes in magnetic circuits of electromagnetic transducers”// International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2016, 2nd, 3rd and 4th of November 2016, Tashkent, Uzbekistan.

44. I.Kh Siddikov., Kh.A. Sattarov., H.E. Khujamatov. Research of the Influence of Nonlinear Primary Magnetization Curves of Magnetic Circuits of Electromagnetic Transducers of the Three-phases Current// Universal Journal of Electrical and Electronic Engineering. Horizon Research Publishing Corporation, USA. 2016, Vol.4(1), pp. 29 - 32, <http://www.hrpub.org>.

45. И.Х. Сиддиков., Х.Э. Хужаматов., Г.Х. Рахмонова. “Управляемые гибридные источники электроснабжения для объектов телекоммуникации” «Потенциал интеллектуально одаренной молодежи-развитию науки и образование» Материалы VI Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников, Астрахань 25-27 апреля 2017 г. С. 121-123.

46. И.Х. Сиддиков., Х.А. Саттаров., Х.Э. Хужаматов. “Энергоинформационный метод разработки и исследования преобразователей автоматического управления параметрами трехфазного электрического тока систем электроснабжения” // Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришларни автоматлаштириш ва оптималлаштиришнинг долзарб муаммолари. Халқаро илмий-техникавий конференция маърузалар тўплами. Қарши - 2017 й. 28-33 бетлар.

47. I.Kh Siddikov., Kh.A. Sattarov., H.E. Khujamatov. “Modeling of the Transformation Elements of Power Sources Control”// 2017 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT) Applications, Trends and Opportunities, 2nd, 3rd and 4th of November 2017, Tashkent, Uzbekistan.

48. И.Х. Сиддиков., Х.Э. Хужаматов., К.С. Шержанова., А. Ганиев. “Энергияни симсиз узатиш технологиялари асосида электр қурилмаларини зарядлаш усулларини ўзига хос хусусиятлари”// Материалы XXXV Международной научно-практической интернет-конференции «Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации» 27 апреля 2018 года. Переяслав - Хмельницкий. С. 415-418.

49. I.Kh Siddikov., Kh.A. Sattarov., H.E. Khujamatov., K.S. Sherjanova. “Modeling of the elements and devices of energy control systems”// Материалы XXXII Международной научно-практической интернет-конференции «Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации» 31 январь 2018 года. Переяслав - Хмельницкий. С. 466-468.

50. Кундас.С.П., Шенк.Ю., Вайцехович Н.Н. Гибридные технологии в использовании возобновляемых источников энергии // Альтернативная энергетика/ Москва 2012. 19-23 ст.

51. М.Сапаев., У.Алиев., Ф. Қодиров. Алоқа қурилмаларининг электро таъминоти: ўқув қўлланма // «Fan va texnologiya», 2011, 248 бет.

52. M. Musaev and M. Rakhimov, "Accelerated Training for Convolutional Neural Networks," 2020 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICISCT50599.2020.9351371.

53. Naser Hossein Motlagh ., Mahsa Mohammadzaei., Julian Hunt.,Behnam Zakeri. Internet of Things (IoT) and the Energy Sector // Sector. *Energies* 2020, 13, 494. <https://doi.org/10.3390/en13020494>

54. Ньматова Н.Ф., Абдумаликов А.А. Development of smart grid elements for optimizing regional network modes // O'zbekiston Respublikasi Prezidentining beshta muhim tashabbuslariga bag'ishlangan “5T” yoshlar forumi doirasidagi ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. Samarqand-2019. –В. 236-241

55. Мо Зо Тве. Исследование и разработка системы управления многофункциональным энергетическим комплексом. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. -Москва, 2013. -22 с.

56. M.Veeramani, J.Prince Joshua, C.K.Sundrsbalan, J.Sanjeevikumar. An Efficient Microgrid Management System for Rural Area using Arduino//Internationak Journal of Engineering Trends and Technology. October 2016. Volume-40 Number-6/

57. Май Нгок Тханг. Управления гибридными энергетическими системами с возобновляемыми источниками энергии. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. -Волгоград, 2013. -20 с.

58. Omenogor O., Imoize A.L. “ Design and implementation of a computer-based power management System ” // Arid Zone Journal of Engineering, Technology and Environment, December, 2019; Vol. 15(4) 898-910. ISSN 1596-2490

59. Плахтиев А.М. Бесконтактные ферромагнитные преобразователи с распределенными магнитными параметрами для систем контроля и управления.: Дис. докт. техн. наук. - Ташкент: ТашГТУ, 2009. - 249 с.

60. Пихтиенко В.А., Сиддиков И.Х. Исследование основных характеристик электромеханических преобразователей на основе информационно - энергетической модели // Беруний юлдузлари. Сб. науч. тр. ТашГТУ N1, Ташкент: 2001. - С.82-86.

61. Решение о выдаче Патента РУз. № IAP 2013 0164. Преобразователь несимметричности трехфазного тока в напряжение / Сиддиков И.Х., Азимов А.Р., Хужамов Э.Н., Бекназаров К.Б., Анарбаев М.А., Сиддиков О.И., Маматкулов А.Н.// - 29.04.2013.

62. Saraev M., Turakulov O., Sattarov Kh., Abdumalikov A.A. Modeling and research of reliability and probability of operational parameters of control units // “Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари.” Илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнали. ISBN:978-9943-11-665-8. № 1(15)/2021, Тошкент-2021 :Б.82-86

63. Siddikov I.Kh., Abdumalikov A.A., Sobirov M.A., Sattarov X.A. Equipment and software for energy supply monitoring and control process // International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2021, Tashkent, Uzbekistan - 2021.-4p

64. Schaumburg H. Werkstoffe und Bauelemente der Elektrotechnik. Sensor–anwendungen. Stuttgart: 2012.– 420 p

65. Soham Adhya; Dipak Saha; Abhijit Das; Joydip Jana; Hiranmay Saha, An IoT based smart solar photovoltaic remote monitoring and control unit, 2016 2nd International Conference on Control, Instrumentation, Energy & Communication (CIEC), <https://ieeexplore.ieee.org/document/7513793>

66. Siddikov I.Kh., Abdumalikov A.A. Modeling and research signals conversion proceses of multipase power measure and control devices // International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2020, Tashkent, Uzbekistan - 2020. -4p.

67. Siddikov I.Kh., Makhsudov M.T., Abdumalikov A.A. Modeling and Research Multiphases Signal Transducers of Power Control Systems // International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2020, Tashkent, Uzbekistan - 2020. -4p.

68. Сиддиков И.Х., Абдуллаева С.М., Максудов М.Т., Абдумаликов А.А. Қайта тикланувчан энергия манбаларининг тоқларини мониторинги ва бошқарув сигналига ўзгартириш датчикларининг статик тавсифлари // “Иқтисодийнинг тармоқларини инновацион ривожланишида ахборот-коммуникация технологияларининг аҳамияти” Республика илмий-техник анжуманининг маърузалар тўплами. Тошкент - 2020. – Р. 50-53

69. Сиддиков И.Х., Амурова Н.Ю., Хонтўраев И.М., Абдумаликов А.А. Электр токи мониторинги ва бошқарув датчикларининг ишончлилиқ кўрсаткичлари ва иш қобилияти эҳтимоллигини тадқиқ этиш // “ТАТУ хабарлари” илмий-техника ва ахборот таҳлилий журнали. №3(55)/2020.Тошкент-2020. -Б.113-124

70. Сиддиков И.Х., Лежина Ю.А., Хонтўраев И.М., Максудов М.Т., Абдумаликов А.А. Исследование показателей надежности и вероятности работоспособности датчиков контроля и управления энергопотреблением // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал. Астрахань: ГАОУ АО ВО “АГАСУ”, 2020. № 1(31). -С. 74-78

71. Сиддиков И.Х., Анарбаев М.А., Абдумаликов А.А. Мониторинги ва бошқарув датчигининг ишончлилиги ва иш ҳолати кўрсаткичларини тадқиқ этиш // “Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари“ илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнали. ISBN:978-9943-11-665-8.№ 2(12)/2020. Тошкент-2020.

- Б.125-129

72. Сиддиқов И.Х., Амурова Н.Ю., Хонтўраев И.М., Абубакиров А.Б., Абдумаликов А.А. Показатели надежности и вероятности рабочего состояния датчиков сигнала микропроцессорных и электронных устройств телекоммуникации и связи // “Муҳаммад ал-Хоразмий авлодлари“ илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнали. ISBN:978-9943-11-665-8. №1(11)/2020. Тошкент- 2020. -С.47-50

73. Siddikov I.Kh., Amurova N.Y., Khonturaev I. M., Abdumalikov A.A. Indicators of reliability and probability of operational condition of sensors of microprocessor and electronic of communication devices // International Journal of Advanced Science and Technology (IJAST). India. ISSN:2005-4238. Volume-29.№ 5, (2020). -P.11420-11428.

74. Siddikov I.Kh., Khonturaev I. M., Abdumalikov A.A. Research of Static Characteristics of the Sensors of Multiphase Primary Currents to Secondary Voltages on the Basis of Cloud Computing // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). India. ISSN: 2278-3075. Volume-9, Issue-4, February 2020. -P. 2202-2207

Siddikov I.Kh., Makhsudov M.T., Abdumalikov A.A. The Dynamic Characteristics of Sensors of Primary Currents of Energy Sources to Secondary Voltages // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE). India. ISSN: 2278-3075. Volume-9, Issue-4, February 2020.

75. -P. 2529-2534

76. Siddikov I.Kh., Anarbaev M.A., Sobirov M.F., Makhsudov M.T., Khonturaev I. M., Abdumalikov A.A. Technological aspects of modelling and research of smart grid // International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2019. Tashkent, Uzbekistan - 2019. -5p.

77. Siddikov I.Kh., Anarbaev M.A., Abubakirov A.B., Makhsudov M.T., Khonturaev I. M., Abdumalikov A.A. Modeling of transducers of nonsymmetrical signals of electrical nets // International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2019. Tashkent, Uzbekistan - 2019. -6p.

78. Сиддиқов И.Х., Мирзаев Н.Н., Абубакиров А.Б., Анарбоев М.А., Абдумаликов А.А. Электр энергиясини узатиш ва тақсимлашда релели химояси ва автоматикасини модернизация қилиш орқали энергия самарадорликка эришиш. // Республиканская научно-техническая конференция, “Современные тенденции совершенствования систем контроля и управления технологическими процессами и производствами”. Ташкент-2019 г. - С. 174-179.

79. Сиддиқов И.Х., Абубакиров А.Б., Утемисов А.Д., Абдумаликов А. А Қайта тикланувчан энергия манбали электр таъминоти тизимларида реактив куввати манбаларининг кўп фазали тоқларини кучланишга ўзгартириш датчикларини моделлаштириш // Республиканская научно-техническая конференция, “Современные тенденции совершенствования систем контроля и управления технологическими процессами и производствами”. Ташкент-2019 г. - С. 192-194

80. S. Nagalakshmi, M. Prabha, R. Senthamarai and G. Rohini. Design and Implementation of Arduino Based Smart Home Energy Management System Using Renewable Energy Resources // International Journal of ChemTech Reserch. 2017 Vol.10 №6, pp 696-701.

81. Сиддиқов И.Х. Электромагнитные преобразователи тока в напряжение с плоскими измерительными обмотками для комбинированного управления реактивной мощностью энергосистем. Дисс...докт. техн. наук. Твшкент - 2015, С.222.

82. Сиддиқов И.Х., Хақимов М.Х., Григорьев Ю.А., Анарбаев М.А., Нажматдинов К.М. Энергосбережение на основе автоматического регулирования реактивной мощности энергосистем//Энергетика: Управление, качество и эффективность использования энергоресурсов. Тез.докл. 7 - Всероссийской научно-технической конф. 25-27 мая 2013.- Благовещенск, 2013.-С.231-234.

83. Сиддиқов И.Х., Хақимов М.Х., Назаров Ф.Д. Потери мощности на трансформаторах тока и напряжения // Инновация - 2004: Тез. докл. межд. конф. 21-23 октября 2004. - Ташкент, 2004.- С. 158.

84. Siddikov I.Kh., Nazarov F.D., Gafurov J.F., Gaziev B.A., Khakimov M.Kh. Energy management and energy audit in energy sector of Republic Uzbekistan //Control of power system - 04: Thesis's VI - int. conf. June 16-18 2004. - Slovak Rep., High Taras, Strbske Pleso, 2004. - P.230-235.

85. Сиддиков И.Х., Назаров Ф.Д., Анарбаев М., Хонтұраев И. Принципы построения преобразователей тока с расширенными функциональными возможностями // Опыт внедрения энергосберегающих технологии: Тез. докл. Респ. конф. с участием зарубежных представителей. 8 апреля 2010. -Ташкент, 2010. - С.95.

86. Сиддиков И.Х., Назаров Ф.Д. Исследование характеристик электромагнитных преобразователей тока систем управления реактивной мощностью // Химическая технология. Контроль и управление. - Ташкент, 2012. - №2, - С.46-51.

87. Сиддиков И.Х., Анорбоев М.А., Нажматдинов К.М., Холиддинов И.Х., Мирзоев Н.Н., Григорьев Ю.А. Талипова С.Б. Основы структурного проектирования электромагнитных преобразователей первичного тока во вторичное напряжение на основе плоской измерительной обмотки//Актуальные вопросы современной техники и технологии. Тез. докл. XIV - Межд. Конф. 24 января 2014. - Липецк, Россия: -2014. - С. 44-51.

88. Сиддиков И.Х., Абдумаликов А.А., Абубакиров А.Б., Хонтұраев И.М., Мирзоев Н.Н. “Программное обеспечение для исследования процессов изменения энергии и сигналов в устройствах для преобразования тока”. //Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин. № DGU 20191254. Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Ташкент, 10.03.2020 г.

89. Сиддиков И.Х., Абдумаликов А.А., Мирзоев Н.Н., Шодиев З.О., Мақсудов М.Т., “Автоматизированное информационно-программное обеспечение для контроля и управления энергоэффективностью”. //Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин. № DGU 20200221. Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Ташкент, 10.03.2020 г.

90. Сиддиков И.Х., Абдумаликов А.А., Мирзоев Н.Н., Амурова Н.Ю., Мақсудов М.Т., Хонтұраев И.М. “Программное обеспечение исследования показателей надежности и рабочего состояния элементов контроля и управления энергоэффективностью”. //Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин. № DGU 20200325. Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Ташкент, 27.03.2020 г.

91. Сиддиков И.Х., Абдумаликов А.А., Амурова Н.Ю., Хамрокулов Б.А., Мирхайдаров М.М., Нажматдинов К.М. “Программное обеспечение для исследования процессов преобразования многомерных сигналов контроля и управления”. //Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин. № DGU 20201168. Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Ташкент, 17.08.2020 г.

92. Сиддиков И.Х., Абдумаликов А.А., Хамрокулов Б.А., Мақсудов М.Т., Анарбоев М.А., Хонтұраев И.М. “ Программное обеспечение для исследования динамических характеристик трехфазных трехкурилманных преобразователей с распределенными параметрами”. //Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин. № DGU 20191633. Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Ташкент, 08.01.2020 г.

93. Сиддиков И.Х., Абдумаликов А.А., Собиров М.А., Мақсудов М.Т., Абубакиров А.Б., Анарбоев М.А. “Программное обеспечение для исследования статических характеристик трехфазных трехкурилманных преобразователей с распределенными параметрами”. //Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин. № DGU 20191450. Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Ташкент, 19.12.2019 г.

94. Сиддиков И.Х., Абдумаликов А.А., Ҳасанов Ҳ.С., Собиров М.А., Мақсудов М.Т., Мирзоев Н.Н. “Программное обеспечение расчета показателей реактивной мощности и системах электроснабжения”. //Свидетельство об официальной регистрации программы

для электронно-вычислительных машин. № DGU 20191572. Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Ташкент, 07.02.2019 г.

95. Сиддиқов И.Х., Абдумаликов А.А., Сиддиқов О.И. “Программное обеспечение оптимизации сигналов контроля и управления возобновляемых и традиционных источников энергии на основе IoT технологии”. //Свидетельство об официальной регистрации программы для электронно-вычислительных машин. № DGU 20210046. Агентство по интеллектуальной собственности РУз, Ташкент, 09.02.2021 г.

96. Tolga Ozay, Yuksel Oguz, Xasan Chimen. Energy Flow Control with Using Arduino Microcontroller in Off-Grid Hybrid Power Generation System Including Different Solar Panels and Fuel Cell//Measurement and Control 2017, Vol.50(9-10) 186-198

97. Х.Э. Хужаматов., Д.С. Шержанова. Алоқа ва ахборотлаштириш объектларини ишончилигини ошириш учун қайта тикланувчи энергия манбаларини қўллаш // “Источники альтернативных энергий и актуальные проблемы их использования”. Сб. материалов Респ. конф. 25-26 ноября 2015. - Бухоро, БГУ, 2015.-С.146-148.

98. Х.Э. Хужаматов. Телекоммуникация объектларини барқарор электр энергияси билан таъминлашда автоном қуёш электр станциясини қўллаш // “ТАТУ хабарлари” ilmiy-texnika va axborot-tahliliy jurnali. №4(40) - сон 2016 йил, 22-31 бетлар.

99. Х.Э. Хужаматов. Қуёш электр станциялари-телекоммуникация объектларини барқарор электр манбаи // “Ахборот ва телекоммуникация технологиялари муаммолари” Республика илмий-техник конференциясининг маърузалар тўплами. 3-қисм. Тошкент 10-11 март 2016 йил. 159-160 бетлар.

100.Х.Э. Хужаматов. Автономная солнечно-ветро-дизельная электростанция для устойчивого снабжения электроэнергией объектов телекоммуникаций в сельских и отдаленных районах // Материал конференции «Возобновляемые источники энергии: технологии и установки», 28-29 июня 2016 г, Ташкент. С 36-37.

101.Х.Э. Хужаматов. Қуёш электр станциялари - телекоммуникация объектларини барқарор электр манбаи // Материал конференции «Возобновляемые источники энергии: технологии и установки», 28-29 июня 2016 г, Ташкент. С 88-89.

102.Турдибеков К.Х., Сиддиқов И.Х., Сиддиқов О.И. Внедрение энергосберегающих мероприятий в электрических сетях электрифицированной железной дороги // Опыт внедрения энергосберегающих технологии. Респ. конф. с участием зарубежных представителей ТашДТУ. 8 апреля 2010. -Ташкент, 2010. - С.91.

103.Tolga Ozay, Yuksel Oguz, Xasan Chimen. Energy Flow Control with Using Arduino Microcontroller in Off-Grid Hybrid Power Generation System Including Different Solar Panels and Fuel Cell//Measurement and Control 2017, Vol.50(9-10) 186-198

104.Х.А. Саттаров, Х.Э. Хужаматов. “Методика развития конструкций датчиков угловых ускорений”// «Молодежь в науке: новые аргументы». Сборник научных работ II- го Международного молодежный конкурса, часть I, 21 октября 2015г., Липецк, 2015. - С. 204-207.

105.Х.Э. Хужаматов “Телекоммуникация қурилмаларини энергия таъминотида қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланишнинг самарадорлигини ошириш”// “Энергия тежамкорлиги, электр энергетикаси таъминоти узлуксизлигини таъминлаш концепсиясини долзарб муаммолари ҳамда уларнинг ечимлари самарадорлигини ошириш” мавзусидаги Республика илмий ва илмий техник анжуман материаллари Фарғона 2016 йил 2-3 декабрь,. 163-165 бетлар.

106.Юсупбеков Н.Р., Игамбердиев Х.З., Маликов А.В. Основы автоматизации технологических процессов: Учебное пособие для высшего и среднего специального образования. В 2-х ч. - Ташкент: ТГТУ, 2007. Ч.1. - 152 с.

107.Юсупбеков Н.Р., Алиев Р.А., Алиев Р.Р., Юсупбеков А.Н. “Бошқаришнинг интеллектуал тизимлари ва қарор қабул қилиш”. Давлат илмий нашриёти “Ўзбекистон миллий энциклопедияси” Тошкент - 2015 й.

108. Wesley Tyler Hartman; Alexander Hansen; Erik Vasquez; Samy El-Tawab; “Energy monitoring and control using Internet of Things (IoT) system”, 2018 IEEE ,SIEDS, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8374723>

109. Hybrid power systems based on renewable energies: a suitable and cost effective solutions for rural electrification. Alliance for rural electrification, 2010/ 9 p.

110. Hybrid Renewable Energy Systems for the Supply of Services in Rural Settlements of Mediterranean Partner Countries. Agricultural University of Athens? 2004. 78 p

111. Н.Е. Khujamatov “The quality of electrical energy in the three-phase electric networks”// Материалы III Международной научно-практической конференция «Проблемы и достижения современной науки». (Уфа, 15-16 мая 2016 г.) С 154-156.

112. Н.Е. Khujamatov., Kh.A. Sattarov., Kh.A. Najmidinov., M.A. Anarbayev. “Modeling and researching of the processes of control of hybrid power supply systems” «Информационные технологии и моделирование процессов в фундаментальных и прикладных исследованиях» Материалы I Международной молодежной школы-конференции, Астрахань 15-17 декабря 2016 г. С.151-157.

113. Hybrid Power Plants [Electronic resource]//Enertrag. - 2012. Mode of access: <https://www.enertrag.com/en/project-development/hybrid-power-plant.html>. - Data of access: 31.01.2012

114. ООО «ЭкоГруп». Портал по строительству, инженерным системам, альтернативной энергетике [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.ecogroup.com.ua/spravochnik/electrosnabzhenie/gibridnye-sistemy/2011>. Дата доступа: 31.01.2012.

115. TOO POLYSET [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.polyset.kz/?p=1418#more-1418/2009-2012>. Дата доступа: 31.01.2012.

116. Ветровые электростанции [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://viter.com.ua/energiya-vetrya-i-solnca-v-ukraine-prakticheskij-primer-190.htm.2009>. Дата доступа: 31.01.2012

117. Альтернативная энергетика [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://alternativenergy.ru/vetroenergetika/117-shemavetrogeneratora.html.-2012>. Дата доступа: 31.01.2012.

118. SOLAIR. Солнечная энергетика [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://solair.ru/index.php/2011-03-31-09-09-07/41-hybridpos>. 2009-2011. Дата доступа: 31.01.2012.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАРИ РЎЙХАТИ

1. I.Siddikov, A. Malikov , M.T. Makh sudov, Z.U. Boikhanov, R. Uzaqov. Study of the Static Characteristics of the Secondary Stator Voltage Converter of the Currents of an Induction Motor. <https://doi.org/10.1063/5.0089681>, (SCOPUS)
[file:///C:/Users/User/Downloads/Telegram%20Desktop/5.0089681%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Telegram%20Desktop/5.0089681%20(1).pdf)
2. Mohammad Saleh, Jaafar Gaber, Siddikov Ilkhomjon. Automatic learning-based EEG Epilepsy Predictor. [https://cai.type.sk/files/ads-i-13/6352-2739-0222/CAI Journal--Article No ads-i-13 Computing and Informatics, Vol. 41, 2022, p. 1001–1024, V 2022-Apr.22](https://cai.type.sk/files/ads-i-13/6352-2739-0222/CAI%20Journal--Article%20No%20ads-i-13%20Computing%20and%20Informatics,%20Vol.%2041,%202022,%20p.%201001-1024,%20V%202022-Apr.22) (SCOPUS)
<file:///C:/Users/User/Desktop/The%20page%20proofs%20paper,%20No.%20ads-i-13..pdf>
3. Ilkhomjon Siddikov, Muzaffar Sobirov; Akmaljon Abdumalikov, Khurshid Sattarov. Date Added to IEEE Xplore: 17 January 2022 DOI: 0.1109/ICISCT52966.2021.9670126
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9670126>
[https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=z2Hk3uwAAAAJ &sortby=pubdate&citation_for_view=z2Hk3uwAAAAJ:KUbn5osdkgC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=ru&user=z2Hk3uwAAAAJ&sortby=pubdate&citation_for_view=z2Hk3uwAAAAJ:KUbn5osdkgC) (Scopus);
4. I.Kh.Siddikov, A.A.Abdumalikov., M.Makh sudov. Modeling and research multiphases signal transducers of power control systems
file:///C:/Users/User/Downloads/Telegram%20Desktop/Modeling_and_Research_Multiphases_Signal_Transducers_of_Power_Control.pdf (Scopus);
5. I.Kh.Siddikov, M.Anarbaev, A.Abdumalikov, A.Abubakirov, M.Max sudov, I.Xonturaev Modelling of transducers of nonsymmetrical signals of electrical nets.
file:///C:/Users/User/Downloads/Telegram%20Desktop/Modelling_of_transducers_of_nonsymmetrical_signals_of_electrical.pdf (Scopus);
6. I.Kh.Siddikov, M.Anarbaev, A.Abdumalikov, M.Sobirov, M.Max sudov, I.Xonturaev. Technological aspects of modelling and research of smart grid.
file:///C:/Users/User/Downloads/Telegram%20Desktop/Technological_aspects_of_modelling_and_research_of_smart_grid.pdf (Scopus).
7. Siddikov I.Kh., Abdumalikov A.A. Modeling and research signals conversion proceses of multhipase power measure and control devices.
file:///C:/Users/User/Downloads/Telegram%20Desktop/Modeling_and_research_signals_conversion_proceses_of_multhipase.pdf (Scopus).
8. Siddikov I.Kh., M.Sobirov, A.Abdumalikov, Kh.Sattarov. Equipment and software for Energy supply monitoring and Control process.
file:///C:/Users/User/Downloads/Telegram%20Desktop/Equipment_and_Software_for_Energy_Supply_Monitoring_and_Control.pdf (Scopus).
9. Siddikov I.X. Max mudov M.I., Mirzorov N.N. Насос станцияларининг энергетик самарадорлигини баҳолаш ва электр энергия истеъмолини меъёрий сарфини аниқлаш учун энергетик текширишлар ўтказиш услубиёти. Int. Scien. And tech. conf: "Topical issues of energy efficiency of automated electro-mechanical and electrotechnological systems" March 3-4, 2022 Collection of papers II-volume, Tashkent-2022 p.268-271.
10. Siddikov I.X., Abdumalikov A.A. Ҳисоблаш ва инфокоммуникация қурилмаларининг энергия таъминотини мониторинги қурилма-дастурий воситалари. Int. Scien. And tech. conf: "Topical issues of energy efficiency of automated electro-mechanical and electrotechnological systems" March 3-4, 2022 Coll.of papers II-volume, Tashkent-2022 p.298-301.
11. Siddiqov I.H., Xoliqberdiev M.Q. Qayta tiklanuvchan energiya manbali elektr ta'minoti tizimini masofali monitoringi axborot tizimi.
[file:///C:/Users/User/Downloads/Telegram%20Desktop/SIDDIQOV%20ILHOMJON%20HA KIMOVICH-2.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Telegram%20Desktop/SIDDIQOV%20ILHOMJON%20HA%20KIMOVICH-2.pdf)

12. Siddikov I.Kh. Researching the output parameters of the energy system based renewable energy sources. IV Int. Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics & Water Resources Engineerin CONMECHYDRO 2022 23—24 August 2022 “Tashkent Institute of Irrigation & Agricultural Mechanization Engineers” National Research University <https://conmechdro.ttiame.uz/>
13. Siddikov, I. K. ., Khujamatov, K. E. ., & Temirov, A. A. . (2022). Models for Determination of Maximum Power in Compatible Management of Hybrid Energy Sources. *Journal of Ethics and Diversity in International Communication*, 2(3), 105–121. Retrieved from <https://openaccessjournals.eu/index.php/jedic/article/view/1132>
14. I.Siddikov, H.Khujamatov, A.Temirov, E.Reypnazarov, D.Khasanov. Analysis of Energy Efficiency Indicators in IoT-based Systems. International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2022, Tashkent, Urgench, Uzbekistan - 2022. 6 p. (Scopus).
15. I.Siddikov, H.Khujamatov, A.Temirov, E.Reypnazarov, D.Khasanov. Analysis of Data Processing Methods in IoT-based Systems. International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2022, Tashkent, Urgench, Uzbekistan - 2022. 6 p. (Scopus).
16. I.Siddikov, H.Khujamatov, D.Khasanov, E.Reypnazarov, N.Hasanov. Possibilities and Importance of using Artificial Intelligence Technologies in Smart Grid Systems. International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2022, Tashkent, Urgench, Uzbekistan - 2022. 6 p. (Scopus).
17. I.Siddikov, H.Khujamatov, D.Khasanov, E.Reypnazarov, A.Iminov. Analyse Wireless Sensor Network Structures for Intellectual Monitoring System. International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2022, Tashkent, Urgench, Uzbekistan - 2022. 6 p. (Scopus).
18. I.Siddikov, H.Khujamatov, D.Khasanov, E.Reypnazarov, A.Iminov. Data Transfer Methods and Algorithms in Wireless Sensor Networks for IoT-based Remote Monitoring System of Hybrid Energy Supply Sources. International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2022, Tashkent, Urgench, Uzbekistan - 2022. 6 p. (Scopus).
19. N.Akhmedov, K.Khujamatov, B.Maxkamov, J.Khoshimov, A.Lazarev. Data Transfer Methods and Algorithms in Wireless Sensor Networks for IoT-based Remote Monitoring System of Hybrid Energy Supply Sources. International Conference on Information Science and Communications Technologies ICISCT 2022, Tashkent, Urgench, Uzbekistan - 2022. 6 p. (Scopus).
20. Azizbek Temirov, Ernazar Reypnazarov, Shakhlo Khujamatova, & Abror Isakov. (2022). Integration of Smart Grid Systems and Geoinformation Technologies: Challenges and Opportunities. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 10 (9), 326–335. Retrieved from <https://giirj.com/index.php/giirj/article/view/2627>
21. Azizbek Temirov, Ernazar Reypnazarov, Shakhlo Khujamatova, & Umida Khojamuratova. (2022). Using of Edge/Fog/Cloud computing technologies in Smart Grid information flow management. *American Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 8, 222–234. Retrieved from <https://ajird.journalspark.org/index.php/ajird/article/view/256>
22. I.Siddikov, Khujamatov, K. E. ., & Temirov, A. A. Models for Determination of Maximum Power in Compatible Management of Hybrid Energy Sources. *Journal of Ethics and Diversity in International Communication*, 2(3), 105–121. (2022). Retrieved from <https://openaccessjournals.eu/index.php/jedic/article/view/1132>
23. I.Kh.Siddikov, A.B.Abubakirov, T.U.Kurbanniyazov, K.M.Najmatdinov. Cloud computing monitoring of asymmetric and nonlinear values and parameters of electric networks. <http://wcis2022.uz/> <http://wcis2022.uz/index.php/homepage>

ИХТИРОЛАРГА ОЛИНГАН ПАТЕНТЛАР

1. I.Siddikov, Z.Boyxonov. Tokni kuchlanishga o'zgartkich. Foydali modelga xalqaro Patent FAP 06646, 12.04.2022 Talabnoma FAP 2022 0033, 31.01.2022. H 02 K 11/20 (2006.01). G 01 R 19/18 (2006.01), Xalqaro Patent H 02 K 11/20 (2006.01), G 01 R 19/18 (2006.01).

2. I. Siddikov, Z.U.Boixonov, O.I.Siddikov, D.D.Karimjonov. Tokni kuchlanishga o'zgartkich. Foydali modelga patent berish to'g'risida Qaror FAP 2022 0131/3 - son 02.06.2022. Talabnoma FAP 2022 0131, 24.04.2022. Xalqaro Patent H 02 K 11/20 (2006.01), G 01 R 19/00 (2006.01).

3. I.Sidikov, Abubakirov A.A., Kurbanniyazov T.U., Bekimbetov M.N. Uch fazali tokning nosimmetrikligini kuchlanishga o'tkazuvchi elektromagnit o'zgartkich. Foydali modelga patent berish to'g'risida Qaror FAP 2022 0203/6 - son 28.10.2022, Talabnoma FAP 2022 0203, 27.05.2022., Xalqaro Patent H 01 F38/38 (2006.01), G 01 R 15/18 (2006.01), G 01 R 19/10 (2006.01).

ХИСОБЛАШ МАШИНАЛАРИ УЧУН ДАСТУРИЙ ГУВОХНОМАЛАР

1. Сиддиков И.Х., Абдумаликов А.А., Ялгашев А.И., Сиддиков О.И. Д.М.Балтабаев. Энергия самарадорлигини назорат ва бошқаришнинг ахборот дастурий таъминоти. ЎзР Интеллектуал мулк агентлиги томонидан рўйхатдан ўтган дастурий таъминот. DGU 14198, Тошкент, 14.01.2022 г.

2. Siddikov I.X., Ikromov A.M.,Maxmudov M.I., Shodiyev Z.O.,Mirzoyev N.N. Reaktiv quvvat manbalarini boshqarishda STATKOM adaptiv elementli gibrid elektr ta'minoti tizimini samaradorligini baholash va nazorat qilishning dasturiy ta'minotiЗарегистрированное программное обеспечение для ЭВМ Агенство по интеллектуальной собственности РУз DGU 16325 Ташкент,21.05.2022 г.

3. Siddikov I.X., Maxmudov M.I., Mirzoyev N.N., Atoyev A. I. Avtomobil transportida yonilg'i sarfining me'yorlarini statistik va operativ baholash dastur. Зарегистрированное программное обеспечение для ЭВМ Агенство по интеллектуальной собственности РУз DGU 15791 Ташкент, 29.04.2022г.

4. Siddikov I.X., Abubakirov A.B., Eshmuratov N.Q. Kuchlanishi 10 kv elektr matorlarning maksimal tokdan himoyasini hisoblash uchun dasturiy taminot. Зарегистрированное программное обеспечение для ЭВМ Агенство по интеллектуальной собственности РУз .DGU 14849.Ташкент, 12.02.2022 г.

5. Siddikov I.X., Abubakirov A.B., Eshmuratov N.Q., Kurbaniyazov T.U. Kuchlanishi 10 kv elektr matorlarning o'ta yuklanishidan himoyasini hisoblash uchun dasturiy taminot. Зарегистрированное программное обеспечение для ЭВМ Агенство по интеллектуальной собственности РУз DGU 14564 Ташкент, 14.01.2022 г.

6. Siddikov I.X., Boixonov Z.U., Karimjonov D.D., Azamov S.S. Asinxron motorlar chiqish kattaliklarini boxalashning analitki ifodalarini tadqiqoti dasturiy taminoti. Зарегистрированное программное обеспечение для ЭВМ Агенство по интеллектуальной собственности РУз DGU 19566 Ташкент, 28.11.2022 г.

МДХ давлатларида ўтказилган анжуманларда чоп этилган ишлар:

1. Siddilov I.Kh. Разработка и создания опытных образцов симуляционных стендов и программных продуктов по цифровизации систем электроснабжения с ВИЭ. НАО «ЮКУ им.М.Ауэзова» Международная зимняя школа «Инновационные решения в современной энергетике» НАО «ЮКУ им.М.Ауэзова», г. Шымкент, Республика Казахстан, с 21 февраля по 04 марта 2022 год. Join Zoom Meeting Meeting ID: 902 479 6644 Пароль: Energy2020. <https://us02web.zoom.us/j/9024796644?pwd=SW5QMnlkY3lWaDNISjhqRWkxSjVoZz09>

2. I.Siddikov, M.Maksudov, D,Karimjonov. Research of static characteristics of three-phase current sensors for control and monitoring of asynchronous motor filter-compensation devices. International Conference on Electrical Facilities and informational technologies 2022. "New Intelligence Technology : Past, Present and Future. ICEF2022 August 10(Wed) - 13(Sat), 2022, p.213-216. TURIN POLYTECHNIC UNIVERSITY IN TASHKENT, Uzbekistan. <file:///C:/Users/User/Downloads/Telegram%20Desktop/ICEF%202022%20Full%20Paper.pdf>