

**8D06101 – «Ақпараттық жүйелер» білім беру бағдарламасы бойынша
философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін ұсынылған
Шермантаева Жазира Утегеновнаның «Электр энергетикасы үшін
ақпараттық жүйені IoT технологиясын қолдана отырып құру»
тақырыбындағы диссертациялық жұмысына**

АНДАТПА

Зерттеудің өзектілігі мынадай факторлармен негізделеді:

- Энергияға сұраныс пен тұрақты даму: 2040 жылға қарай әлемдік электроэнергияға сұраныс 70%-ға өседі. Қазақстанда тұтыну көлемі артып, ЖЭК үлесін 2030 жылға дейін 15%-ға жеткізу міндеті қойылған.
- Цифрлық трансформация қажеттілігі: Smart Grid, IoT және жасанды интеллект негізіндегі технологиялар энергия тиімділігін, сенімділігін және нарықтың бәсекеге қабілеттілігін арттыруға бағытталған.
- ЖЭК тұрақсыздығы: Жел мен күн энергиясының генерациясы климаттық жағдайларға тәуелді, бұл қуат балансын сақтау үшін резервтеу мен интеллектуалды басқаруды қажет етеді.
- Энергия қауіпсіздігі: Локалдық жүйелердің (ЛЭЭС) автономды және апаттық жағдайда тұрақтылығы энергия тәуелсіздігін күшейтеді.
- Интеллектуалды мониторинг: FPGA және IoT негізіндегі жүйелер нақты уақытта бақылау жүргізіп, шығынды азайтып, сенімділікті арттырады.
- ЖЭК интеграциясының қиындықтары: Автоматтандырудың жеткіліксіздігі мен генерация тұрақсыздығын Smart Grid, ESS және Demand Response технологиялары арқылы шешуге болады.

Осы зерттеу IoT және Smart Grid технологияларына негізделген интеллектуалды мониторинг және басқару жүйелерін енгізу арқылы ЛЭЭС-ті қалыптастыруды ұсынады. Бұл шешімдер энергия шығынын 12%-ға азайтып, апаттық ажыратуларды төмендетуге және Қазақстанның энергетикалық қауіпсіздігін нығайтуға мүмкіндік береді. Зерттеу ұлттық жобаның мақсаттарына сәйкес келеді және жаһандық энергетикалық трендтерге сай Қазақстанның энергетика секторын трансформациялауға ықпал етеді.

Диссертациялық зерттеу жұмысының басты мақсаты – электр энергетикалық жүйелер үшін нақты уақыттағы мониторинг пен тиімді жұмыс жасауын қамтамасыз ететін, IoT технологиясына негізделген ақпараттық жүйесін құру.

Осы мақсатқа жету үшін келесідей **міндеттер** алға қойылды:

1. Энергетика саласындағы цифрлық трансформацияның заманауи технологиялары мен бағыттарына талдау жасау.
2. Жаңартылатын энергия көздері негізіндегі электр желілер жұмысының моделін құру.
3. Электр энергетикалық жүйесіне IoT жұмысын мониторинг жасайтын құрылғысын жасау.
4. Электр энергетикалық жүйесін Smart-мониторинг ақпаратын жүйесін құру.

Зерттеу нысаны – Түркістан облысының электр энергетикалық жүйелері, атап айтқанда «Оңтүстік Жарық Транзит» ЖШС, 35/10 кВ «Новая» қосалқы станциясы мен тарату желілері.

Зерттеу пәні – Smart Grid және интеллектуалды энергетикалық жүйелер, Ақпараттық жүйелер теориясы, Ақпараттық жүйелердің архитектурасы, Жасанды интеллект жүйелері.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы

Теориялық маңыздылығы:

1. Марков процестері мен ұқсастық теориясының синтезі негізінде локалдық электроэнергетикалық жүйелердің (ЛЭЭЖ) сенімділігі мен сапасын бағалаудың жаңа әдістемесі (MSSB-алгоритмі) әзірленіп, интегралдық сапа көрсеткішінің қолданылуы ғылыми негізделді.

2. IoT және FPGA технологияларын біріктіретін гибриді ақпараттық жүйенің қабаттық архитектурасы ұсынылды, бұл энергетикадағы ақпараттық жүйелер теориясын толықтырады.

3. Нақты уақыттағы деректерді өңдеу мен басқарудың жаңа модельдері жасалды, олар Smart Grid және микрожелілердің теориялық негізін кеңейтеді.

Практикалық маңыздылығы:

1. «Оңтүстік Жарық Транзит» ЖШС-нің Түркістан қаласындағы қосалқы станцияларында пилоттық енгізу нәтижесінде технологиялық шығындар 10%-ға төмендеді, апаттық ажыратулар саны азайды, Желінің орташа жүктеме коэффициенті 0,67-ден 0,76-ға дейін өсті.

2. Әзірленген бағдарламалық өнімдер (Energy Monitoring 360 және басқа модульдер) авторлық құқықпен қорғалған және нақты эксплуатацияда қолданылады.

3. FPGA және ESP32 негізіндегі мониторинг құрылғысы сериялық өндіріске ұсынылды.

4. Нәтижелер ҚР Ұлттық экономика министрлігінің «Цифрлық Қазақстан» бағдарламасы және БҰҰ Тұрақты даму мақсаттарының 7-мақсатына (Қолжетімді және таза энергия) тікелей ықпал етеді.

Диссертация жұмыс теориялық тұрғыдан энергетикадағы ақпараттық жүйелердің дамуына үлес қосса, практикалық тұрғыдан Қазақстанның энергетикалық қауіпсіздігін нығайтуға және нақты экономикалық тиімділікке әкелді.

Нәтижелердің сенімділігі мен негізділігі

Диссертация жұмыс барысында ғылыми туынды ретінде 2 авторлық құқықтардың мемлекеттік тізілімге мәліметтерді енгізу туралы куәлік және 1 авторлық куәлік:

Авторлық куәлік № 34772. Берілген күні: 18.04.2023. Атауы: «Комплекс программ определения и визуализации динамики двухмашинной электроэнергетической системы».

Авторлық куәлік № 49103. Берілген күні: 16.08.2024. Атауы: «Energy Monitoring 360». Авторлар: Шермантаева Жазира Утегеновна, Мамырбаев Оркен Жумажанович

Авторлық куәлік № 110971. Берілген жылы: 2024. Атауы: «EWT-LSTM-RELM-IEWT гибриді моделі мен заттар Интернеті негізінде электроэнергетикалық подстанцияларда апаттық жағдайларды бақылау мен болжау жүйесі». (Қосымша Ә).

Диссертация жұмысының апробациясы. Зерттеулер нәтижесі төменде көрсетілген ғылыми-практикалық конференцияларда, сондай-ақ отандық ғылыми-зерттеу институттары мен оқу орындарындағы ғылыми семинарларда баяндалды және талқыланды (Қосымша Б):

1) «Информатика және қолданбалы математика» VII Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында (Алматы, 20 – 21 қазан 2022);

2) XIX халықаралық азиялық мектеп-семинар "Күрделі жүйелерді оңтайландыру мәселелері" (14-22 тамызынан 2023);

3) «Информатика және қолданбалы математика» VIII Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясында (Алматы, 26 – 27 қазан 2023);

4) «Ақпараттық және есептеуіш технологиялар» институты ғылыми семинарларында (2020 – 2023жж., Алматы);

5) Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің «Ақпараттық технологиялар» факультеті ғылыми семинарларында (2020 – 2023 жж., Алматы) баяндалды.

Жарияланымдар. Ж.У.Шермантаеваның диссертациялық жұмысы бойынша 13 мақала жарияланды. Соның ішінді, 4 мақала ҚР БҒМ Ғылым және білім саласын бақылау бойынша Комитетінің ұсынған журналдарында, 4 мақала шетелдік және Қазақстандық халықаралық ғылыми-практикалық конференцияларда, 5 мақала Scopus және Thomson Reuters деректер қорына кіретін басылымдарда жарияланды.

1. Scopus дерекқорындағы мақалалар (5 мақала, оның ішінде 1-і 85 процентильді)

1. Wójcik W., Lezhniuk P., **Shermantayeva Z.** Integrated Assessment of the Quality of Functioning of Local Electric Energy Systems Energies, 2025, Vol. 18, Issue 1, Article 137. DOI: <https://doi.org/10.3390/en18010137> (22 бет).

2. Mamyrbayev O., **Shermantayeva Zh.** Cybersecurity Framework for IoT Integrated Electric Power Information Systems International Journal of Industrial Engineering and Management, 2024. DOI: <https://doi.org/10.24867/ijiem-376> (12 бет).

3. Kalimoldayev M., Wójcik W., **Shermantayeva Zh.** Development Of A Monitoring System For Electric Power Substations Based On IoT And Implementation Of Designs On FPGA International Journal of Electronics and Telecommunications, 2023. DOI: <https://doi.org/10.24425/ijet.2023.147708> (10 бет).

4. Wójcik W., Tymchenko L., **Shermantayeva Z.** Optical System Visualization of Combined Reflectance Model Based on Cubic and Quadratic Functions Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.3023138> (8 бет).

5. Kalimoldayev M.N., Abdildayeva A.A., **Shermantayeva Zh.U.**

Implementation of a Database on Solar Resources for the Design of PV Solar Technologies Book Chapter, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-49711-7_26 (15 бет).

2. ҚР ККСОН тізіміне енгізілген журналдардағы мақалалар

1. Kalimoldayev M., **Shermantayeva Zh.** Model Development and Calculations for 35/10 kV Electrical Substations in Turkestan Region Using RastrWin3 Program Scientific Journal of Astana IT University, 2024. DOI: <https://doi.org/10.37943/16DGMZ9449> (14 бет).

2. Wójcik W., **Шермантаева Ж.У.**, Проблемы развития электроэнергетической отрасли на основе технологии IoT Вестник КазНПУ им. Абая, 2022, Том 78, № 2. DOI: <https://doi.org/10.51889/2022-2.1728-7901.16> (9 бет).

3. **Shermantayeva Z.**, Mamyrbayev O. Development and Creation of Hybrid EWT-LSTM-RELM-IEWT Modeling in High-Voltage Electric Networks News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Physico Mathematical Series, 2024, Vol. 3, № 351, pp. 223–240. DOI: <https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.302> (18 бет).

4. Wójcik W., **Shermantayeva Zh.** Parallel-Hierarchical Optical Network as a Model of Natural Neural Network Optical Fibers and Their Applications, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.3023432> (6 бет).

3. Халықаралық конференциялар

1. Шермантаева Ж. Обзор Интернета вещей (IoT) в электроэнергетике и энергетические системы 3rd Online International Conference on Renewable Energy and Sustainable Technologies, 2022. Жинақ: 97–108 бет. (12 бет).

2. Шермантаева Ж.У., Ахметжанов М.А. Интернет вещей для современных энергетических систем VII Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция "Информатика и прикладная математика", Алматы, 20–21 қазан 2022. Жинақ: 112–120 бет. (9 бет).

3. Шермантаева Ж.У. Применение методов анализа и обработки данных на основе IoT для электрической подстанции в Республике Казахстан «Проблемы оптимизации сложных систем», Новосибирск, 14–22 тамыз 2023. Жинақ: 85–92 бет. (8 бет).

4. Шермантаева Ж.У., Алшинбаева Д.О. IoT технологиясы негізіндегі трансформатордың таратуын бақылау және ақаулықтарын жою VIII Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция "Информатика и прикладная математика", Алматы, 2023. Жинақ: 7 бет.

4. Патенттер және зияткерлік меншік туралы куәліктер (3 жұмыс)

1. Екі машиналық электр энергетикалық жүйенің динамикасын анықтау және визуализациялау бағдарламалар кешені Авторлық куәлік № 34772, 18.04.2023.

2. Energy Monitoring 360 Авторлық куәлік № 49103, 16.08.2024. Авторлар: Шермантаева Жазира Утегеновна, Мамырбаев Оркен Жумажанович.

3. Интернет заттары негізінде және EWT-LSTM-RELM-IEWT гибриді моделі арқылы электр энергетикалық қосалқы станциялардағы авариялық

жағдайларды бақылау және болжау жүйесі Пайдалы модель, Рег. № 2024/1652.2, 25.12.2024. Авторлар: Мамырбаев О.Ж., Шермантаева Ж.У.

Жұмыс құрылымы:

Диссертация кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады.

Анықтамалар: IoT, FPGA, Smart Grid, энергия ұяшықтары т.б.

Белгілеулер: ЖЭК, ЛЭЭЖ, ESS, SCADA.

Кіріспе: Зерттеудің мақсаты мен міндеттері, ғылыми жаңалығы негізделген. Жұмыс барысында 13 ғылыми мақала жарияланған, оның ішінде халықаралық және республикалық беделді басылымдарда. Сонымен қатар, 2 объектіге авторлық құқықтар мемлекеттік тізілімге енгізілген (2023 жылғы 18 сәуірдегі № 34772 және 2024 жылы 16 тамызындағы № 49103 куәліктері), сондай-ақ пайдалы модельдің авторы ретінде № 110971 авторлық куәлігі алынған.

1-бөлім: Электр энергетикасы саласындағы цифрлық трансформацияның қазіргі тенденциялары мен ақпараттық технологиялар.

2-бөлім: Электр энергетикалық жүйелердің ақпараттық құрылымы мен модельдері.

3-бөлім: Электр энергетикалық жүйелердің деректерін өңдеу және болжау әдістері.

4-бөлім: Электр энергетикасы үшін iot негізіндегі ақпараттық жүйені жобалау, әзірлеу және іске асыру.

Қорытынды: Тұжырымдар, ұсыныстар, қолдану аясы.

Әдебиеттер: 131 дереккөз.

Қосымшалар: Схемалар, кодтар, нәтижелер, диаграммалар.

Ғылыми тағылымдамалар. Люблин техникалық университеті, Люблин қаласы, Польша, 2023 жылғы 29 сәуір – 27 маусым аралығында.