

философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін
6D070200 – Автоматтандыру және басқару мамандығы бойынша
“IoT құрылғылар негізінде шағын жылыжайды ситуациялық
интеллектуалды басқару жүйесін құру” тақырыбында жазылған
Умаров Амантур Амангельдыевичтың диссертациялық жұмысына берілген

АҢДАТПА

Қазақстан Республикасындағы көкөністер нарығын соңғы онжылдықта талдау нәтижесінде отандық өндіруші ішкі сұранысты тек 20% қамтамасыз ете алатыны анықталды.

Осындай жағдайдың негізгі себептеріне:

- ішкі сұраныстың өз өндірісінің өнімдерімен қамтамасыз етілмеуі;
- көкөніс өнімдерін жыл бойы өсіруге мүмкіндік бермейтін күрт континентальды климаттық жағдайлар мен су тапшылығы;
- Қазақстанның оңтүстігінде көкөніс өнімдерін өсіру үшін бөлінетін суармалы жерлердің аз болуы;
- көкөніс дақылдарын өсіру жүйелер заманауи еместігі;
- көкөніс дақылдарын өңдеу бойынша дамыған инфрақұрылымның болмауы жатады.

Агробизнесті цифрландыру - біздің экономикамыздың агросекторын дамытудың басым және өзекті бағыты болып табылады және елдің азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Ауыл халқы үлесінің қарқынды қысқаруы және оның қартаюы мемлекеттің алдына жоғары технологиялық Агроөнім өндірісінің дағдылары мен біліктерін сіңіру жолымен ауыл жастарын шоғырландыру және лайықты жұмыспен қамту мәселесін шешеді.

Мұндай трансформацияның маңызды құрамдас бөлігі өндірісті қарқындату, қала мен ауылдық жерлерде өмір сүру жайлылығының айырмашылығын үнемі төмендетіп, ерте көкөністердің импортын алмастыру болып табылады.

Микро және шағын автоматтандырудың бюджеттік микроконтроллерлік элементтерінің пайда болуы елдің фермерлік шаруашылықтарын цифрландыру саласын кеңейтуге мүмкіндік береді. Бұған орта мектептер мен ауылдық колледждерде AVR, ESP32 сериялы микроконтроллерлер негізінде робототехника мен заттар интернетінің негіздерін белсенді зерттеу ықпал етеді. Осының барлығы отандық агросектордың цифрлық қоғамға технологиялық интеграциялануы үшін жемісті негіз қалайды.

Ақылды жылыжайды құру күрделілігі, біріншіден, жылыжайдағы технологиялық процестерді үзіліссіз мониторинг жасауда, екіншіден, жылыжайдағы динамикалық процестерді модельдеу және сипаттауда.

Біріншіден, қарастырылып отырған басқару объектісі – өсімдік биологиялық жүйе болып табылады, ол тірі организм болып табылады, ол үнемі өзін-өзі күтуді қажет етеді. Осыған байланысты, мониторинг пен басқару процесін техника мен жабдық өндірісіндегідей тоқтата тұруға және қайта іске қосуға болмайды – ол өліп кетуі мүмкін. Жылыжай басқару объектісі ретінде жабық типтегі агроэкологиялық жүйе болып табылады, онда энергия процестері анықталмайды және белгілі бір шекаралық жағдайлары жоқ және қоршаған орта параметрлерінің өзгеруін ескере отырып дақылдарды өсіруге мүмкіндік береді.

Екіншіден, агроэкожүйе процестерін математикалық модельдеудің күрделілігі басқару объектісінің физикалық, химиялық және биологиялық параметрлерінің өзара әрекеттесуінде жатыр.

Диссертациялық жұмыста IoT құрылғылар негізінде шағын жылыжайды ситуациялық интеллектуалды басқару жүйесін құру модельдері мен әдістері, сонымен қатар сараптамалық жүйе негізіндегі жылыжайдың технологиялық тәртіптерін басқару бойынша шешім қабылдау алгоритмдері қарастырылады.

Зерттеу өзектілігі:

- халыққа қолжетімді және ауылшаруашылық өнімді жыл бойы алуды қамтамасыз ететін отандық ақылды жылыжайлар құру;

- басқару нысанында (жылыжайда) ағымдық жағдайға байланысты бойынша шешім қабылдау алгоритмдерін құру;
- IoT құрылғылар негізінде технологиялық процестерді басқаруға және мониторинг жасауға арналған жаңа өлшеуіш құралдар құру.

Зерттеу нысаны ретінде вегетация кезеңіндегі өсімдіктің өсу және даму процестері, жылыжайдың ішкі ортасының күйі (микроклимат).

Зерттеу пәні ретінде өсімдіктің өсу және даму процестерін мониторинг жасау және заманауи интеллектуал технологиялар мен IoT-құрылғылар арқылы жылыжайдың технологиялық тәртіптерін басқару.

Жұмыстың мақсаты – халыққа қолжетімді IoT құрылғылар мен заманауи интеллектуал технологиялар негізінде шағын жылыжайды ситуациялық интеллектуалды басқару жүйесін құру.

Осы мақсатқа жету үшін **келесі міндеттерді шешу қажет:**

- нақты егіншіліктің қазіргі заманғы технологияларын, көкөністер импорты нарығын шолу және талдау және Қазақстанның климаттық жағдайларын есепке алу, жылыжайларды смарт - басқарудың қолданыстағы математикалық әдістері мен модельдерін талдау;

- сараптамалық жүйе түрінде жылыжайларды смарт-басқару есептерін формализациялауға мүмкіндік беретін "Өсімдік-Орта-Жағдай-Басқару" жүйесінің математикалық моделін құру;

- технологиялық режимдерді орындауға мүмкіндік беретін технологиялық схеманы әзірлеу;

- IoT-құрылғының функционалдық схемасын әзірлеу, оның көмегімен жүйеге функционалдық талаптар орындалады;

- баға-сапа критерийін қанағаттандыратын IoT – құрылғы түріндегі смарт-жылыжайдың прототипін әзірлеу;

- әртүрлі климаттық жағдайлар үшін модельді салыстырмалы талдау.

Зерттеу әдістері. Аталған ғылыми мәселелерді шешу үшін биологияның эксперименталды әдістері, ситуациялық басқару және шешім қабылдау теориясының, анық емес логика, нейронды желілер әдістері қолданылған.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы бес ғылыми ережені қамтиды:

1) алғаш рет "өсімдік-СредаСитуация-басқару" экожүйесінің математикалық моделі жасалды;;

2) салынған модель негізінде жылыжайды ситуациялық басқаруға арналған жалпы сараптамалық жүйенің құрылымы ұсынылды;

3) құрылған модель негізінде шешім қабылдауды интеллектуалды қолдау алгоритмі/алгоритмдері ұсынылды;

4) смарт-жылыжайдың жартылай өнеркәсіптік прототипі түрінде іске асырылған технологиялық схема әзірленді;

5) жүйеге қойылған функционалдық талаптарды орындауға мүмкіндік беретін IoT-құрылғының функционалдық схемасы әзірленді.

Жұмыстың практикалық құндылығы - ақылды технологиялар мен IoT құрылғылары негізінде жылыжайда өсімдіктің өсуі мен дамуын басқарудың технологиялық процестерін бақылау және анық емес басқару функцияларын қамтамасыз ететін жаңа IoT технологиялық схемасын қолдану. Жабдықтың құрамына мыналар кіреді: ыдыс, суару клапаны, магистральдық құбыр, тамшылар, топырақ сенсоры, желдеткіш, температура сенсоры, прожектор, жарық сенсоры, басқару блогы, суару клапанының релесі, желдеткіш релесі, жарық релесі. Жүйенің негізгі элементі - Басқару Құралы (басқару құрылғысы, БҚ).

Жұмыстың техникалық нәтижесі - жылыжайда өсімдіктің өсуі мен дамуын басқарудың технологиялық процестерін бақылау және анық емес басқару функцияларын қамтамасыз ететін жаңа IoT технологиялық схемасын қолдану.

Зерттеушінің жеке үлесі ҚР жағдайында жылыжайлар құру мәселесін талдауда (1, 2, 3, 4 және 5-мақалалар), БЛК негізінде ақылды жылыжайды жобалау әдістері мен схемалары зерттеуде (6, 7, 8, 9 және 10-мақалалар), “Ақылды жылыжай” мобилді қосымшасы арқылы берілгендерді алу және өндеуде (11-авторлық куәлік) және (12-патент); биологиялық сынақты жоспарлау және іске асыруда (13, 14-мақалалар); ситуациялық басқару моделі мен шешім қабылдау алгоритмдерін құруда және олардың негізінде БҚ жазуда (15,16-мақала).

Зерттеу нәтижелерін ендіру.

Модель әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-не (Алматы), А.Ясави атындағы ХҚТК-не (Түркістан) және Eco product (Ақтөбе) жылыжайларына ендірілді. Ендіру нәтижелері бойынша Орта жағдайларына байланысты егіншіге арналған өнімді өсіру ұсыныстары жасалды. Биологиялық сынақ нәтижелерінің биология және агротехника салалары үшін маңызды мәні бар.

Зерттеу нәтижесінде үш қарастырылған аумақ үшін “Асылым” қияр гибридіннің тиімді өсіру жағдайлары анықталған. Сонымен қатар, ортаның тиімді жағдайында өсімдіктің қалыпты өсуі, ал тиімсіз жағдайда өсімдіктің бірқалпты емес өсуі мен дамуы анықталды. Бұл тұжырым биология мен экологияның негізгі заңын – Оптимум заңының толық сипаттайды.

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбына 16 ғылыми жұмыс арналған, оның құрамында 3 – ҚР БҒМ ҒК ғылыми басылымдарында, 1 – РФ БҒМ ҒК ғылыми басылымдарында, 7 – халықаралық конференцияларда, 2 – Скопус МҚ кіретін ғылыми журналда, 1 – авторлық куәлік пен 1 ҚР патенті.

Жұмыс құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, бес тараудан, қорытындылардан, әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады. Ол 168 бетте сипатталды, оның ішіне 85 сурет, 40 кесте және 108 атауы бар әдебиеттер тізімі кіреді.

Бірінші тарау жылыжай шаруашылығындағы заманауи технологияларға шолу жасау және Қазақстандағы көкөніс импорты мәселесіне арналады. Осы саладағы интеллектуал технологияларды пайдалану мүмкіндігін беретін математикалық модельдерге шолу жасалды. АІоТ технология бойынша әлемдік өндірушілерге қысқаша шолу жасалды. Заманауи жылыжайдағы негізгі ТП де қарастырылған. Прогрессив технологияларды пайдалану Баға-Сапа критерийі тұрғысынан талданған.

Екінші тарауда зерттеу мәселесінің қойылуы және технологиялық нысанды басқарудың физикалық принциптері келтірілген. Өсімдіктің өсуі мен дамуына орта жағдайларының әсері сипатталып, зерттеуде маңызды мәнге ие болған биологияның негізгі заңы – Оптимум заңы келтірілген. “Өсімдік-Орта-Жағдай-Басқару” моделінің формалы сипаттамасы, сараптамалық жүйе негізіндегі технологиялық басқару есебінің қойылуы берілген. Қойылған басқару есебін шешу үшін модель Мамдани мен Сугено түріндегі анық емес идентификациялау және классификациялау есептеіне келтіріледі. Бұл тарауда “Өсімдік-Орта-Жағдай-Басқару” моделінің тәуліктік уақыт аралығындағы ағымдық жағдайды идентификациялау (1-есеп), биологиялық уақыт аралығындағы интегралды жағдайды идентификациялау (2-есеп), фенофазалардың ауысу кезеңдерін анықтау (3-есеп), технологиялық тәртіптерді басқару (4-есеп) және агротехникалық шараларды ситуациялық басқару (5-есеп) есептері мен шешу алгоритмдері қаралады.

Үшінші тарауда басқару нысанының зерттеу әдістері мен құралдары қарастырылған. Жылыжайда өсімдіктің өсуі мен дамуын зерттеуге арналған биологиялық сынақтың мақсаты мен міндеттері анықталған. Сынақ әл-Фараби атындағы ғылыми-зерттеу жылыжайында жасалған. Тарауда “Өсімдік-Орта-Жағдай-Басқару” жүйесі үшін анық емес логикалық контроллер (АЕЛК) реттеушіті синтездеу есебі қаралады. Басқару мақсаты мен міндеттері анықталып, жүйе конфигурациясы мен АЕЛК-ға қойылатын функционалды талаптар қарастырылып, АЕЛК моделі құрылады (4-есеп), сонымен қатар ақылды жылыжайдың функционалды схемасы, технологиялық схемасы және берілгендерді жинау мен бұлттық сақтау схемалары беріледі.

Төртінші тарауда жасалған модельді мониторинг және басқаруда пайдалануға арналған. Яғни, келесі сынақтар сипатталған: а) үй жылыжайында нақты уақыт тәртібінде сымсыз және IoT технологияларды пайдаланып, мониторинг және басқару; б) әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің жылыжайында нақты уақыт тәртібінде сымсыз және IoT технологияларды пайдаланып, мониторинг және басқару. “Ақылды жылыжай” қондырғысының әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің ғылыми-зерттеу жылыжайына ендіру және аталған үш жылыжайларды салыстырмалы талдау жасалады. Жасалған жүйенің жұмыс қабілетін бағалау жасалады.

Бесінші тарауда патент және авторлық куәлік алынған IoT құрылғысы мен "Ақылды жылыжай" мобильді қосымшасының әрекет ету принциптері мен пайдалану нұсқаулығы берілген. Әзірленген IoT-құрылғы smart-жылыжайдың прототипі болып табылады және баға – сапа критерийін қанағаттандырады. Сондай-ақ, қоршаған орта жағдайларына байланысты дақылдарды өсіру бойынша тұжырымдар мен ұсыныстар жасалады.

Қорытындыда жұмыстың негізгі нәтижелері мен диссертацияның тұжырымдары қаралған.

Қойылған мәселелердің сенімділік деңгейі мен апробация нәтижелері. Жасалған зерттеулердің сенімділігі есептің негізделген міндеттеріне, осы саладағы критерийлер мен зерттеу жағдайына сай келеді де жасалған сынақтардың жеткілікті санына және іс-тәжірибеде сәтті іске асырылғанды дәлелдейді. Қолданылған әдістемелер зерттеуде қойылған мәселелерді шешіге бағытталған.

Жұмыстың негізгі тұжырымдамалары мен нәтижелері: "Математикалық, физикалық ғылымдар мен инженерлік қосымшалар" XI Халықаралық конференцияда (9-12 мамыр 2018, Давао, Филиппин); “Техника және телекоммуникация мәселелері» (16-18 мамыр 2018, Орал, Қазақстан XIX Халықаралық ғылыми-техникалық конференцияда (2 баяндама); «Ғылым мен білімнің даму ерекшеліктері» (10 желтоқсан 2018, Нью-Йорк, АҚШ IV жас ғалымдардың халықаралық конференциясында; “Ғылым, техника және технологиядағы жаңа бағыттар” (ICETEST-2020, 26-27 ақпан 2020, Бангкок, Таиланд) IV халықаралық конференцияда; профессор У.А. Тукеевтің 75 жылдық мерейтойына арналған ақпараттық технологиялар саласындағы Халықаралық ғылыми конференция материалдарында (8 қазан 2021 ж., Алматы, Қазақстан), НМТУ-нің Автоматтандыру және есептеуіш техника факультетінің ғылыми семинарында (13 наурыз 2020, Новосибирск, Ресей) баяндалды.

Диссертация тақырыбына 16 ғылыми жұмыс арналған, оның құрамында 1 патент пен 1 авторлық куәлік бар:

1. Ауылдың рухани жаңғыруы: шағын жылыжайлар // “Қазақ үні” Республикалық қоғамдық саяси газеті – ұлттық портал. 2018/07/17. <https://qazaquni.kz/2018/07/17/87636.html>.

2. Исследование температурного режима минитеплицы для условий Казахстана // Вестник Национальной инженерной академии наук Республики Казахстан. - Алматы. 2018. – № 2(68).

3. Systems for monitoring and controlling the parameters of the microclimate of greenhouses: a review of the current state and analysis of the directions of development // Abstracts of the International Conference "The 11th Dynamical systems, Mathematical, Physical Sciences and It's Engineering Applications", March 28-30, 2018, Bali, Indonesia,

4. A review of the current state and analysis of the directions of development // Abstracts of the International Conference "The 11th Dynamical systems, Mathematical, Physical Sciences and It's Engineering Applications", March 28-30, 2018, Bali, Indonesia.

5. Жылыжайдағы микроклимат параметрлерін бақылау және басқару жүйелерінің модельдері: қазіргі күйіне шолу және даму бағыттарын талдау // Материалы XIX Международной научно-технической конференции «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций» (Республика Казахстан, г. Уральск: КазИИТУ, 16-18 мая 2018 года). — Уральск: КазИИТУ, 2018 — 384- 397 с.

6. Микроклимат жүйелерін жобалау ерекшеліктері. Материалы XIX Международной научно-технической конференции «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций»

(Республика Казахстан, г. Уральск: КазИИТУ, 16-18 мая 2018 года). — Уральск: КазИИТУ, 2018, 397- 405 с.

7. Exergy Calculation Analysis Of Differing Solar Collector Systems In Various Climate Conditions Of Kazakhstan //Journal of Engineering and Applied Sciences 14 (20): 7709-7713, 2019.

8. Relay Law of Management by a Mini-Hothouse // The 4th International youth conference “Perspectives of science and education”, New York: Premier Publishing, USA (2018). 41-47.

9. БЛК негізінде жасалған ЕИМ контроллерінің моделі // ҚР Ұлттық инженерлік ғылым академиясының хабаршысы. Алматы. 2019. – № 2(72), 35-42 с.

10. “Microclimate Monitoring System for a Home Greenhouse as Part of ESP32” 4th International Conference on Emerging Trends in Engineering, Science and Technologies (ICETEST-2020), Bangkok, Thailand 26th – 27th February’ 2020.

11. Авторское свидетельство “Ақылды жылыжай” // Программа для ЭВМ № 7578 от 17.01.2020.

12. Патент на полезную модель «Домашняя смарт-теплица» Рег. №2019/1162.2 от 30.12.2019.

13. Проектирование смарт теплицы, удовлетворяющей критерию цена – качество // Вестник КазНУ. Серия математика, механика, информатика, N.1(105), 2020.

14. Разработка «умной теплицы» на основе модели «Растение–Среда–Ситуация–Управление» Сборник научных трудов НГТУ. – 2020. – № 3 (98). – 49–64.

15. “Smart greenhouse and plant growth control” // Periodicals of Engineering and Natural Sciences. Vol. 9, No. 3, July 2021, pp. 474-493.

16. Ситуационная экспертная система “Ақылды жылыжай” // Материалы Международной научной конференции в области информационных технологий, посвященной 75-летию профессора У.А. Тукеева. Алматы, 8 октября 2021 г.: – Алматы: Қазақ университеті, 2021. – 109-115 с.