

АНДАТПА

«Ұшқышсыз ұшу аппараттарының алгоритмдері мен басқару бағдарламаларын жасау» тақырыбы бойынша диссертациялық жұмысы үшін,
«8D07116 – Интеллектуалды басқару жүйелері» мамандығы бойынша PhD докторанты, Мазақова Әйгерім Талғатқызының

Диссертация авиациялық типтегі ұшқышсыз ұшу аппараттарын басқару алгоритмдері мен бағдарламаларын жасауға арналған.

Диссертациялық жұмыстың өзектілігі. Соңғы онжылдықтарда әртүрлі мәселелерді шешу үшін ұшқышсыз ұшатын аппараттарды (ҰҰА) жасау мен қолдануда айтарлықтай жетістіктер болды. Қазір назар төтенше жағдайлар, табиғи апаттар және коммуникациялар сияқты әртүрлі азаматтық қолданбаларда ұшқышсыз ұшу аппараттарын пайдалану мүмкіндігіне аударылуда.

Бұл бірнеше себептерге байланысты. Біріншіден, ұшқышсыз ұшу аппараттары әдеттегі басқарылатын ұшақтармен салыстырғанда әдетте арзанырақ. Сондай-ақ оларға техникалық қызмет көрсету оңай және ұзақ ұшу уақытын қамтамасыз ете алады. Олар сондай-ақ төмен көрінетін және қараңғы жағдайларда жұмыс істей алады, бұл оларды ұшқыштардың қатысуы қауіпті болуы мүмкін төтенше жағдайларда құнды ресурсқа айналдырады.

ҰҰА қолданудың маңызды аспектісі оларды басқару болып табылады. Қазіргі уақытта көптеген миссиялар қашықтан басқару құралын пайдалану арқылы жүзеге асырылады, бұл көбінесе байланыс сапасы мен ауа райы жағдайларымен шектеледі. Сондықтан қазір бұл құрылғылардың автономиясын арттыру әдістері белсенді түрде әзірленуде.

Зерттеудің негізгі бағыттарының бірі – ұшқышсыз ұшу аппараттарына адамның қатысуынсыз тапсырмаларды орындауға мүмкіндік беретін ұшуды автоматты басқару алгоритмдерін жасау. Бұл нақты уақыт режимінде қоршаған ортаны есепке алатын траекторияларды құрудың әдістері мен алгоритмдерін құруды талап етеді.

ҰҰА басқару мәселесінің күрделілігі көптеген факторларға, соның ішінде математикалық модельдердің көлеміне, сондай-ақ оңтайлы шешімдер қабылдау үшін қозғалыс параметрлері туралы деректерді үздіксіз алу қажеттілігіне байланысты.

Осылайша, математикалық модельдерді, басқару алгоритмдерін жасау

және ұшқышсыз ұшу аппаратының басқару мүмкіндігін зерттеу өзектілігі жоғары жұмыстың маңызды бағыттары болып табылады.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты ұшқышсыз ұшу аппараттарының басқарылуын зерттеу алгоритмдерін әзірлеу, динамиканың математикалық модельдерін талдау, сонымен қатар басқарудың оңтайлы шешімдерін табу болып табылады. Осы мақсатқа жету үшін жұмыста келесі міндеттер шешіледі:

- 1) ҰҰА динамикасының математикалық моделін зерттеу.
- 2) ҰҰА басқару критерийін әзірлеу.
- 3) Оңтайлы ҰҰА басқаруды табу алгоритмдерін құру.
- 4) Басқару мүмкіндігін анықтау және оңтайлы басқаруды есептеу үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді құру.
- 5) ҰҰА тобын басқару алгоритмін құру.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы келесі аспектілерден көрінеді:

- интервалдық математикалық әдістерді қолдану негізінде ұшқышсыз ұшу аппараттары үшін жаңа басқару критерийін алу.
- интервалдық математиканы пайдалана отырып, компьютерлік алгебраны қолдану негізінде ҰҰА динамикасының тұрақтылығын тексеруді автоматтандыру.
- айыппұл функциясы әдісін қолдану негізінде оңтайлы ұшу жолын таңдау алгоритмін құру.
- ҰҰА тобы арасында нысаналарды бөлу алгоритмін құру.

Жұмыста қолданылатын **зерттеу әдістеріне** интервалдық математика, сандық талдау, басқару мүмкіндігі және оңтайлы басқару теориясы, сонымен қатар заманауи жүйелерді жобалау және бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу жатады.

Зерттеу объектісі – ұшқышсыз ұшу аппараттарының өзі, ал зерттеу пәні – математикалық модельдер мен басқару қабілеттілігін және оларды оңтайлы басқаруды анықтау алгоритмдері.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы әзірленген алгоритмдерді бір ұшқышсыз ұшу аппараттарын басқару үшін де, осындай құрылғылар тобын басқару үшін де пайдалану мүмкіндігінде жатыр.

Жұмыстың ғылыми маңыздылығы интервалдық математика негізінде басқарылатындық пен тұрақтылықтың жаңа критерийлерін құруда, сондай-ақ ұшқышсыз ұшу аппараттарын басқарудың оңтайлы алгоритмдерін жасауда

көрінеді.

Қорғауға ұсынылған ғылыми қағидалар, қорытындылар мен ұсыныстар математикалық аппаратты дұрыс пайдалану, тәжірибелерді дұрыс құрастыру және оларды өңдеу, сонымен қатар теориялық зерттеулер нәтижелері мен эксперименттік мәліметтердің сәйкестігімен расталады. Зерттеудің сенімділігі дәлелденген теоремалармен және модельдік есептер бойынша сандық есептеулермен расталады.

Тақырыптың ғылыми-зерттеу бағдарламаларының жоспарларымен байланысы

Диссертациялық жұмыс ғылыми гранттық жұмыстың күнтізбелік жоспарына сәйкес басымдық бойынша орындалды: 4. Ақпараттық, телекоммуникациялық және ғарыштық технологиялар кіші басымдықтар бойынша: 4.1 Жасанды интеллект және ақпараттық технологиялар: 4.1.1 Интеллектуалды басқару және шешімдер қабылдау жүйелері (оның ішінде нақты уақыт режимінде) жоба тақырыбы бойынша: АР19678157 «Деңгейіне мониторинг жүргізу үшін бағдарламалық-аппараттық кешен әзірлеу. су қоймасының толтырылуы» әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті.

Диссертацияның құрылымы кіріспеден, 5 бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және қосымшалардан тұрады.

Кіріспеде диссертацияның таңдалған тақырыбының өзектілігінің негіздемесі келтірілген. Зерттеу жұмысының мақсаты, объектісі, пәні мен міндеттері тұжырымдалады. Зерттеу нәтижелері сипатталып, олардың ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығы көрсетілген. Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелерін сынақтан өткізу туралы мәліметтер келтірілген.

Бірінші бөлімде осы ғылыми саланың дамуының объективті көрінісін көруге және оның өзектілігі мен әлеуетті қолданылуын бағалауға мүмкіндік берген осы саладағы ғылыми жұмыстардың жаһандық ағымының талдауы берілген. ҰҰА әзірлеу және пайдалану саласындағы отандық және шетелдік жетістіктер атап өтілді. Диссертациялық жұмыста зерттелген мәселелердің тұжырымы берілген.

Осы бағыттағы ғылыми зерттеулердің өзектілігін дәлелдейтін ұшқышсыз ұшу аппараттарын әзірлеу және практикалық қолданудың заманауи технологияларын дамытудың тенденциялары анықталды.

Екінші бөлім шешімнің қолданыстағы әдістерін талдауға және ұшқышсыз ұшу аппаратының автономды ұшуын басқару мәселесін

тұжырымдауға арналған. Мәселенің жалпы сипаттамасы және зерттеу мақсаттарының тұжырымдалуы берілген. Мәселе талданып, оны шешу барысында туындауы мүмкін негізгі мәселелер анықталады. Сипатталған әдістердің артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген.

Интервалдық математиканы қолдану негізінде ұшқышсыз авиацияның басқарылуының критерийі алынады. Бақылану жағдайларын тиімді тексеруге мүмкіндік беретін бағдарлама әзірленді.

Үшінші бөлім ҰҰА автономды ұшуының таңдалған траекториясының тұрақтылығын қамтамасыз ететін жағдайларды талдауға арналған. Тұрақтылық жағдайларын тиімді тексеруге мүмкіндік беретін бағдарлама әзірленді.

Төртінші бөлім ұшқышсыз ұшақтың автономды ұшуын оңтайлы басқаруды анықтауға арналған. Ұшақтардың ұшуын оңтайлы басқаруды табуға мүмкіндік беретін бағдарлама әзірленді.

Бесінші бөлім ұшқышсыз ұшу аппараттары тобы арасында нысаналарды бөлу алгоритмін жасауға арналған.

Қорытындыда диссертацияның негізгі нәтижелері мен қорытындылары көрсетілген.

Жұмысты апробациялау. Диссертациялық жұмыстың нәтижелері халықаралық ғылыми конференцияларда, Есептеу және ақпараттық технологиялар институтының жыл сайынғы ғылыми конференцияларында, ҚазҰУ жас ғалымдары мен мамандарының ғылыми конференцияларында, сондай-ақ әл-Фараби атындағы ҚазҰУ «жасанды интеллект және Big Data» кафедрасының ғылыми семинарларында баяндалды. Бұл ғылыми қоғамдастықта алынған нәтижелерді талқылауға және тексеруге, сондай-ақ әріптестер мен сарапшылардан кері байланыс пен қосымша ұсыныстар алуға мүмкіндік берді.

Сонымен қатар, басқа елдердің зерттеушілерімен тәжірибе алмасуға, ғылыми-зерттеу саласындағы білімді тереңдетуге және халықаралық ғылыми байланыстарды кеңейтуге ықпал еткен шетелдік тағылымдама өткізілді (Қосымша А).

Жұмыстың нәтижелері авторлық құқық объектісіне құқықтарды мемлекеттік тіркеу туралы 17 куәлікте (Б қосымшасы) танылып, рәсімделгенін атап өту маңызды. Бұл жүргізілген зерттеудің өзіндік ерекшелігі мен маңыздылығын растайды.

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша 22 баспа жұмысы

жарияланды, оның ішінде 6 жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Білім және ғылым комитеті ұсынған басылымдарда, 9 жұмыс халықаралық дәйексөздер базасына енгізілген журналда «Scopus» (Scopus дерекқорына енгізілген журналда жарияланымның болуы туралы «НЦГНТЭ» АҚ сертификатымен расталған – В қосымшасы). Scopus-тағы Хирш индексі 3-ке тең.

Ғылыми жарияланымдар:

1. Mazakova A., Jomartova S., Mazakov T., Shormanov T., Amirkhanov B. Controllability of an unmanned aerial vehicle //2022 IEEE 7th International Energy Conference (ENERGYCON), Riga, Latvia. – 2022. – P. 1-5. doi: [10.1109/ENERGYCON53164.2022.9830244](https://doi.org/10.1109/ENERGYCON53164.2022.9830244)

2. Mazakova A., Jomartova S., Wójcik W., Mazakov T., Ziyatbekova G. Automated Linearization of a System of Nonlinear Ordinary Differential Equations // INTL Journal of Electronics and Telecommunications. – 2023, vol. 69, N 4. – P. 655-660. doi: 10.24425/ijet.2023.147684.

3. Mazakova A., Jomartova Sh., Mazakov T., Brzhanov R., Gura D. The Use of Artificial Intelligence to Increase the Functional Stability of UAV Systems // International Review of Aerospace Engineering (IREASE). – 2024, vol 17, № 3. – P.98-106. doi: <https://doi.org/10.15866/irease.v17i3.25067>

4. Мазакова А.Т., Джомартова Ш.А., Мазаков Т.Ж., Зиятбекова Г.З., Досаналиева А.Т. Автоматизация процесса линеаризации нелинейной модели, описываемой обыкновенными дифференциальными уравнениями // Вестник КазУТБ. – Астана. – 2023, № 1(18). – С.7-23.

5. Мазакова А.Т., Джомартова Ш.А., Мазаков Т.Ж., Тойкенов Г.Ч., Алиаскар М.С. Параметрическая устойчивость беспилотного летательного аппарата // Вестник КазУТБ. – Астана, 2024. – № 3(24). – С. 43-51.

6. Mazakova A.T., Jomartova Sh.A., Mazakov T.Zh., Toikenov G.Ch., Aliaskar M.S. Optimal Control of An Unmanned Aerial Vehicle // Вестник КазУТБ. – Астана. – 2024, № 3(24). – С. 64-71.

Авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізіліміне мәліметтерді енгізу туралы куәліктер:

1. Свидетельство №45318 от 2 мая 2024 «Определение устойчивости БПЛА» (программа для ЭВМ), авторы: Мазакова Ә.Т., Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А.

2. Свидетельство №45324 от 2 мая 2024 «Определение управляемости

БПЛА (программа для ЭВМ), авторы: Мазакова Э.Т., Мазаков Т.Ж., Джомартова Ш.А.

3. Свидетельство №45572 от 10 мая 2024 «Определение оптимального управления БПЛА» (программа для ЭВМ), авторы: Мазакова Э.Т., Джомартова Ш.А., Мазаков Т.Ж.