

## Жоба туралы қысқаша ақпарат

Жоба аты	AP09260469 «Анықталмағандылықтарды ескергендегі ғарыш аппараттары топтамасының конфигурациясын сақтауға арналған басқару жүйесін жасау» (0121PK00371)
Жоба өзектілігі	<p>Қазіргі уақытта Ғарыш кеңістігін зерттеу тапсырмаларында зерттеушілердің көпшілігі жалғыз жер серіктерінің орнына ғарыш аппараттары топтамаларын қарастыруды жөн көреді. Бұл, әдетте, топтамаларды құрастыру үшін шағын ғарыш аппараттар қолданылатындығына байланысты, оларды әзірлеуге аз уақыт пен қаражат кетеді. Сонымен қатар, ғарыштық аппараттар топтамасын қолдана отырып, бір жер серіктің көмегімен шешуге болмайтын жаңа міндеттердің бүкіл класын шешуге болады. Мысалы, магниттік немесе гравитациялық өрістерді, ионосфераны, атмосфераны және т.б. зерттеу кезінде маңызды болып табылатын әртүрлі кеңістіктік нүктелердегі кез-келген көрсеткіштерді бір уақытта өлшеу. Зерттеушілер үшін жаңа мүмкіндіктермен бірге жаңа міндеттер туындайды. Топтама миссиясын орындаудағы негізгі міндеттердің бірі-ғарыш аппараттарының конфигурациясын сақтау немесе қайта құру үшін басқару жүйесін құру. Миссияға байланысты әртүрлі конфигурациялар таңдалады және әр жағдайда басқару жүйесі қойылған тапсырма үшін арнайы таңдалады.</p> <p>Сондықтан жердің фигурасын, Ай мен Күннің гравитациялық өрістерінің ұйытқуларын және анықталмағандылықтарды ескере отырып, негізгі ғарыш аппаратының ұйытқыған және ұйытқымаған тірек орбиталары жағдайында тетраэдрлік конфигурациялы топтаманы басқару жүйесін әзірлеу үлкен қолданбалы маңызы бар өзекті ғылыми-техникалық міндет болып табылады.</p>
Жоба мақсаты	Сыртқы әсерлерден туындаған анықталмағандылықтарды ескере отырып, орындалатын миссия мақсаттарына арналған ғарыш аппараттары топтамасының талап етілетін конфигурациясын сақтауға қабілетті басқару жүйесін құру.
Жоба міндеттері	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ұйытқымаған тірек орбитасы жағдайында ҒА топтамасының қозғалысының математикалық моделін әзірлеу. Өлшенетін көрсеткіштер: бас ғарыш аппаратының ұйытқымаған тірек орбитадағы орнын, сондай-ақ ғарыш аппараттарының кез келген уақытта топтамада өзара орналасуын айқындау. Мәселенің рөлі: қажетті конфигурацияны сақтауға арналған басқару алгоритмдерін әзірлеуге қажетті конфигурацияның тұрақтылық шарттарын анықтау.</li> <li>• Ұйытқымаған тірек орбитасы жағдайында топтама конфигурациясын басқару алгоритмдерін құру. Өлшенетін көрсеткіштер: кері байланыс әдістері негізінде ұйытқымаған тірек орбитасы жағдайында ғарыш аппараттары топтамасының конфигурациясын сақтауға арналған басқару алгоритмі. Мәселенің рөлі: негізгі ұйытқышы күштерді</li> </ul>

	<p>ескерген жағдайдағы кейінгі күрделі тапсырмаға арналған негізгі алгоритм.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Негізгі ұйытқушы күштерді ескере отырып, ұйытқымаған тірек орбитасы жағдайында ғарыш аппараттары топтамасының қозғалысының математикалық моделін әзірлеу. Өлшенетін көрсеткіштер: бас ғарыш аппаратының ұйытқымаған тірек орбитадағы орнын, сондай-ақ Жершары потенциалының біртексіздігін және ай-күн ұйытқуларын ескергендегі ғарыш аппараттарының топтамадағы өзара орналасуын айқындау. Мәселенің рөлі: негізгі ұйытқушы күштерді ескере отырып, конфигурацияны сақтауға арналған басқару алгоритмдерін әзірлеуге қажетті ғарыш аппараттары конфигурациясының тұрақтылық шарттарын анықтау.</li> <li>• Негізгі ұйытқушы күштерді ескере отырып, ҒА топтамасының конфигурациясын басқару алгоритмдерін құру. Өлшенетін көрсеткіштер: LQR (сызықтық-квадраттық регулятор) типті әдістер негізінде негізгі ұйытқушы күштерді ескергендегі ғарыш аппараттары топтамасының конфигурациясын сақтауға арналған басқару алгоритмі. Мәселенің рөлі: анықталмағандылықтарды ескере отырып, кейінгі күрделі тапсырмаға арналған негізгі алгоритм.</li> <li>• Негізгі ұйытқушы күштерді ескере отырып, ұйытқыған тірек орбитасы жағдайында ғарыш аппараттары топтамасының қозғалысының математикалық моделін әзірлеу. Өлшенетін көрсеткіштер: бас ғарыш аппаратының ұйытқыған тірек орбитадағы орнын, сондай-ақ Жершары потенциалының біртексіздігін және ай-күн ұйытқуларын ескергендегі ғарыш аппараттарының топтамадағы өзара орналасуын айқындау. Мәселенің рөлі: негізгі анықталмағандылықтарды ескере отырып, қажетті конфигурацияны сақтауға арналған басқару алгоритмдерін әзірлеуге қажетті конфигурацияның тұрақтылық шарттарын анықтау.</li> <li>• Анықталмағандылықтарды ескере отырып, ұйытқыған тірек орбитасы жағдайында топтама конфигурациясын басқару алгоритмдерін құру. Өлшенетін көрсеткіштер: негізгі ұйытқушы күштер мен анықталмағандылықтарды ескере отырып, ғарыш аппараттары топтамасының конфигурациясын сақтауға арналған басқару алгоритмі. Міндеттің рөлі: анықталмағандылықтарды ескере отырып, ғарыш аппараттары топтамасының конфигурациясын сақтауға арналған басқару жүйесін құру.</li> </ul>
<p>Күтілетін және қол жеткізілген нәтижелер</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ғарыш аппараттары топтамасы қозғалысының математикалық моделін құру және ұйытқымаған тірек орбитасы жағдайында конфигурацияның тұрақтылық шарттарын анықтау. Ұйытқымаған тірек орбитасы жағдайында ғарыш аппараттары</li> </ul>

	<p>топтамасының конфигурациясын сақтауға арналған басқару жүйесін құру.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ғарыш аппараттары топтамасы қозғалысының математикалық моделін құру және негізгі ұйытқушы күштерді ескере отырып, ұйытқымаған тірек орбитасы жағдайында конфигурацияның тұрақтылық шарттарын анықтау. Көрсетілген жағдай үшін ғарыш аппараттары топтамасының конфигурациясын сақтауға арналған басқару жүйесін құру.</li> <li>• Ғарыш аппараттары топтамасының ұйытқыған қозғалысының математикалық моделін құру және ұйытқыған тірек орбитасы жағдайында конфигурацияның тұрақтылық шарттарын анықтау. Анықталмағандылықтарды ескере отырып, ұйытқыған тірек орбитасы жағдайында ғарыш аппараттары топтамасының конфигурациясын сақтауға арналған басқару жүйесін құру.</li> </ul>
<p>Зерттеу тобы мүшелерінің аты-жөні, идентификаторлары (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, бар болса) және сәйкес профильдерге сілтемелер</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ракишева Зауре Баяновна к.ф.-м.н., доцент, Индекс Хирша – 2, Researcher ID: N-4332-2014, <a href="https://orcid.org/0000-0003-2745-7775">ORCID: 0000-0003-2745-7775</a>, <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56449239900">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56449239900</a></li> <li>2. Шиничи Накасука, PhD, профессор, Индекс Хирша – 18, <a href="https://orcid.org/0000-0003-4479-1951">ORCID:0000-0003-4479-1951</a></li> <li>3. <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35401647800">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35401647800</a></li> <li>4. Калиева Назгуль Болатовна, PhD, Индекс Хирша – 0, <a href="https://orcid.org/0000-0002-8629-0023">ORCID: 0000-0002-8629-0023</a>, <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191632932">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191632932</a></li> <li>5. Досжан Нұрсұлтан Сағынайұлы, магистр, Индекс Хирша – 1, <a href="https://orcid.org/0000-0001-6178-8389">ORCID:0000-0001-6178-8389</a>, <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191632932">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191632932</a></li> <li>6. Ибраев Гулама-Гарип Алишер Ерикжанович, PhD, Индекс Хирша–3, <a href="https://orcid.org/0000-0001-5000-0023">ORCID:0000-0001-5000-0023</a>, <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190969416">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190969416</a></li> <li>7. Сухенко Анна Сергеевна, PhD, Индекс Хирша–3, <a href="https://orcid.org/0000-0003-1919-3132">ORCID: 0000-0003-1919-3132</a>, <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56513904100">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56513904100</a></li> </ol>
<p>Жарияланымдар тізімі (URL, DOI көрсетілген)</p>	<p>2021 ж. жоба аясында жарық көрген жарияланымдар тізімі:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ракишева З.Б., Досжан Н.С., Ибраев Г.Е. Вывод уравнений движения группировки КА. Сборник докладов Второго Международного Джолдасбековского Симпозиума «МЕХАНИКА БУДУЩЕГО» 1-5 марта 2021 года, Алматы. ISBN 978-601-08-0953-6, стр. 295-302.</li> <li>2. Ракишева З.Б., Сахаева А.К. Исследование явления апвеллинга в каспийском море по спутниковым данным 2018г. Сборник докладов Второго Международного Джолдасбековского Симпозиума «МЕХАНИКА БУДУЩЕГО» 1-5 марта 2021 года, Алматы. ISBN 978-601-08-0953-6, стр. 293-294.</li> <li>3. Калыбекова А.А., Сухенко А.С. Мониторинг водопотребления вдоль Арысь-Туркестанского магистрального канала путем применения данных с БПЛА и со спутника. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ЭЛЕМИ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2021 года, ISBN 978-601-04-5309-8, стр.88.</li> </ol>

4. Манажанов Е. Е., Ракишева З.Б. Исследование влияния внешних возмущений на движение группировки космических аппаратов на геостационарной орбите. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ЭЛЕМИ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2021 года, ISBN 978-601-04-5309-8, стр.90.

5. Имангазина А. А., Ракишева З.Б. Исследование движения группировки космических аппаратов в случае невозмущенной опорной орбиты с учетом фигуры земли. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ЭЛЕМИ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2021 года, ISBN 978-601-04-5309-8, стр.91.

2022 ж. жоба аясында жарық көрген жарияланымдар тізімі:

1. Абдрашев А.Р., Ракишева З.Б. Исследование относительного движения космических аппаратов в группировке. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ЭЛЕМИ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2022 года, ISBN 978-601-04-5985-4, стр. 83.

2. Имангазина А.А., Ракишева З.Б. Исследование движения группировки космических аппаратов в случае невозмущенной опорной орбиты с учетом фигуры земли. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ЭЛЕМИ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2022 года, ISBN 978-601-04-5985-4, стр. 84.

3. Манажанов Е.Е., Ракишева З.Б. Исследование влияния внешних возмущений на движение группировки космических аппаратов на геостационарной орбите. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ЭЛЕМИ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2022 года, ISBN 978-601-04-5985-4, стр. 86.

4. Xu P., Rakisheva Z.B. Orbital planning methods for spacecraft in orbit. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ЭЛЕМИ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2022 года, ISBN 978-601-04-5985-4, стр. 92.

5. Zaire Rakisheva, Anna Sukhenko, Nazgul Kaliyeva, Nursultan Doszhan, Gulama-Garip Alisher Ibrayev. Some Algorithms for Controlling the Motion of Satellites in a Formation. Доклад в 11-ом наноспутниковом симпозиуме. г. Стамбул, Турция. 17-21 октября 2022 года.

2023 ж. жоба аясында жарық көрген жарияланымдар тізімі:

1. Z.Rakisheva, A. Sukhenko, N. Doszhan, G.-G.A. Ibrayev, N. Kaliyeva, Sh. Nakasuka, and Y. Shabdan. Evaluation of Applicability of Some Algorithms for Controlling the Motion of Satellites in a Formation // Engineered Science. DOI:10.30919/es1025 (Published Online). 2023 (**Scopus, Percentile 98**)

	<p>2. P.Xu, N. B. Kalieva, Z.B. Rakisheva. Development of a program for the prediction of placement of spacecraft based on TLE data. International Journal of Mathematics and Physics 14, №1(2023).<a href="https://doi.org/10.26577/ijmph.2023.v14.i1.02">https://doi.org/10.26577/ijmph.2023.v14.i1.02</a> (<b>Scopus, SJR 0.11, CiteScore 0.2</b>)</p> <p>3. З.Б. Ракишева, Н.Б. Калиева, Н.С. Досжан. Проектирование системы управления движением группировки спутников для дистанционного зондирования Земли - Алматы: Қазақ университеті, 2023. - 68с. ISBN 978-601-04-6497-1. (<b>Монография</b>)</p> <p>4. Калиева Н.Б., Ракишева З.Б., Сюй П. Программа для определения и прогнозирования положения спутников на основе данных TLE. Свидетельство № 39898 от «26» октября 2023 г. (<b>Авторское свидетельство</b>)</p> <p>5. Ерғазы Ж.Н., Калиева Н.Б., Ғарыш топтамасының қозғалысын зерттеу. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ӘЛЕМІ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2023 года, ISBN 978-601-04-6252-6, стр. 85.</p> <p>6. Жеңіс Б.Т., Ибраев Г-Г А.Е. Кіші кластерлі ғарыш аппараттар топтамасының конфигурациясын сақтауға арналған басқару жүйесін жобалау. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ӘЛЕМІ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2023 года, ISBN 978-601-04-6252-6, стр. 86.</p> <p>7. Мұқатай С., Ракишева З.Б., Жердің төменгі орбиталарындағы массаларының әртүрлі ғарыштық аппаратқа әсер ететін сыртқы күштер. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ӘЛЕМІ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2023 года, ISBN 978-601-04-6252-6, стр. 88.</p> <p>8. Елен С.С., Ибраев Г-Г А.Е. Антеннді-оптикалық модулі интеграцияланған ғарыш аппаратының бағдарын басқару жүйесін жасау. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ӘЛЕМІ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2023 года, ISBN 978-601-04-6252-6, стр. 90.</p> <p>9. Сайлаубеков А.Т., Досжан Н.С., Шағын ғарыш аппараттарының қозғалтқыш құрылғыларын зерттеу. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ӘЛЕМІ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2023 года, ISBN 978-601-04-6252-6, стр. 92.</p> <p>10. Xu P., Rakisheva Z. Optimizing spacecraft placement on orbit: a methodological approach. Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ӘЛЕМІ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2023 года, ISBN 978-601-04-6252-6, стр. 100.</p>
Патент туралы ақпарат	-