

Краткая информация о проекте

Наименование	AP09260469 «Разработка системы управления для сохранения конфигурации группировки космических аппаратов с учетом неопределенностей» (0121PK00371)
Актуальность	<p>В настоящее время в задачах исследования космического пространства все большее количество исследователей предпочитает рассматривать вместо одиночных спутников группировки космических аппаратов. Это обусловлено тем, что в группировках, как правило, задействованы малые аппараты, на разработку которых уходит меньше времени и средств. Кроме того, с помощью группировок можно решать целый класс новых задач, невозможных для решения одним спутником. К примеру, одновременное измерение каких-либо показателей в различных пространственных точках, что важно при изучении магнитных или гравитационных полей, ионосферы, атмосферы и т.д. Интересны возможности группировок космических аппаратов для задач астрономических наблюдений, стереографической съемки поверхности Земли, дистанционного зондирования Земли в режиме реального времени. Вместе с новыми возможностями для исследователей возникают и новые задачи. Одной из ключевых задач при выполнении миссии группировкой является построение системы управления для сохранения или перестройки конфигурации космических аппаратов. В зависимости от миссии подбираются различные конфигурации, и в каждом случае система управления разрабатывается под поставленные задачи.</p> <p>Поэтому разработка системы управления группировкой тетраэдральной конфигурации в случаях невозмущенной и возмущенной опорных орбит главного космического аппарата с учетом фигуры Земли, возмущений от гравитационных полей Луны и Солнца и неопределенностей является актуальной научно-технической задачей, имеющей большое прикладное значение.</p>
Цель	Создание системы управления, способной сохранять требуемую конфигурацию группировки космических аппаратов для целей выполняемой миссии, с учетом неопределенностей, обусловленных внешними воздействиями
Задачи	<ul style="list-style-type: none">• Разработка математической модели движения группировки КА в случае невозмущенной опорной орбиты. Измеримые показатели: определение положения главного космического аппарата на невозмущенной опорной орбите, а также взаимного расположения космических аппаратов в группировке в любой момент времени. Роль задачи: определение условий устойчивости конфигурации для последующей разработки алгоритмов управления для сохранения требуемой конфигурации.• Построение алгоритмов управления конфигурацией группировки в случае невозмущенной опорной орбиты. Измеримые показатели: алгоритм управления для сохранения конфигурации группировки космических аппаратов в случае

	<p>невозмущенной опорной орбиты на основе методов с обратной связью. Роль задачи: базовый алгоритм для последующей более сложной задачи с учетом основных возмущающих сил.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Разработка математической модели движения группировки КА в случае невозмущенной опорной орбиты с учетом основных возмущающих сил. Измеримые показатели: определение положения главного космического аппарата на невозмущенной опорной орбите, а также взаимного расположения космических аппаратов в группировке с учетом неоднородности потенциала Земли и лунно-солнечных возмущений. Роль задачи: определение условий устойчивости конфигурации спутников для последующей разработки алгоритмов управления сохранением конфигурации с учетом основных возмущающих сил. • Построение алгоритмов управления конфигурацией группировки КА с учетом основных возмущающих сил. Измеримые показатели: алгоритм управления для сохранения конфигурации группировки космических аппаратов при учете основных возмущающих сил на основе методов типа LQR (линейно-квадратичный регулятор). Роль задачи: базовый алгоритм для последующей более сложной задачи с учетом неопределенностей. • Разработка математической модели движения группировки КА в случае возмущенной опорной орбиты с учетом основных возмущающих сил. Измеримые показатели: определение положения главного космического аппарата на возмущенной опорной орбите, а также взаимного расположения космических аппаратов в группировке с учетом неоднородности потенциала Земли и лунно-солнечных возмущений. Роль задачи: определение условий устойчивости конфигурации космических аппаратов для последующей разработки алгоритмов управления сохранением конфигурации с учетом неопределенностей. • Построение алгоритмов управления конфигурацией группировки в случае возмущенной опорной орбиты с учетом неопределенностей. Измеримые показатели: алгоритм управления для сохранения конфигурации группировки космических аппаратов с учетом основных возмущающих сил и неопределенностей. Роль задачи: создание системы управления для сохранения конфигурации группировки космических аппаратов с учетом неопределенностей.
<p>Ожидаемые и достигнутые результаты</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Создание математической модели движения группировки космических аппаратов и определение условий устойчивости конфигурации в случае невозмущенной опорной орбиты. Построение системы управления для сохранения конфигурации группировки космических аппаратов в случае невозмущенной опорной орбиты. • Создание математической модели движения группировки космических аппаратов и определение условий устойчивости конфигурации в случае невозмущенной опорной орбиты с учетом основных возмущающих сил. Построение системы

	<p>управления для сохранения конфигурации группировки космических аппаратов в данном случае.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Создание математической модели возмущенного движения группировки космических аппаратов и определение условий устойчивости конфигурации в случае возмущенной опорной орбиты. Построение системы управления для сохранения конфигурации группировки космических аппаратов в случае возмущенной опорной орбиты с учетом неопределенностей.
<p>Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Ракишева Зауре Баяновна к.ф.-м.н., доцент, Индекс Хирша – 2, Researcher ID: N-4332-2014, ORCID: 0000-0003-2745-7775, https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56449239900 2.Шиничи Накасука, PhD, профессор, Индекс Хирша – 18, ORCID:0000-0003-4479-1951 3.https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35401647800 4.Калиева Назгуль Болатовна, PhD, Индекс Хирша – 0, ORCID: 0000-0002-8629-0023 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191632932 5.Досжан Нұрсұлтан Сағынайұлы, магистр, Индекс Хирша – 1, ORCID:0000-0001-6178-8389 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191632932 6.Ибраев Гулама-Гарип Алишер Ерикжанович, PhD, Индекс Хирша–3,ORCID:0000-0001-5000-0023 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190969416 7.Сухенко Анна Сергеевна, PhD, Индекс Хирша–3, ORCID: 0000-0003-1919-3132 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56513904100
<p>Список публикаций со ссылками на них</p>	<p>Список опубликованных работ по проекту 2021 г.</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. 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. 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 ЭЛЕМІ» Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2021 года, ISBN 978-601-04-5309-8, стр.88. 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 ЭЛЕМІ» 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.

Список опубликованных работ по проекту 2022 г.

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.

Список опубликованных работ по проекту 2023 г.

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**)

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).<https://doi.org/10.26577/ijmph.2023.v14.i1.02> (**Scopus, SJR 0.11, CiteScore 0.2**)

3. З.Б. Ракишева, Н.Б. Калиева, Н.С. Досжан. Проектирование системы управления движением группировки спутников для дистанционного зондирования Земли - Алматы: Казак

	<p>университеті, 2023. - 68с. ISBN 978-601-04-6497-1. (Монография)</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. (Авторское свидетельство)</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. Муқатай 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>
Информация о патентах	-