

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова



**СОВРЕМЕННЫЕ МЕХАТРОННЫЕ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ
РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПЛАНЕТ
СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ**

**Матвеев Станислав Алексеевич, Коротков Евгений Борисович, Яковенко
Николай Григорьевич, Слободзян Никита Сергеевич, Широбоков Олег
Вячеславович, Михайлов Константин Николаевич**

Докладчик: Широбоков Олег Вячеславович



Проблематика и актуальность новых образцов МиРТУ для аппаратов ДЗЗ

Мехатронные и робототехнические устройства (МиРТУ) являются неотъемлемой частью служебных и вспомогательных систем космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и планет Солнечной системы. Они обеспечивают функционирование целевой аппаратуры.

Задачи дистанционного зондирования усложняются, с ними совершенствуется целевая аппаратура, методы обработки и объем данных.

Вместе с совершенствованием целевой аппаратуры возникают повышенные требования и к самому космическому аппарату, а именно:

- Повышение надежности
- Уменьшение массы и энергопотребления платформы аппарата
- Повышение тепловой энергии системы терморегулирования
- Обеспечение вибро- и термоизоляции, высокой точности позиционирования и стабилизации целевой аппаратуры

Перечисленные выше требования сильно зависят и от мехатронных, робототехнических устройств



Требования к современным мехатронным и робототехническим устройствам

В итоге к мехатронным и робототехническим устройствам регулярно предъявляются следующие требования:

1. Повышение надежности и ресурса подсистем КА и КА в целом;
2. Высокая точность позиционирования, стабилизации, виброизоляция целевой аппаратуры;
3. Эффективное распределение тепловой энергии в высоконагруженных системах терморегулирования;
4. Уменьшение массы и габаритов, общую миниатюризацию;
5. Снижение энергопотребления;
6. Расширение функционала, в том числе обеспечение сервисных функций сложной целевой аппаратуры.



Опыт БГТУ «ВОЕНМЕХ» в сфере разработки МиРТУ

В результате выполнения университетом ряда разработок был накоплен широкий опыт. Указанный опыт позволил выявить и решить сложные задачи, определить перспективные направления работ.

К ключевым и совершенным результатам разработки мехатронных и робототехнических устройств БГТУ «ВОЕНМЕХ» следует отнести:

системы наведения, позиционирования с параллельной структурой;

электронасосный агрегат;

универсальные мехатронные модули и приводы;

универсальный робот-манипулятор.



Системы наведения, позиционирования и стабилизации бортовой аппаратуры КА

Электромеханические системы высокой грузоподъемности с широкой рабочей зоной



- › Области применения: наведение, стабилизация и ориентация крупногабаритных конструкций, контррефлекторов, оптической аппаратуры
- › Степеней свободы: 6
- › Перемещение по X Y / Z : не менее 200 / 50 мм
- › Перемещение вокруг X Y Z : не менее 7 °
- › Погрешность наведения: до ± 10 мкм по линейным координатам, до $\pm 30''$ по угловым координатам
- › Специальные алгоритмы управления позволяют обеспечить заявленную точность при работе в широком диапазоне температур в условиях космического пространства и в течение длительного времени
- › Комплектующие электромеханические узлы, микромодульная система измерения и управления собственной разработки на базе преимущественно отечественных комплектующих



*Задел: НИОКТР «Разработка типоразмерного ряда прецизионных мехатронных устройств стабилизации, позиционирования и наведения бортовой аппаратуры космической и авиационной техники»
(Договор на выполнение НИОКТР № 218/4973 от 29.07.2015)*



Системы терморегулирования для средних и тяжелых платформ КА

Электронасосные агрегаты нового поколения с высокими показателями надежности и ресурса

Области применения

Активные системы терморегулирования космических аппаратов;
Различные гидравлические системы авиационной, транспортной и наземной техники

Основные параметры

Перепад давления – до 2 атм, расход – до 180 см³/с;
Энергопотребление – не более 150 Вт;
Ресурс – до 160 000 часов;
Виброактивность – не более 10⁻³ g.

Дополнительные функции

Бортовой мониторинг, диагностика и прогнозирование технического состояния с применением искусственного интеллекта.
Современные отказоустойчивые режимы управления электродвигателем, в том числе бездатчиковые.
Программные алгоритмы виброгашения.

Комплектующие

на базе отечественных комплектующих

Задел: НИОКТР «Разработка типоразмерного ряда высокоресурсных элементов систем исполнительной автоматики различной энергопроизводительности для транспортной и авиационно-космической техники» (Договор на выполнение НИОКТР № б/н от 20.09.2019)



Универсальные мехатронные модули

Универсальные мехатронные модули (УММ) предназначены для обеспечения работы исполнительных систем трансформируемых конструкций объектов авиационно-космической техники. Модули разделены по назначению:

- Исполнительные прецизионные универсальные мехатронные модули
- Исполнительные скоростные универсальные мехатронные модули
- Электронные универсальные мехатронные модули

Функции:

- ✓ Позиционирование выходного звена с высокой скоростью и точностью
- ✓ Обеспечение плавной и надежной фиксации кинематики модуля
- ✓ Обеспечение теплового режима интегрированной электронной аппаратуры

Особенности:

- ✓ Высокая нагрузочная способность
- ✓ Высокая жесткость конструкции
- ✓ Сохранение позиции в обесточенном состоянии
- ✓ Малые габариты и масса
- ✓ Интеллектуальное управление



Наименование требования эксплуатации	УММ
Диапазон температур, °С	-60 ... +80
Пониженное давление, Па	$1,33 \cdot 10^{-6}$
Стойкость к вибрации	Старт, расчеховка, эксплуатация
Радиационная стойкость, крад	100
Долговечность, часов	160 000
Сохраняемость, год	21

Задел: НИОКР «Создание высокотехнологичного импортозамещающего производства универсальных многофункциональных мехатронных модулей, предназначенных для обеспечения работы исполнительных систем трансформируемых конструкций объектов авиационно-космической техники, обеспечивающей освоение и использование Мирового океана, Арктики и Антарктики (Соглашение № № 075-11-2021-057 от 28.06.2021)



Универсальные приводы вращательного и линейного перемещения, универсальные модули управления



Привод вращательного движения

Компактный универсальный модуль вращательного движения с интегрированными электронными системами.

Характеристика	9100	9200	9300
Номинальный момент	62 Нм	125 Нм	280 Нм
Масса	1,8 кг	2,5 кг	3,4 кг

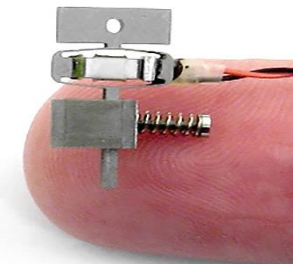
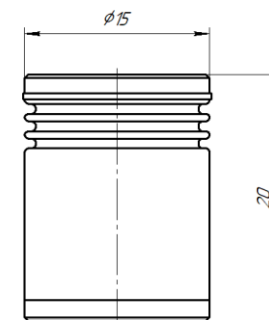
Приводы линейного перемещения

Компактный универсальный привод линейного перемещения оснащенный электронными системами

Характеристика	ЛП-150	ЛП-100
Рабочий ход	150 мм	100 мм
Усилие	2 кН	0,4 кН
Масса	1,46 кг	1,58 кг

Прецизионные системы микроперемещений

- › Области применения: наведение и ориентация миниатюрных объектов (видеоматрицы, элементы лазерных систем и т.п.) на основе пьезоэлектрических приводов
- › Степеней свободы: 2-3
- › Перемещение: не менее 10 мм
- › Углы наклона: не менее 25 °
- › Масса (без блока управления): 0,025 кг
- › Устройство сохраняет положение платформы выходного звена при снятии электропитания

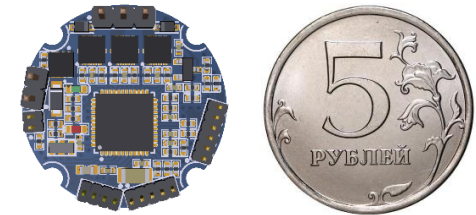
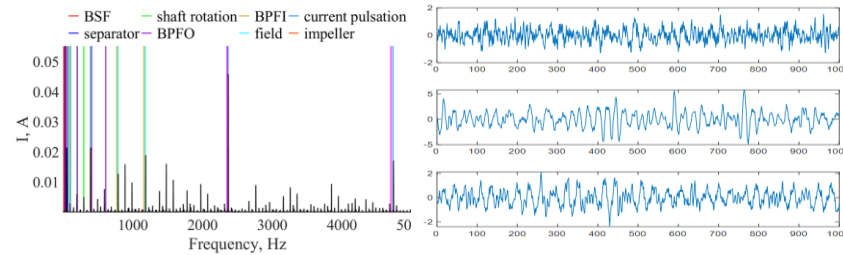
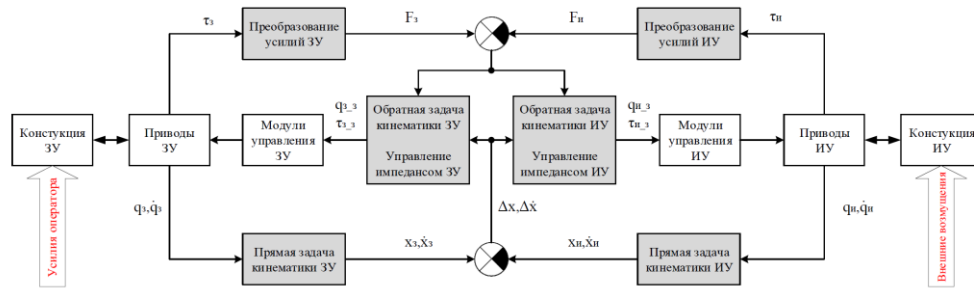
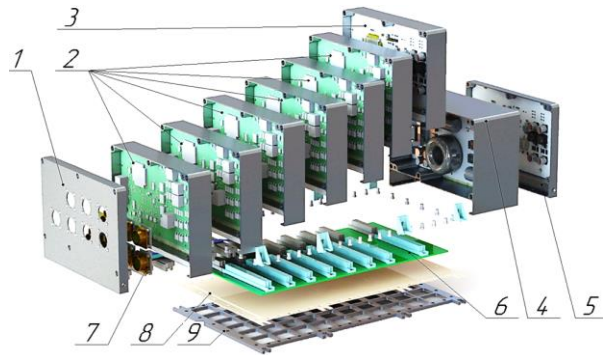


Задел: НИОКР «Создание высокотехнологичного импортозамещающего производства универсальных многофункциональных мехатронных модулей, предназначенных для обеспечения работы исполнительных систем трансформируемых конструкций объектов авиационно-космической техники, обеспечивающей освоение и использование Мирового океана, Арктики и Антарктики (Соглашение № № 075-11-2021-057 от 28.06.2021)



Бортовые системы управления с искусственным интеллектом

БГТУ «ВОЕНМЕХ» разрабатываются современные бортовые электронные системы, предназначенные для управления исполнительными, мехатронными и робототехническими устройствами, в том числе на отечественной компонентной базе и с применением технологий искусственного интеллекта (ИИ).



Микроминиатюрные встраиваемые электронные модули

Системы управления на отечественной компонентной базе

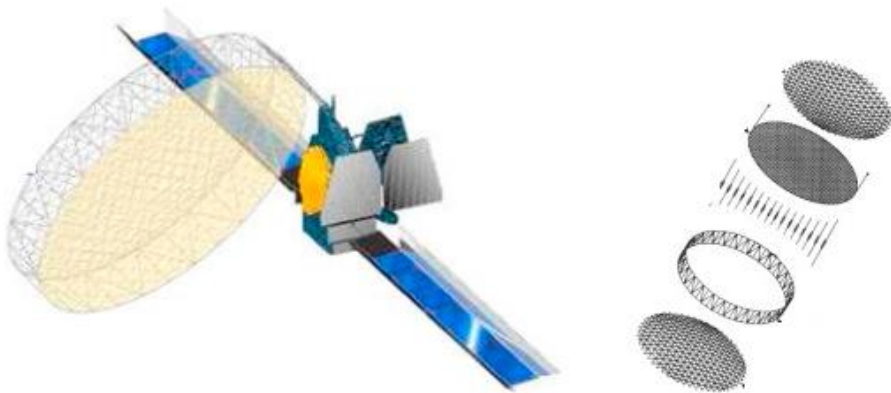
Системы управления на базе технологий ИИ (прогнозирование ресурса и отказов исполнительных систем, поддержка принятия решений, нейросетевые алгоритмы управления и т.п.)



Системы управления и исполнительные органы трансформируемых конструкций

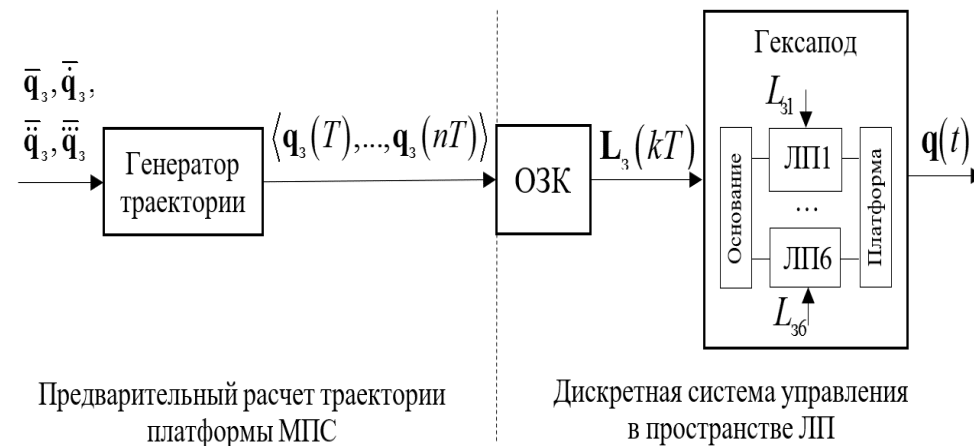
Системы управления специального назначения:

- расширенный диапазон температур,
- стойкая компонентная база,
- отечественные комплектующие,
- высокий ресурс и надежность,
- резервированные методы управления,
- алгоритмы прецизионного управления,



Специальные методы и алгоритмы управления:

- Разработаны специализированные системы управления, алгоритмы и программное обеспечение, обеспечивающее прецизионное управление механизмами параллельной и последовательной структуры, приводами и системами приводов.
- С применением указанных алгоритмов и ПО существенно повышается статическая и динамическая точность мехатронных и робототехнических систем, минимизируются возмущения полезной нагрузки и целевой платформы (КА).



Робототехнические комплексы для сборки и обслуживания КА

Универсальный робот-манипулятор и устройства на его основе

Особенности изготовления

Модульность конструкции, уникальные алгоритмы управления обеспечивают широкую вариативность, создания систем различного назначения и исполнения

Погрешность наведения

до 50 мкм

Комплектующие

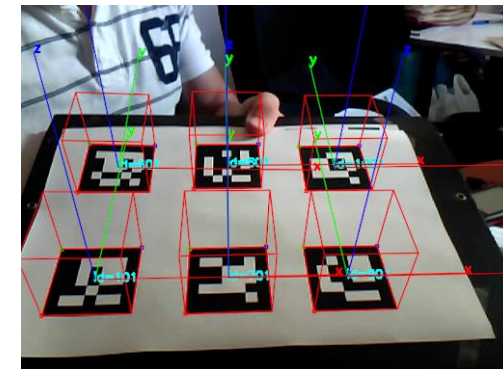
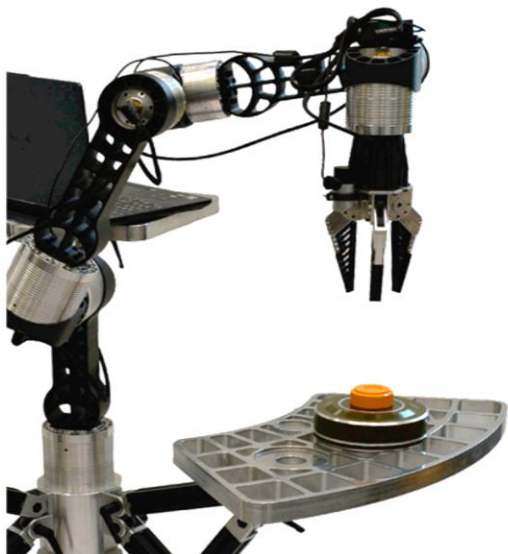
электромеханические узлы, микромодульная система измерения и управления собственной разработки на базе преимущественно отечественных комплектующих

Области применения

развертывание крупногабаритных трансформируемых конструкций; техническое обслуживание, сборка, ремонт, модернизация подсистем КА

Особенности

модульная конструкция, высокая удельная мощность, система технического зрения, тактильное ощущение схвата, возможность коллаборативного исполнения, автономные и телеуправляемые системы управления.



Встроенная система технического зрения





Спасибо за ВНИМАНИЕ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский
государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»



Email

sciencebstu@bstu.spb.su



Телефон

+7 (812) 316 43 16



Website

<https://www.voenmeh.ru>



Адрес

190005, Санкт-Петербург, ул. 1-я
Красноармейская, д. 1

