



**САМАРСКИЙ** УНИВЕРСИТЕТ  
SAMARA UNIVERSITY

*Разработка алгоритма оценки угловой скорости вращения малого космического аппарата "Аист" по данным о токе с панелей солнечных батарей.*

Ивашова Т.А.  
Научный руководитель:  
д.т.н., доц. Седельников А.В.

Самара, 2019г.



## Задачи, поставленные в данной работе:

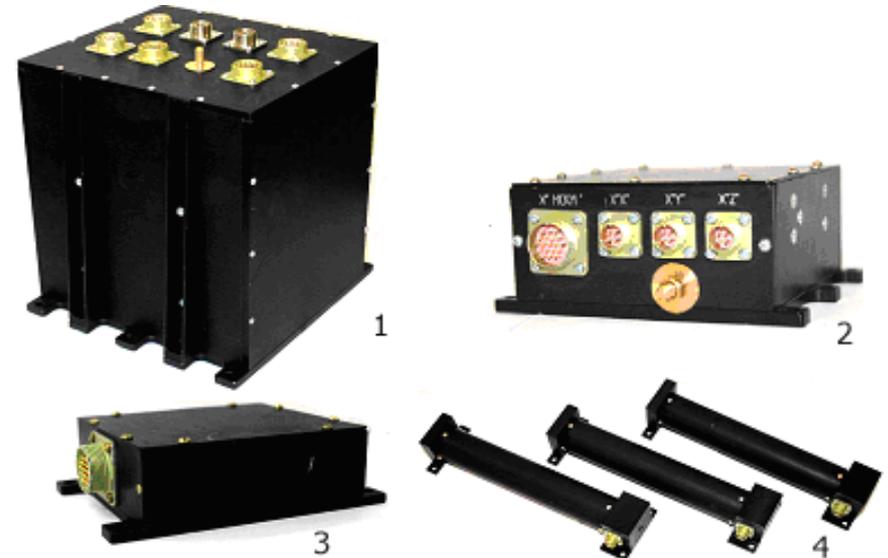
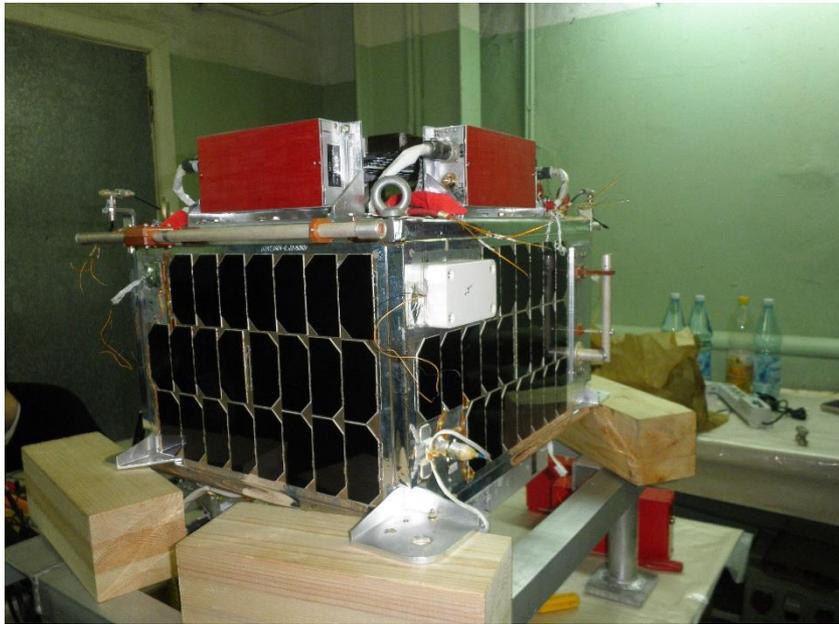
1. Оценка параметров вращательного движения опытного образца малого космического аппарата (далее МКА) «Аист» с использованием данных о токе с панелей солнечных батарей;
2. Спектральный анализ сигнала;
3. Восстановление непрерывного сигнала по его дискретным отсчетам с помощью ряда Котельникова;
4. Вывод об изменении параметров вращательного движения опытного образца МКА «Аист» за время его орбитального полета.
5. Разработка алгоритма оценки угловой скорости вращения малого космического аппарата "Аист" по данным о токе с панелей солнечных батарей.



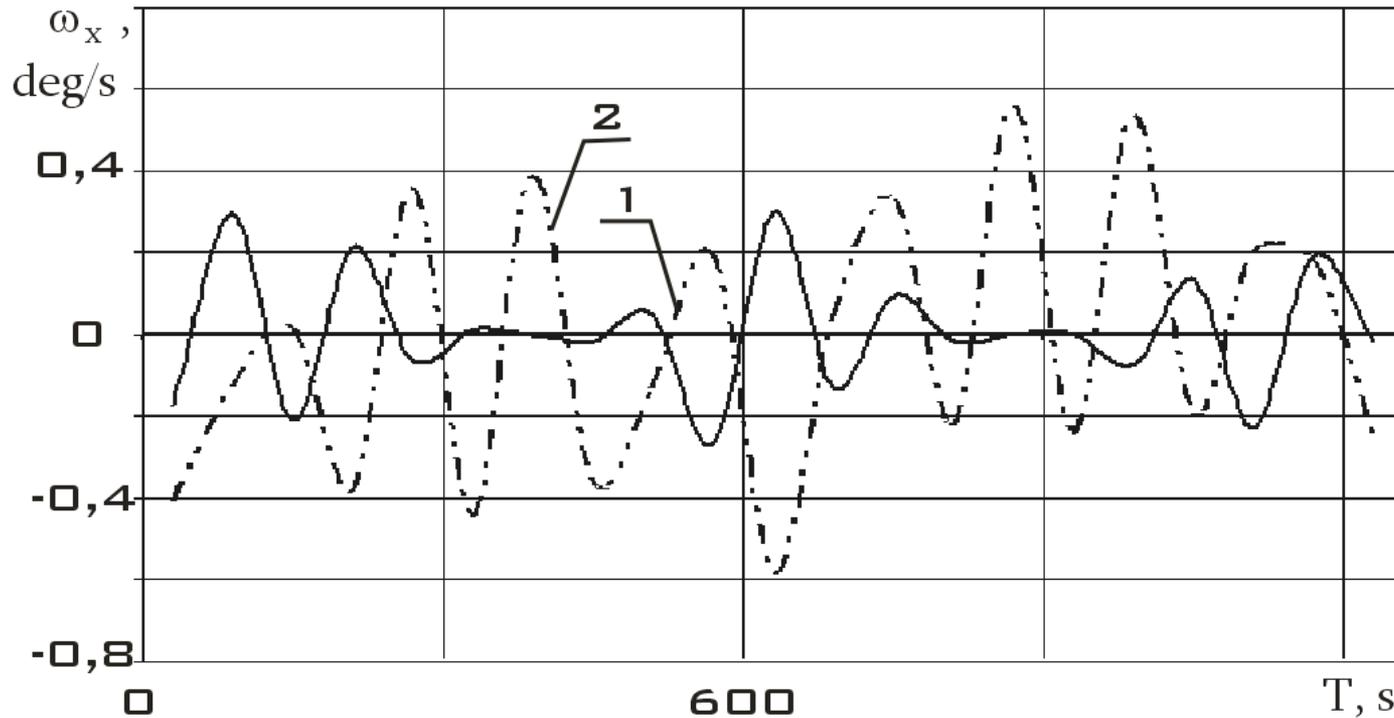
- Для обеспечения эффективности решения задач, стоящих перед малым космическим аппаратом, необходимо контролировать угловую скорость его вращения;
- Использование данных о токе является актуальным при отказе штатных средств измерения с целью попытки управления вращательным движением МКА при его частичной работоспособности;
- Данные о токе могут служить не первичной информацией для эффективного функционирования системы ориентации и управления орбитальным движением, а исходным материалом для оценки параметров вращательного движения МКА.

А.В. Седельников, Ю.Я. Пузин, А.С. Филиппов \ Оценка эффективности программно-аппаратного средства обеспечения и контроля угловой скорости вращения малого космического аппарата

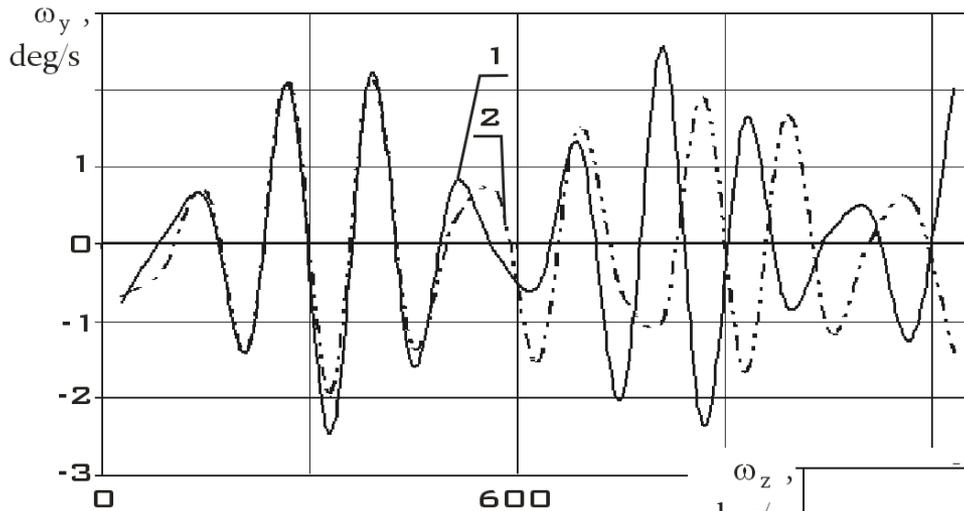




*Рисунок 1 - Внешний вид опытного образца малого космического аппарата «Аист» (а) и научная аппаратура МАГКОМ (б): 1 – блок электроники; 2 – блок управления электромагнитами; 3 – магнитометр; 4 – электромагниты*



A)



Б)

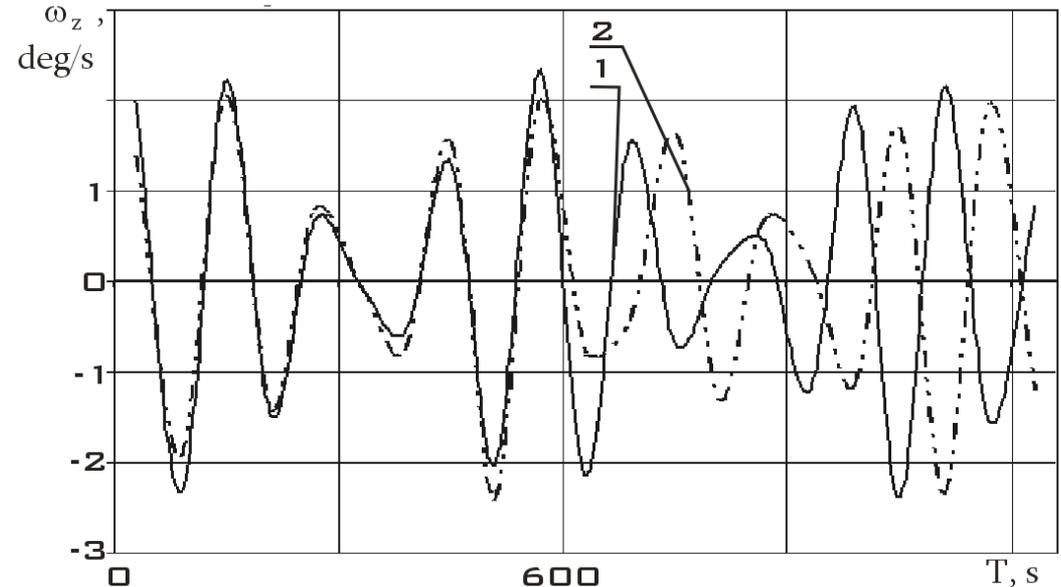
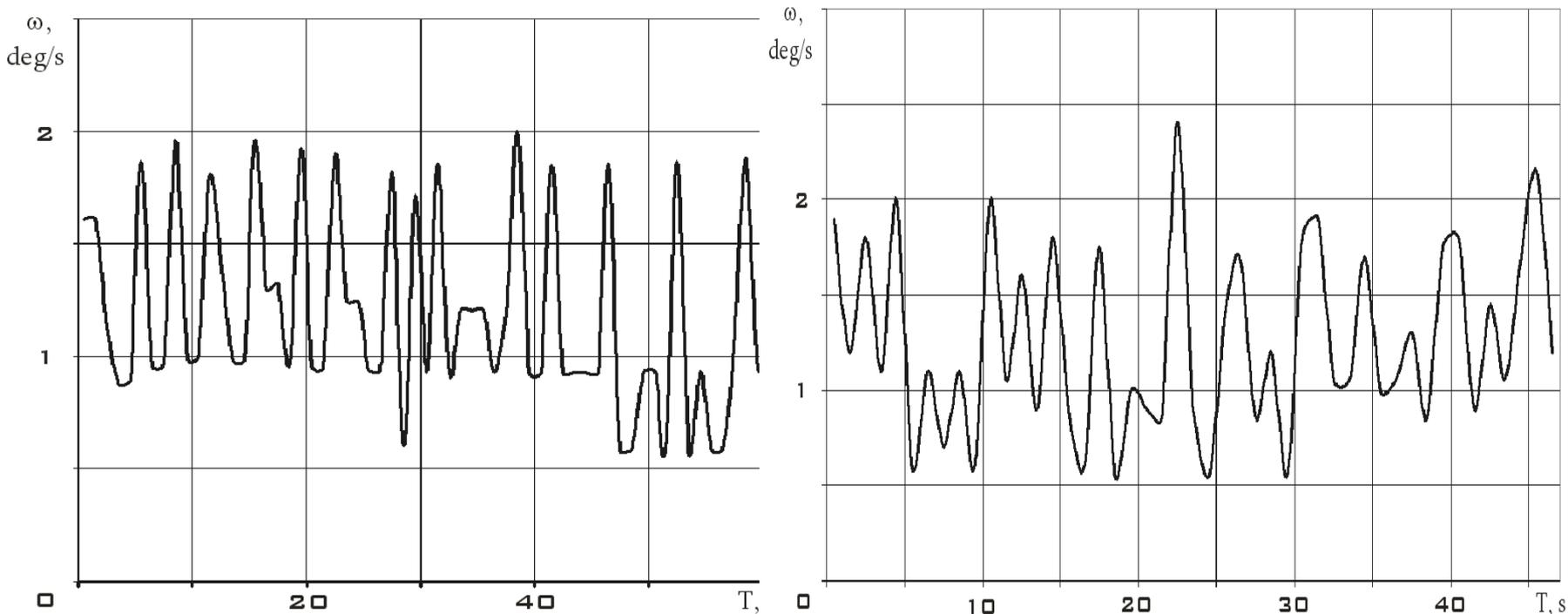


Рисунок 2 - Оценки  
компонентов угловой  
скорости вращения ОО МКА  
«Аист» по данным о токе с  
панелей солнечных батарей  
(1) и датчиков  
магнитометра (2)

Т.А. Ивашова, А.В. Седелников, Е.С. Хнырева \ Тест проверки корректности работы  
магнитометров на лётном образце малого космического аппарата «Аист»

Б)

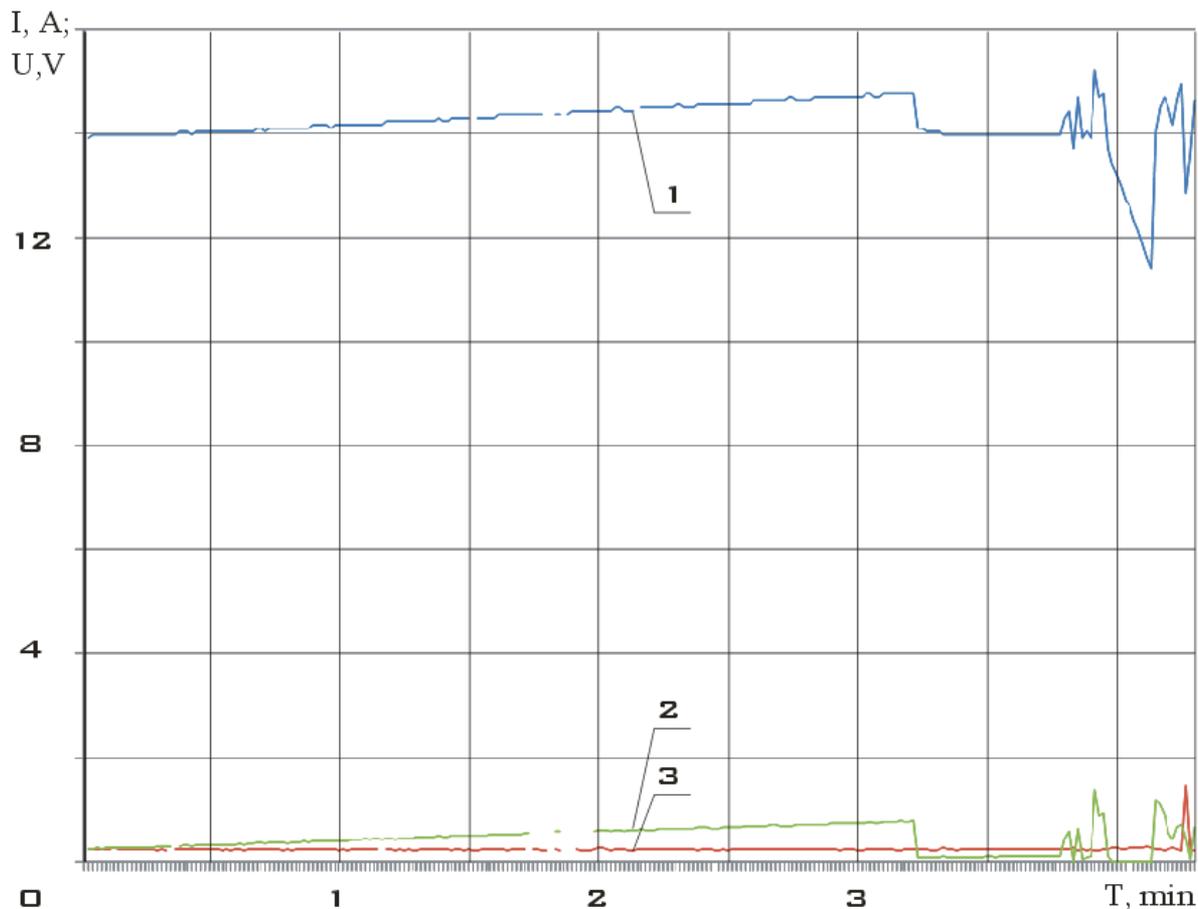


*Рисунок 3 - Оценки модуля угловой скорости вращения ОО МКА «Аист» по данным о токе с панелей солнечных батарей 01.06.2018 и 04.08.2018*

T.A. Ivashova, A.V. Sedelnikov, A.S. Pilippov\ Measurements Analysis of the Earth's Magnetic Field Data Obtained from the Flight Model of AIST Small Spacecraft



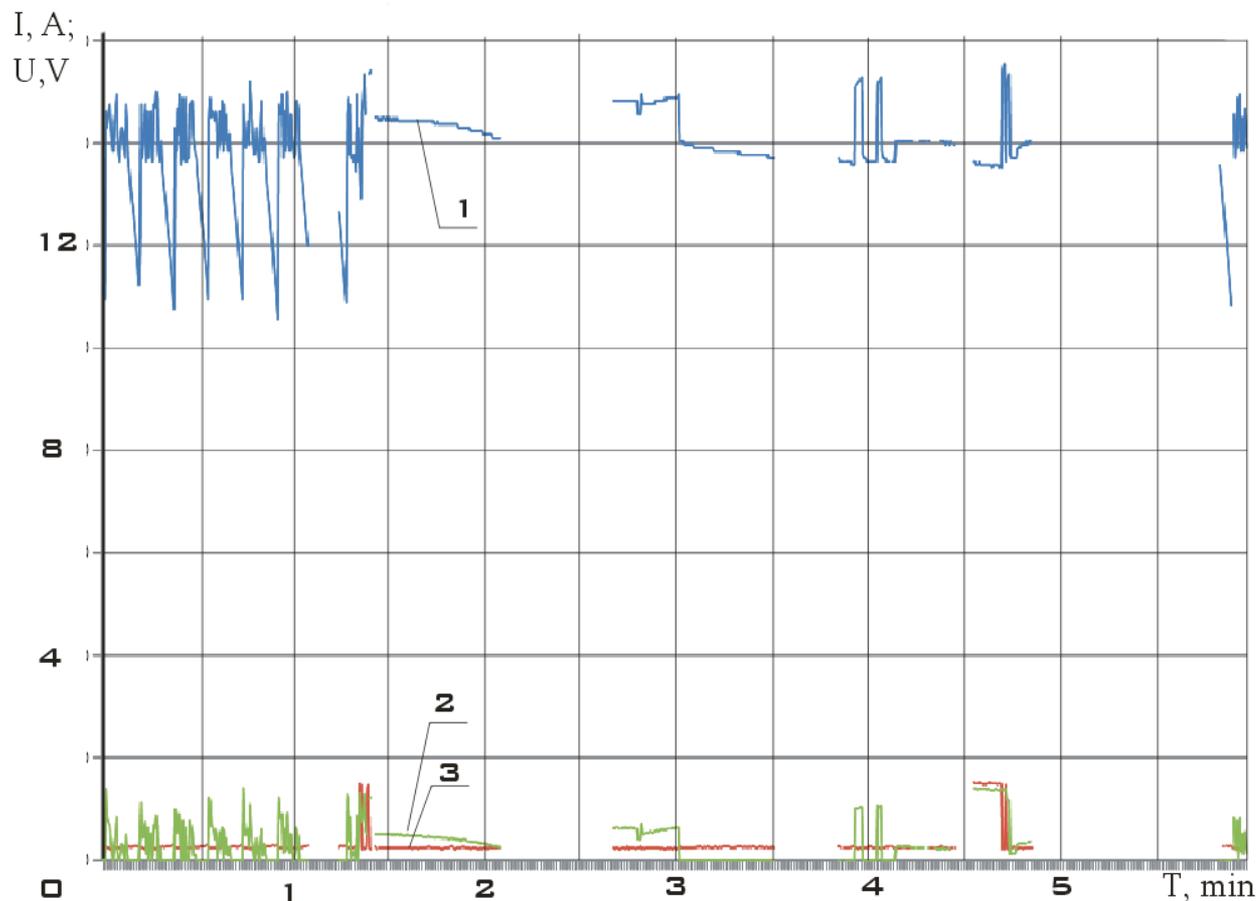
## Данные о работе системы опытного образца МКА «Аист»



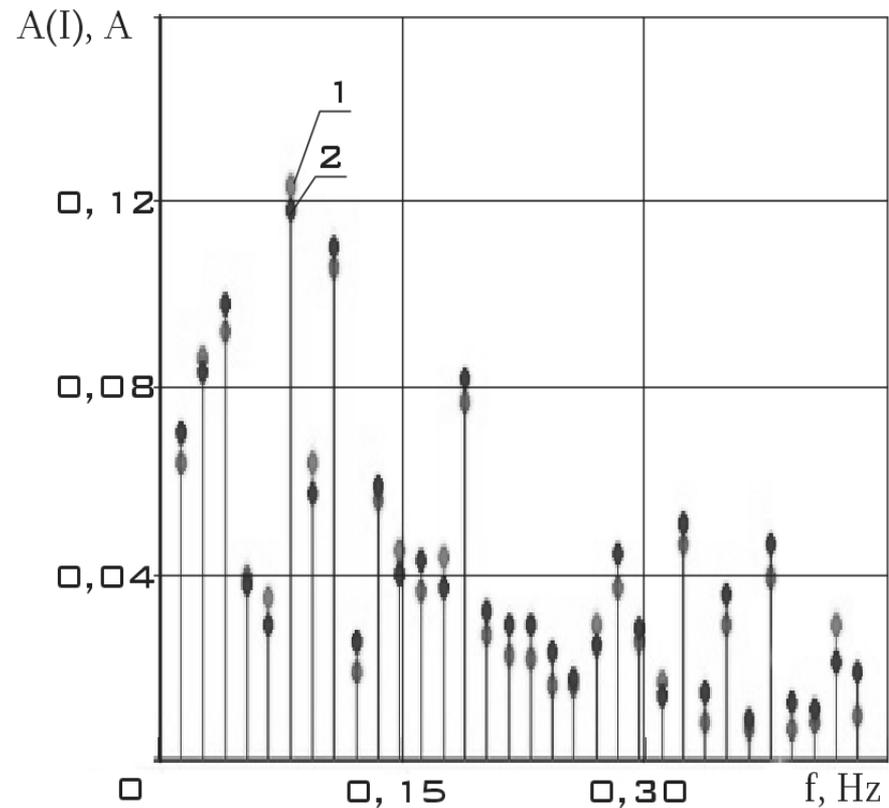
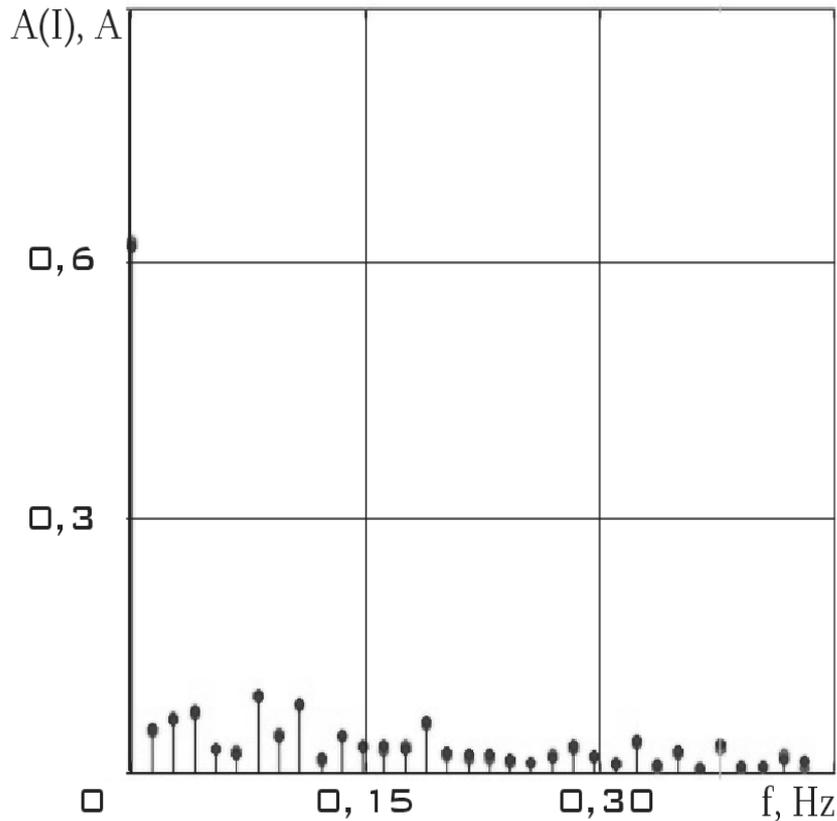
*Рисунок 4 - Данные о работе системы электропитания опытного образца малого космического аппарата «Аист» для 01.06.2018: 1 – разность потенциалов бортовой сети; 2 – ток зарядки с панелей солнечных батарей; 3 – ток потребления бортовой аппаратуры*



## Данные о работе системы опытного образца МКА «Аист»



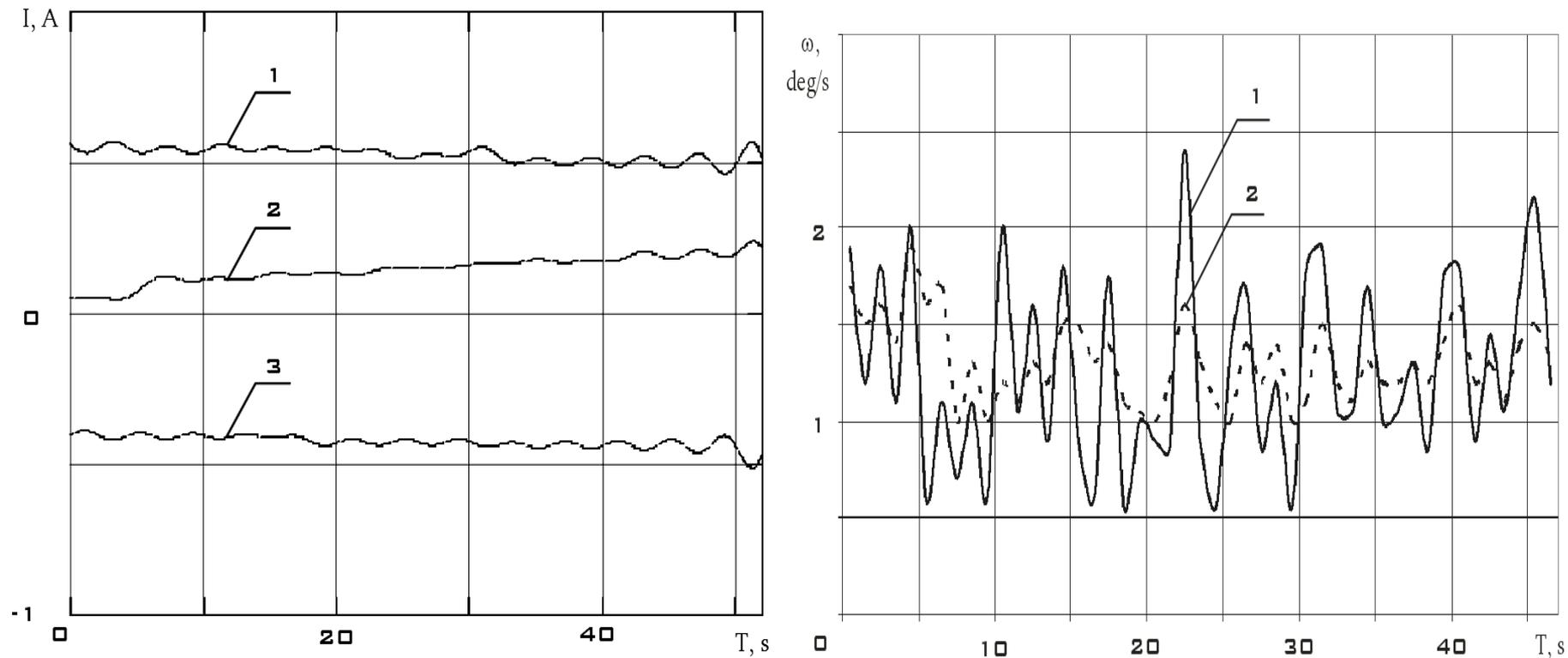
*Рисунок 5 - Данные о работе системы электропитания опытного образца малого космического аппарата «Аист» для 04.08.2018: 1 – разность потенциалов бортовой сети; 2 – ток зарядки с панелей солнечных батарей; 3 – ток потребления бортовой аппаратуры*



*Рисунок б - Амплитудные частотные характеристики исходного дискретного сигнала (1, более светлые точки) и восстановленного рядом Котельникова непрерывного сигнала (2, более тёмные точки) для тока  $i_x$  с панелей солнечных батарей 04.08.2018:*

*а) с нулевой частотой; б) увеличенный фрагмент без нулевой частоты*



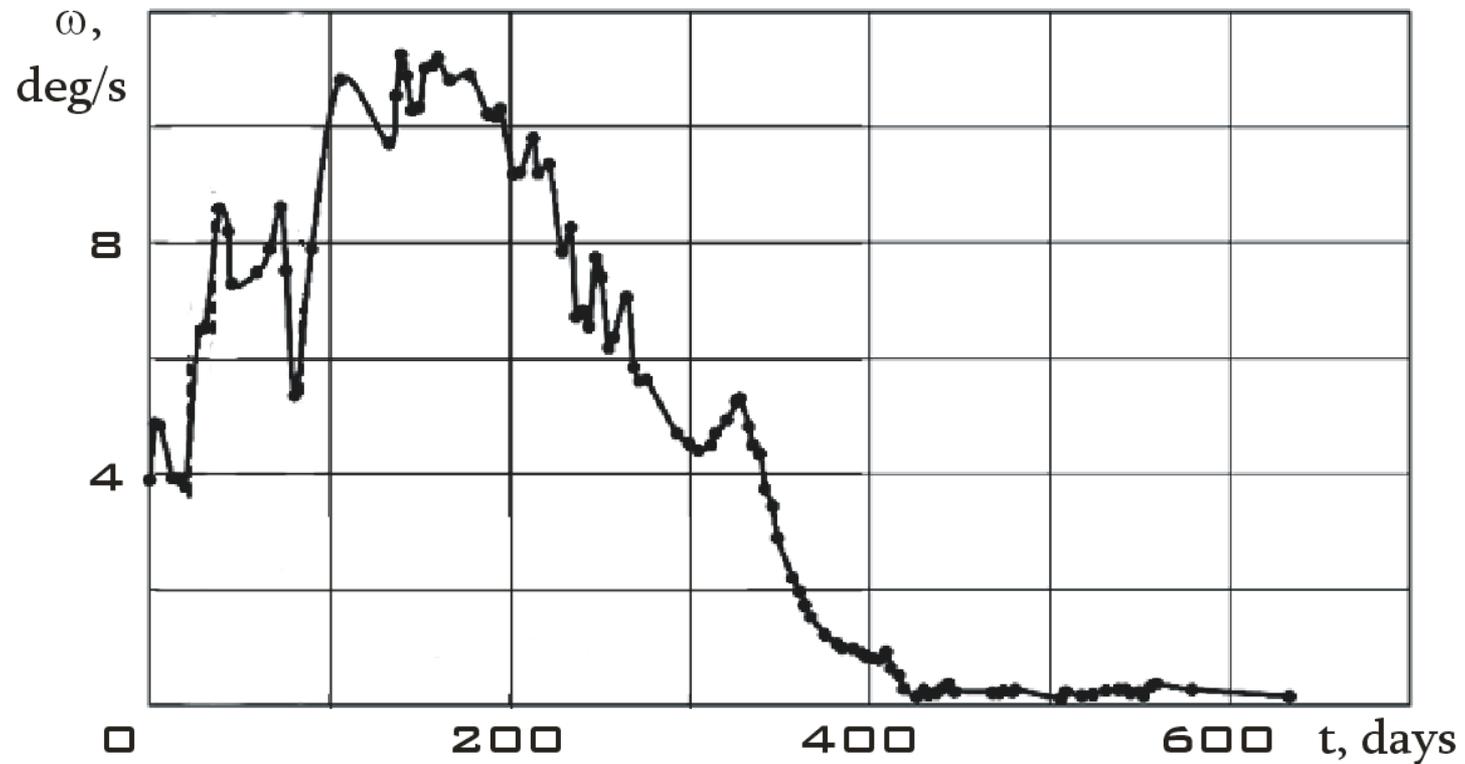


*Рисунок 7 - Восстановленные сигналы для токов с панелей солнечных батарей  
04.08.2018 (a):*

*1 – ток  $i_x$ ; 2 – ток  $i_y$ ; 3 – ток  $i_z$ .*

*Оценка модуля угловой скорости вращения опытного образца малого  
космического аппарата «Аист» по восстановленному сигналу (b):*

*1 – по дискретному сигналу; 2 – по восстановленному сигналу*



*Рисунок 8 - Зависимость модуля угловой скорости опытного образца малого космического аппарата «Аист» в период работоспособности штатных средств измерений*

Исходные данные:

- 1) Данные с панелей солнечных батарей (ПСБ);
- 2) Граничный участок с ПСБ;
- 3) Данные с датчиков магнитометра до деградации аккумуляторной батареи;

Алгоритм:

- 1) Оценка угловой скорости вращения по данным с датчиков магнитометра;
- 2) Оценка угловой скорости вращения по данным о токе с панелей солнечных батарей;
- 3) Сравнение оценок угловой скорости вращения малого космического аппарата (МКА);
- 4) Восстановление непрерывного сигнала значений тока по его дискретным отсчётам с помощью ряда Котельникова.
- 5) Вычисление дискретных значений тока по непрерывному сигналу со сдвигом в 0,25 с от измеренных значений.
- 6) Сравнение спектров измеренных и сдвинутых значений для проверки возможности замены измеренных значений тока с двумя знаками после запятой на сдвинутые значения.
- 7) Сравнение оценок модуля угловой скорости по измеренным значениями тока и сдвинутым значениям.



1. Проведена оценка параметров вращательного движения опытного образца малого космического аппарата (далее МКА) «Аист» с использованием данных о токе с панелей солнечных батарей;
2. Проведен спектральный анализ сигнала;
3. Восстановлен непрерывный сигнал по его дискретным отсчетам с помощью ряда Котельникова;
4. Сделан вывод об изменении параметров вращательного движения опытного образца МКА «Аист» за время его орбитального полета.
5. Разработан алгоритм оценки угловой скорости вращения малого космического аппарата "Аист" по данным о токе с панелей солнечных батарей.



**САМАРСКИЙ** УНИВЕРСИТЕТ  
SAMARA UNIVERSITY

**БЛАГОДАРЮ  
ЗА ВНИМАНИЕ!**

Почта для связи:  
[itanya970@gmail.com](mailto:itanya970@gmail.com)

ул. Московское шоссе, д. 34, г. Самара, 443086  
Тел.: +7 (846) 335-18-26 , факс: +7 (846) 335-18-36  
Сайт: [www.ssau.ru](http://www.ssau.ru), e-mail: [ssau@ssau.ru](mailto:ssau@ssau.ru)