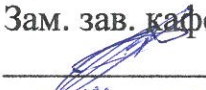


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)


Факультет инженерно-физический
Кафедра стартовые и технические ракетные комплексы
Направление подготовки 24.03.01 – Ракетные комплексы и космонавтика
Направленность (профиль) образовательной программы – Ракетно-космическая техника

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Зам. зав. кафедрой

В.В.Соловьев
« 14 » июля 2020 г.


БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Обработка и оценка данных телеметрических измерений наноспутника
«АмурСат (АмГУ-1)»

Исполнитель
студент группы 617-об

 10.07.2020 А.П. Кунаев
(подпись, дата)

Руководитель
канд. физ. – мат. наук, доцент

 10.07.2020 Д.В. Фомин
(подпись, дата)

Нормоконтроль

 10.07.2020 М.А. Аревков
(подпись, дата)

Благовещенск 2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет инженерно-физический
Кафедра стартовые и технические ракетные комплексы

УТВЕРЖДАЮ
Зам. зав. кафедрой
В.В.Соловьев
« 25 » сентября 2020 г.

ЗАДАНИЕ

К выпускной квалификационной работе студента Кунахова Анатолия Павловича

1. Тема выпускной квалификационной работы: Обработка и оценка данных телеметрических измерений наноспутника «АмурСат (АмГУ-1)»

(утверждена приказом от 14.04.2020 №711-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы: 14.07.2020

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: частоты на которых устанавливается связь со спутником, даты и время прохождения спутника над АЦУП, справочные данные.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов): провести прием и обработку данных ТМИ.

5. Перечень материалов приложения (наличие чертежей, таблиц, графиков, схем, иллюстративного материала и т.п.): МКА «АмурСат» («АмГУ-1»), 3D модель спутника «АмурСат» («АмГУ-1»), приемопередающее и управляющее оборудование АЦУП, пример одного из кадров исходных данных ТМИ и книги Excel для их обработки, таблицы результатов обработки данных ТМИ силы тока солнечных батарей, графики силы тока солнечных батарей Y+ Y-, графики силы тока солнечных батарей Z+ Z-, общий график силы тока солнечных батарей Y+ Y- Z+ Z-, результаты обработки данных ТМИ напряжения аккумуляторной батареи.

6. Консультанты по выпускной квалификационной работе (с указанием относящихся к ним разделов) нет

7. Дата выдачи задания: 20.04.2020

Руководитель выпускной квалификационной работы: Фомин Дмитрий Владимирович, канд. физ. – мат. наук, доцент, директор научно – образовательного центра.

Задание принял к исполнению (дата): 20.04.2020

РЕФЕРАТ

Дипломная бакалаврская работа содержит 71 с., 18 рисунков, 17 таблиц, 14 источников.

МАЛЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ, ПОЛЕЗНАЯ НАГРУЗКА, ТЕЛЕ-
МЕТРИЯ, СПУТНИК, СОЛНЕЧНАЯ БАТАРЕЯ, КУБСАТ, ЦЕНТР УПРАВЛЕ-
НИЯ ПОЛЕТАМИ, РАДИОСВЯЗЬ, НАНОСПУТНИК, АНТЕНА, «AMGU-1»
(«AMURSAT»)), ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, ЧАСТОТНАЯ МОДУЛЯ-
ЦИЯ, FM

В работе представлены результаты приема и обработки телеметрической информации, полученной с первого спутника Амурского госуниверситета и ДФО: «АмурСат» («АмГУ-1»).

Цель работы – прием и обработка телеметрической информации о силе тока солнечных батарей со спутника «АмурСат» («АмГУ-1»).

В технологической части работы представлен результат обработки данных ТМИ в программе Excel. В экономической части были рассчитаны затраты на прием и обработку ТМИ в АЦУП. В разделе охраны труда рассмотрены вопросы возникновения и предупреждения опасных и вредных факторов труда в АЦУП.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 6 |
| 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ | 6 |
| 1.1 Радиотехнические системы | 8 |
| 1.2 Амурский центр управления полетами | 9 |
| 1.3 Оборудование АЦУП | 11 |
| 1.3.1 Трансивер ICOM IC-9100 | 13 |
| 1.3.2 Блок питания Diamond Antenna | 17 |
| 1.3.3 Контроллер направления YAESU Elevation – Azimut Dual Controller G-5500 | 19 |
| 1.3.4 Кроссполяризационные антенны диапазон 70 см – УХ8–70см, диапазон 2 м – УХ5–2м | 20 |
| 1.3.5 Малошумящий усилитель | 22 |
| 1.4 Спутник «АмурСат» («АмГУ–1») | 23 |
| 1.4.1 Состав КА «АмГУ-1 | 24 |
| 1.4.2 Параметры бортовых служебных систем КА «АмурСат» («АмГУ–1») | 24 |
| 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ | 28 |
| 2.1 Операционно-технологическая карта | 28 |
| 2.2 Результаты обработки данных телеметрической информации | 31 |
| 3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ | 50 |
| 3.1 Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты | 50 |
| 3.2 Основная заработная плата | 50 |
| 3.3 Дополнительная заработная плата | 52 |
| 3.4 Отчисления на социальные нужды | 52 |
| 3.5 Накладные расходы | 52 |
| 3.6 Расходы на электроэнергию | 53 |
| 4 ОХРАНА ТРУДА | 56 |
| 4.1 Профессиональная социальная безопасность | 56 |

| | |
|--|----|
| 4.2 Анализ вредных факторов при работе в ЦУП | 57 |
| 4.2.1 Отклонение параметров микроклимата | 57 |
| 4.2.2 Освещение | 59 |
| 4.2.3 Шум | 60 |
| 4.2.4 Электромагнитное поле от компьютера | 61 |
| 4.2.5 Воздействие на человека электромагнитных полей передающих радиотехнических объектов | 62 |
| 4.3 Анализ выявленных опасных факторов при работе в АЦУП | 64 |
| 4.3.1 Электрический ток | 64 |
| 4.3.2 Экологическая безопасность | 65 |
| 4.3.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 66 |
| 4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 67 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 69 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 70 |

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время задачи, решаемые большей частью космических аппаратов, стали стандартными, а стремительное развитие нано-технологий вывело отрасль массового производства микроэлектроники и других компонентов на столь высокий уровень, что ее можно использовать в космическом приборостроении, а именно на космических аппаратах. В результате стоимость одного спутника и время его разработки уменьшается настолько, что позволяет проводить большее число запусков в максимально сжатые сроки. Стоит сказать, что такой подход предпочтителен на малых (нано- и пикоспутниках), так как отказ оборудования приведет к потере небольшого дешевого аппарата, который может быть легко заменен. В данный момент такой подход успешно реализуется и активно развивается с использованием наноспутниковой платформы Cubesat[1].

Cubesat – размерный стандарт микро и наноспутников Земли. Особенность Cubesat – фиксированные габариты, которые меняются кратно, т.е. Cubesat 1U (unit) – это куб размером 10x10x10 см, 2U – это два куба в составе одного спутника размером 10x10x20 см, 3U – 10x10x30 см., 6U – 10x20x30 см [8].

Развитие современных высокотехнологичных отраслей позволило создавать малогабаритные космические аппараты при сравнительно небольших затратах времени и средств, что позволяет разрабатывать спутники школам и университетам.

К настоящему времени в России созданы и практически функционируют университетские наземные центры управления полётами (ЦУП) малых космических аппаратов (МКА), в том числе: ЦУП НИЛАКТ в г. Калуга, ЦУП ВКА им. А.Ф. Можайского – г. Санкт–Петербург, ЦУП МГУ им. М.Ф. Ломоносова – г. Москва, ЦУП МГТУ им. Н.Э. Баумана – г. Москва, ЦУП ОГУ – г. Омск, ЦУП ЦНИИ РТК – г. Санкт Петербург, ЦУП СибГАУ им. М.Ф. Решетнёва – г. Красноярск, ЦУП СГАУ им. С.П. Королева – г. Самара, ЦУП АмГУ – г. Благовещенск. Опыт создания и практической эксплуатации существующих университетских ЦУП показывает, что они являются важным элементом практического

обучения студентов и курсантов ракетно–космических специальностей вузов. Развертывание университетского ЦУП не требует больших финансовых затрат и не связано с организационными сложностями, что делает их доступными для университетов [7].

Университетские ЦУП могут выступать основой для создания широких сетей информационного обмена, наблюдения космического пространства, распространения космических технологий, подготовки специалистов в области использования космической информации для социально-экономического развития. Примером может служить Амурский Центр управления полётами (АЦУП) малых космических аппаратов, в котором студенты ежедневно получают практический опыт управления малыми космическими аппаратами, используя телеметрические данные с борта МКА «АмурСат» («АмГУ–1»).

Телеметрия представляет собой совокупность технологий, позволяющих производить удалённые измерения и сбор информации для предоставления оператору или пользователю. Все космические аппараты имеют в составе своей бортовой аппаратуры блок телеметрии, который собирает информацию о параметрах работы систем спутника и по радиоканалу отправляет полученные данные на Землю.

Анализ телеметрической информации, принимаемой со спутника является важной информацией с точки зрения понимания вопросов работы электроустановки МКА.

Цель данной работы является прием и обработка телеметрической информации о силе тока солнечных батарей со спутника «АмурСат» («АмГУ–1»).

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- 1) Изучить состав оборудования АЦУП;
- 2) Изучить технические характеристики спутника «АмурСат» («АмГУ–1»);
- 3) Обработать данные ТМИ.

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Радиотехнические системы

Радиотехнической системой (РТС) – называется совокупность средств и приборов, соединённых между собой и предназначенных для целенаправленного выполнения единой задачи или ряда задач, связанных с передачей, извлечением и преобразованием информации.

К основным задачам космических радиотехнических систем относятся:

1. Сбор измерительной информации от разных источников на борту космического аппарата, а также сжатие и преобразование в форму, удобную для передачи в радиолинию;
2. Передача телеметрической информации с борта космического аппарата по радиолинии и прием на Земле;
3. Обработка принятой телеметрической информации, регистрация и представление в форме, удобной для потребителя.

Основным отличием радиотехнических систем от других систем, связанных с передачей, приёмом и преобразованием информации, является то, что носителем информации в РТС являются радиосигналы.

Часто радиотехнические системы передачи информации в технической литературе называют системами радиосвязи.

Классификация систем радиосвязи.

Радиосистемы связи классифицируют по многим признакам. Рассмотрим разделение систем по наиболее значимым критериям.

По назначению: системы связи разделяют на системы для аудиосвязи; для видеосвязи; на радиовещательные и телевизионные системы; телеметрические системы и др.

По размещению аппаратуры: наземные стационарные; наземные подвижные (мобильные); самолётные; корабельные; спутниковые и т.д.

По количеству каналов связи: одноканальные; многоканальные.

По охвату территории: глобальные, территориальные, автономные.

Глобальная связь обеспечивает разнообразные по содержанию услуги большому числу коллективных и индивидуальных пользователей практически на всей поверхности Земли. Примером такой связи является сеть Интернет.

Территориальная связь обслуживает пользователей одного континента, страны или определённого географического района.

Автономные системы обслуживают ограниченное число пользователей в рамках замкнутой системы, принадлежащей определённому ведомству, предприятию или производству рассредоточенного типа, например, военное ведомство, метрологическая служба, автотранспортное предприятие и т.п.

По способу формирования зоны охвата: с прямой связью (без ретрансляции), радиорелейные линии, сотовые сети.

По принципу установления контакта между абонентами: хаотические, линейные, централизованные.

По способу ведения связи: системы, использующие симплексный, дуплексный или полудуплексный способы ведения связи.

По организационно-правовой принадлежности: международные, государственные, региональные, ведомственные (профессиональные), любительские.

По степени конвергенции (от лат. *convergere* – приближаться, сходиться с другими системами): закрытые (автономные), с ограниченным доступом, с открытым доступом другим сетям и системам, конвертированные [6].

В нашем случае прием телеметрии со спутника «АмурСат» («АмГУ-1») осуществляется по закрытому каналу связи.

1.2 Амурский центр управления полетами

10 апреля 2015 года в Амурском государственном университете на инженерно-физическом факультете был открыт первый на Дальнем востоке Амурский центр управления полетами, позволяющий осуществлять оперативно-техническое руководство работами по приему телеметрической информации, управлять университетскими малыми космическими аппаратами, проводить радиосвязь с космонавтами космических станций.

При Амурском Центре Управления полетами работает секция по радиоловительской связи, изучают основы электроники, способы передачи электрических сигналов и после успешного изучения самостоятельно проводят радиоловительские связи с радиоловителями всего мира, а проведенные радиосвязи подтверждены QSL карточками и полученными дипломами. 17 декабря 2015 года приняли участие в радиоловительских соревнованиях.

В марте 2017 АЦУП получили доступ для научных исследований к малым космическим аппаратам серии «АИСТ» запущенных Самарским национальным исследовательским университетом имени академика С.П.Королева.

10 октября 2018 года напрямую провели связь по радиоловительскому каналу с Международной Космической станцией и задали вопросы находящегося на орбите Сергею Прокопьеву [3].

Основные цели деятельности:

1. Оперативно – техническое руководство по приему телеметрической информации с малых космических аппаратов;
2. Управление Университетскими малыми космическими аппаратами;
3. Радиосвязь с космонавтами космических станций по радиоловительскому каналу;
4. Проведение радиоловительских связей в отведенных для этой цели диапазонах частот;
5. Участие в экспериментах по приему различной информации с космических аппаратов из космоса, организуемые при поддержке РКК «Энергия», Роскосмос, NASA, ARISS;
6. Организация трансляций при поддержке Роскосмоса и ФГУП «ЦЭНКИ» запуска ракетносителей с космодрома «Восточный» и «Байконур» для лицейстов и студентов АмГУ с информацией о запускаемых космических аппаратах;
7. Проведение профориентационных мероприятий с учащимися школ города, лицейстами АмГУ и СУЗОВ города и области;

8. Организация любительских наблюдений за объектами на базе телескопа ТАЛ-150 для лицейстов, студентов и сотрудников АмГУ.

1.3 Оборудование АЦУП

Для определения структуры АЦУП был проведен поиск и анализ доступной информации по научно-технической литературе и сети Интернет. Изучался опыт организации подобных центров, реализованных в других ВУЗах и частных любительских станциях спутниковой связи [7].

Общий вид ЦУП в виде 3D моделей приведен на рисунках 1, 2.



Рисунок 1 – Приемопередающее и управляющее оборудование станции

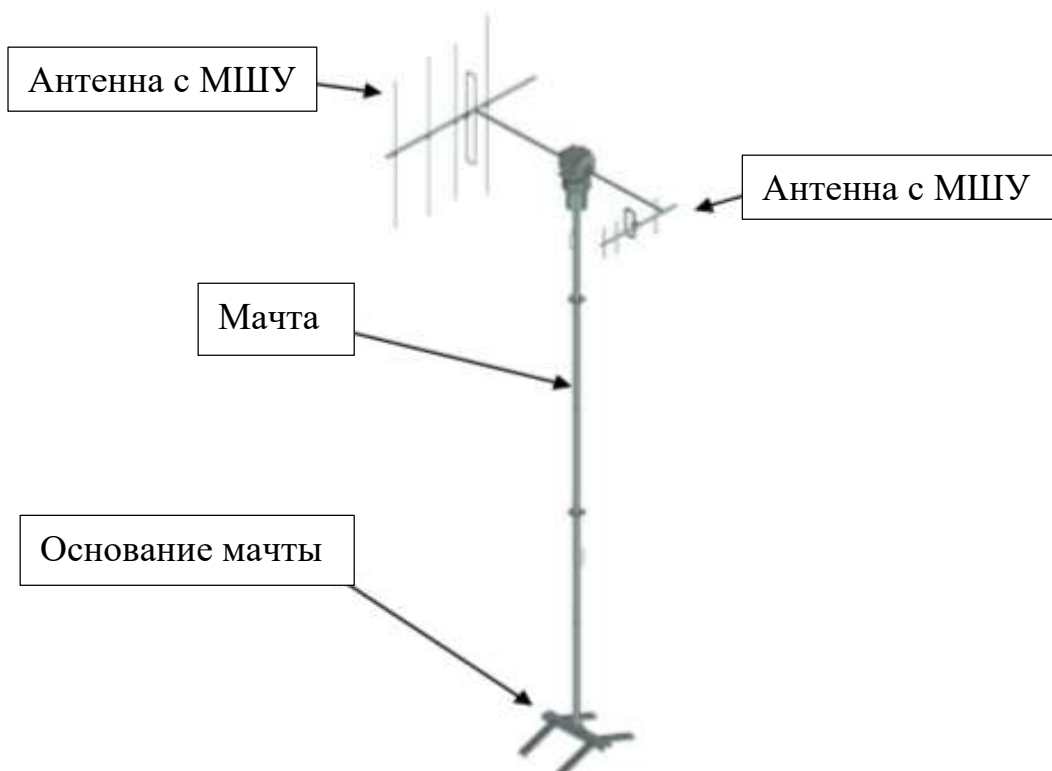


Рисунок 2 – Антенная система наземной станции

Основными элементами станции являются:

- Трансивер ICOM IC-9100;
- Блок питания Diamond Antenna;
- Контроллер направления YAESU Elevation – Azimut Dual Controller G-5500;
- Кроссполяризационные антенны диапазон 70 см – YX8-70cm, диапазон 2 м – YX5-2m;
- Персональный компьютер (ПК);
- Малошумящий усилитель (МШУ) на диапазон 70 см AG-35.

1.3.1 Трансивер ICOM IC-9100



Рисунок 3 – Трансивер ICOM IC-9100

Трансивер – радиостанция, выполненная по трансиверной схеме, когда часть функциональных узлов работает как на приём, так и на передачу. В отличие от радиостанций, представляющих собой независимые приёмник и передатчик, в трансивере автоматически согласовываются рабочие частоты приёма и передачи, уменьшается количество органов управления, конструкция может быть легче и дешевле.

ICOM IC-9100 – это все диапазонный трансивер, который работает на всех радилюбительских коротких волнах (КВ), а также на диапазонах 50 МГц, 144 МГц, 430/440MHz и 1200MHz. Мощность трансивера 100Вт – на КВ, 100Вт – 50МГц, 100Вт – 144МГц, 75 Вт – 430МГц, 10Вт – на 1,2 ГГц (с дополнительным модулем).

IC-9100 имеет два независимых приемника в одной радиостанции, и может принимать два сигнала одновременно, на разных диапазонах. Кроме того, многие функции работают независимо, суб-тоны, шумоподаватель, громкость и т.д.

В спутниковом режиме синхронизируется частота передатчика и частота приёмника, а также отслеживается изменение одной из частот. Эта функция работает и в реверсе. Компенсация эффекта Доплера может быть легко включена.

В памяти можно хранить 20 алфавитно-цифровых спутниковых частот, режимов работы и других параметров сигнала, для быстрой настройки.

Дополнительный модуль UT-121 обеспечивает режим D-STAR DV. Это цифровой режим для голосовой связи и низкоскоростной передачи данных.

- Режим D-STAR DR позволяет работать через D-STAR ретрансляторы;
- Возможны GPS-функции (нужен внешний приемник GPS);
- Цифровой вызов конкретного позывного;
- Запись поступившего вызова;
- Автоматическое отображение полученного сообщения.

На большом, многофункциональном жидкокристаллическом (ЖК) дисплее отображается частота, название канала из девяти символов, номер канала, многофункциональный измеритель (S-метр, мощность, КСВ и уровень ALC) как для основной частоты, так и для дополнительной. Матричная часть ЖК дисплея отображает следующие данные:

- Имя канала;
- Назначение функциональных клавиш;
- Панорамный индикатор;
- RTTY декодер;
- Содержимое памяти ключа;
- Графический КСВ;
- D-STAR позывной, сообщения, DR лист;
- GPS информация о местоположении.

Таблица 1 – Технические характеристики трансивера ICOM IC-9100

| Технические характеристики трансивера ICOM IC-9100 | | |
|---|--------|--|
| Диапазон частот | Прием: | 0.03–60/136–174/420–480 МГц (С модулем UX-9100 дополнительно 1240.000–1320 МГц) |

| | | |
|-----------------------------|-----------|--|
| | Передача: | 1.8-29.7/50–54/144–148/430–450 МГц (С модулем UX-9100 дополнительно 1240.000–1300 МГц) |
| Количество каналов | | 338 |
| Вид модуляции | | USB, LSB, CW, RTTY, AM, FM |
| Стабильность частоты | | Менее чем $\pm 0.5 \text{ppm}$ через 5 минут после включения питания (0С to +50С) |
| Потребляемый ток | | Тх: 24А Rx: 4,5А |
| Питание | | 13.8 В $\pm 15\%$ |
| Диапазон рабочих температур | | $-10^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}$ |
| Габариты | | 315?116?343 мм |
| Вес | | 11 кг |
| Передатчик | | |
| Выходная мощность | HF/50 МГц | 2-100 Вт (AM: 2–30 Вт) |
| | 144 МГц | 2–100 Вт |
| | 430 МГц | 2–75 Вт |
| | 1200 МГц | 1–10 Вт (С модулем UX-9100) |
| Внеполосное излучение | | HF : Менее чем –40 дБ 50/144/430 МГц: Менее чем –60 дБ 1200 МГц† : Менее чем –50 дБ |
| Подавление несущей | | не менее 40 дБ |

| Приемник | | |
|--|--|--|
| Чувствительность | SSB, CW : (10 дБ С/Ш) В полосе=2.4 кГц | 0.16 мкВ (1.80– 29.99 МГц) 0.13 мкВ (50.0– 54.0 МГц) 0.11 мкВ (144/430/1200 МГц) |
| | АМ: (10 дБ С/Ш) В полосе=6 кГц | 12.6 мкВ (0.5– 1.799 МГц) 2.0 мкВ (1.80– 29.99 МГц) 1.6 мкВ (50.0–54.0 МГц) |
| | FM (12 дБ SINAD) В полосе=15 кГц | 0.5 мкВ (28.0–29.7 МГц) 0.32 мкВ (50.0– 54.0 МГц) 0.18 мкВ (144/430/1200† МГц) |
| Чувствительность шумопо- давителя *1 – Предусилитель 1 вклю- чен. *2 – Предусилитель 2 вклю- чен. | HF | SSB : Менее 5.6 мкВ*1 FM : Менее 0.3 мкВ*1 |
| | 50 МГц | SSB : Менее 5.6 мкВ*2 FM : Менее 0.3 мкВ*2 |
| | 144/430 МГц | SSB : Менее 1.0 мкВ FM : Менее 0.18 мкВ |
| | 1200 МГц | SSB : Менее 1.0 мкВ FM : Менее 0.18 мкВ |

| | | |
|---|-------------------------|---|
| Избирательность | SSB (В полосе: 2.4 кГц) | Более 2.4 кГц/−6 дБ Менее 3.4 кГц/−40 дБ |
| | CW (В полосе: 500 Гц) | Более 500 Гц/−6 дБ Менее 700 Гц/−40 дБ |
| | RTTY (В полосе: 500 Гц) | Более 500 Гц/−6 дБ Менее 800 Гц/−40 дБ |
| | AM (В полосе: 6 кГц) | Более 6.0 кГц/−6 дБ Менее 10.0 кГц/−40 дБ |
| | FM (В полосе: 15 кГц) | Более 12.0 кГц/−6 дБ Менее 22.0 кГц/−40 дБ |
| Подавление внеполосных излучений и зеркального канала | HF/50 МГц | более 70 дБ |
| | 144/430 МГц | более 60 дБ |
| | 1200 МГц | более 50 дБ |

1.3.2 Блок питания Diamond Antenna



Рисунок 4 – Блок питания Diamond Antenna

Трансформаторный блок питания Diamond GSS–3000 в режиме 100% нагрузки может обеспечивать ток до 30А, а при работе с чередованием приема/передачи – 34А.

Для отображения значений тока и напряжения используются отдельные аналоговые приборы с подсветкой. Очень надежно работает система автоматической защиты от неправильного подключения полярности, защита от короткого замыкания и перегрузок по току. Блок питания охлаждается встроенным вентилятором, который работает практически бесшумно, скорость вращения которого регулируется в зависимости от нагрузки.

Для подключения потребителей разной мощности предусмотрено несколько различных типов клемм, разъем автомобильного прикуривателя.

Главное достоинство трансформаторного блока питания Diamond GSS–3000, полное отсутствие помех на КВ и ультракоротких волн (УКВ) диапазонах в отличие от некоторых импульсных блоков питания (БП).

Основные характеристики DiamondGSS–3000:

- Напряжение сети 220В;
- Выходное напряжение 13,8В;
- Максимальный ток 34 А (постоянный 30А);
- Габариты блока питания 250x150x240 мм;
- Вес 10 кг.

1.3.3 Контроллер направления YAESU Elevation – Azimut Dual Controller G-5500



Рисунок 5 – Контроллер направления YAESU Elevation – Azimut Dual Controller G-5500

Контроллер направления позволяет вращать антенны как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости. Оно может быть использовано при работе через спутники.

Технические характеристики контроллера представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики контроллера

| | |
|--------------------------|--------------|
| Требуемый кабель | 12-проводной |
| Напряжение питания | 117/220 В |
| Тормозящий момент | |
| Азимутальный ротатор | 40.0 кг*м |
| Ротатор угла места | 40.0 кг*м |
| Вращающий момент | |
| Азимутальный ротатор | 14.0 кг*м |

| | |
|---------------------------|--------------------|
| Ротатор угла места | 6.0 кг*м |
| Диаметр мачты | 38–63 мм |
| Диаметр бума | 32–43 мм |
| Вертикальная нагрузка | |
| Азимутальный ротатор | 30.0 кг*м |
| Ротатор угла места | 200.0 кг*м |
| Время поворота | |
| Азимутальный ротатор | 70 сек. |
| Ротатор угла места | 80 сек. |
| Площадь ветровой нагрузки | 1.0 м ² |
| К-Factor | 578 Фунт-Фунт |
| Вес | 7.5кг (мотор) |

1.3.4 Кроссполяризационные антенны диапазон 70 см – УХ8–70см, диапазон 2 м– УХ5–2м

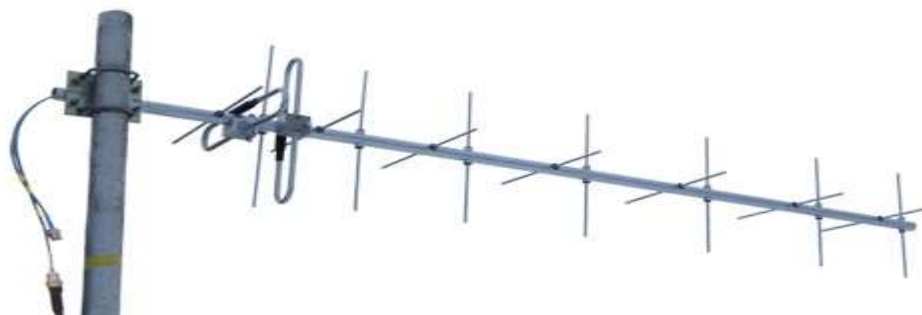


Рисунок 6 – Кроссполяризационные антенны диапазон 70 см – УХ8–70см, диапазон 2 м– УХ5–2м

УХ8–70см вместе с антенной УХ5–2м представляют собой комплекс для связи через космические радиолобительские ретрансляторы-искусственные спутники Земли! Эти две антенны, установленные на поворотном устройстве с автоматическим ведением спутников, управляемые программами «Orbitron» или

аналогичными, обеспечат всегда максимальное усиление в течении всего периода полёта. Каждая антенна состоит из двух ортогональных полотен, с двумя отдельными активными петлевыми вибраторами. Каждый вибратор можно подключить либо на свой фидер, либо на один фидер через реле-переключатель. Учитывая, что спутник вращается и поляризация меняется, можно вручную подбирать наилучшую поляризацию переключателем по принимаемому уровню сигнала. Также можно объединить сумматором два полотна, избавившись от переключателя, но потеряв при этом 3 дБ усиления. Обе антенны крепятся консольно, чтобы кабели не попадали в область излучения.

Эти антенны удобно также применять и для наземной связи: в FM с вертикальной поляризацией или в SSB и CW с горизонтальной [5].

Электрические и механические характеристики антенны представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Электрические и механические характеристики антенны

| Электрические характеристики | |
|-------------------------------------|---------------------|
| Модель | УХ8–70см |
| Рабочий диапазон частот, МГц | 432–439 |
| КСВ, не ниже | 1,5 |
| Усиление в середине диапазона, дБи | 12.2 |
| Сектор излучения по уровню, дБи | 3 |
| В Е–плоскости | 37° |
| В Н–плоскости | 42° |
| Поляризация | линейная и круговая |
| Входное сопротивление, Ом | 50 |
| Допустимая мощность, Вт | 100 |

| Механические характеристики | |
|------------------------------------|---------------|
| Модель | УХ8–70см |
| Габариты антенны , мм | 1660x350x350 |
| Материал антенны | АД–31 |
| Диаметр мачты, мм | 35–65 |
| Допустимая скорость ветра, м/с | 20 |
| Диапазон рабочих температур, °С | От –50 до +50 |
| Разъемы | N–мама |

1.3.5 Малошумящий усилитель



Рисунок 7 – МШУ на диапазон 70 см AG–35

МШУ – устройство, входящее в состав наземной системы управления и используемое для повышения чувствительности приемника в восходящем направлении UL (Uplink). МШУ устанавливается в непосредственной близости

от антенн и требует внешнего электропитания. Малошумящим данный усилитель назван потому, что он выполняется с основным требованием – вносить как можно меньше помех в усиливаемый сигнал. Это достигается за счет использования высококачественных и дорогостоящих материалов, а также сложных схем шумоподавления. Применение МШУ позволяет добиться следующих преимуществ:

1) Уменьшает число ошибочно принятых пакетов, что, в конечном счете, приводит к улучшению показателей работы системы: снижению числа отбоев, повторных передач;

2) Увеличивает качество соединения, а это, в свою очередь, приводит к улучшению качества голосовых соединений и увеличению скорости передачи данных.

1.4 Спутник «АмурСат» («АмГУ–1»)

5 июля 2019 года с космодрома «Восточный» был запущен первый студенческий спутник Дальнего Востока «АмурСат» («АмГУ–1»). Собственником космического аппарата является Амурский Государственный Университет.



Рисунок 8 – Спутник «АмурСат» («АмГУ–1»)

1.4.1 Состав КА «АмурСат» («АмГУ–1»)

В состав служебных систем и конструкции платформы КА входят [2]:

- Устройство бортового вычислителя с интерфейсами SPI, UART, CAN, I2C;
- Боковые солнечные панели КА;
- Устройство электропитания;
- Блок аккумуляторных батарей;
- Бортовой трансивер (служебный радиокomплекс) в радиолюбительском диапазоне с поддержкой функции ретрансляции голосовых сообщений по стандарту D–star;
- Датчики и исполнительные органы системы управления ориентацией;
- Устройство приема ADS–B сигналов с использованием специальной патч–антенны, входящей в состав устройства;
- Силовые элементы конструкции и переходные платы для подключения устройств полезной нагрузки;
- Бортовая кабельная сеть;
- Антенны и устройство раскрытия антенн.

В состав бортового вычислителя и устройства управления электропитанием входит также специальное программное обеспечение для управления функционированием платформы.

В состав научных приборов КА «АмурСат» («АмГУ–1») входят:

- Прибор «ДеКоР», являющийся детектором гамма-излучения и заряженных частиц в диапазоне 0.3–3 МэВ;
- Прибор «Фотон–Амур», предназначенный для испытаний в условиях космического пространства экспериментальных фото–диодов и фоторезисторов.

1.4.2 Параметры бортовых служебных систем КА «АмурСат» («АмГУ–1»)

Собственником космического аппарата «АмурСат» («АмГУ–1») является Амурский Государственный Университет.

Полная масса КА составляет 2307 граммов.

Внешние размеры КА: 100x100x327,5 мм.

Основными устройствами, обеспечивающими работу платформы, являются блок управления питанием (EPS GOS), бортовой вычислитель (OBC GOS) и дублированный радиокomплекс в УКВ-диапазоне. EPS GOS, благодаря наличию мощного контроллера и продвинутого программного обеспечения, может обеспечить большинство режимов функционирования платформы даже при отсутствии или отказе OBC GOS. Наличие OBC GOS позволяет обеспечить дополнительные возможности платформы, а также повышает ее общую надежность за счет дублирования функций управления в двух устройствах.

Собственное потребление служебных систем платформы составляет не более 1,8 Ватт.

Платформа имеет свободный объем размером 1U для размещения полезных нагрузок. Данный объем доступен в виде двух фрагментов размером около 0,5 U, расположенных в верхней и нижней частях конструкции спутника.

СЭС платформы обеспечивает постоянный уровень потребления для полезных нагрузок не менее 2 Ватт.

Космический аппарат «АмурСат» («АмГУ-1») выведен на солнечно-синхронную орбиту в качестве попутной полезной нагрузки с использованием специального транспортно-пускового контейнера.

Особый интерес представляет бортовой радиокomплекс.

В состав платформы входят два идентичных радиокomплекса (трансивера), подключенных к отдельным антеннам и работающих в радиолюбительском УКВ-диапазоне.

Радиокomплекс имеет следующие параметры:

- Все устройства размещаются на одной плате формата PC/104;
- Режим работы с Землей – полудуплексный;
- Мощность передатчика – до 1 Ватта;
- Для приема и передачи используется одна и та же частота;
- В обоих полукomплексах используется одна и та же частота;
- Поддерживается протокол узла D-star;

- Приемник и передатчик использует модем CX990 с протоколом Mobitex;
- Используемые методы кодирования и помехоустойчивости: GMSK, scrambling, interleaving, FEC, CRC.

Основное потребление 3-4 Ватта происходит во время работы передатчика. Потребление приемника на порядок меньше. Радиокomплекс является одним из основных потребителей электричества на аппарате, поэтому важно отметить состав блока аккумуляторных батарей, который выполнен в виде отдельного корпуса с внешними габаритами стандарта PC/104. Корпус блока аккумуляторных батарей размещается в центральной части и обеспечивает дополнительную прочность конструкции аппарата. В составе корпуса размещается два блока, каждый из которых работает независимо, что повышает надежность всего устройства. Общая емкость равна суммарной емкости двух блоков.

Основные параметры блока аккумуляторных батарей:

- Емкость – 3600 мА·ч;
- Номинальное напряжение – 3,7 В;
- Максимальное напряжение заряда – 4,2 В;
- Максимальный ток заряда – 3,45 А;
- Максимальный ток разряда – 6 А;
- Ожидаемое количество циклов заряда/разряда >500;
- Рабочий диапазон температур – 55° + 125°С.

Каждый блок имеет защиту от перезаряда. Температура корпуса контролируется с помощью специального температурного датчика.

Для восстановления заряда используется несколько солнечных панелей. Каждая солнечная панель является одновременно частью корпуса космического аппарата, плоскостью для размещения фотоэлектрического преобразователя (ФЭП) и платой, на которой размещаются электронные устройства и разъемы.

На солнечной панели устанавливается 6 арсенид-галлиевых ФЭП с коэффициентом полезного действия (КПД) 30%. Общая максимальная мощность (при вертикальном падении солнечных лучей) установленных ФЭП составляет 7,2 Вт.

В центральной части солнечной панели установлены солнечный датчик и закрепляется конец плоской гибкой антенны. В общей сложности на аппарате установлено 5 солнечных датчиков, что соответствует количеству установленных солнечных панелей.

В структуру платы, на которой установлены ФЭП, встраивается магнитная катушка. Это относится только к платам солнечных панелей, имеющих размер 2U и 3U. Катушки, расположенные в двух соседних солнечных панелях, могут использоваться для управления ориентацией аппарата по двум осям.

На космическом аппарате «АмурСат» («АмГУ–1») установлены 3 солнечных панели с шестью ФЭП и одна солнечная панель в урезанном варианте с четырьмя ФЭП, что позволяет оставить окна для детекторов полезных нагрузок. С одной из торцевых сторон КА устанавливается также солнечная панель 1U, на которой размещается 2 ФЭП. Таким образом, общее количество солнечных панелей на КА равно пяти.

Подключение полезных нагрузок по информационному и электрическому интерфейсам осуществляется через кросс-плату.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Операционно – технологическая карта

Операционно-технологическая карта по приему и обработке телеметрической информации (ТМИ) со спутника «АмурСат» («АмГУ–1») представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Операционно-технологическая карта

| Общие технологические требования, требования техники безопасности при проведении работ в АЦУП | |
|--|------------------------|
| Содержание перехода | Особые указания |
| 1 К выполнению работы допускаются лица, ознакомленные с техникой безопасности при работе с электрооборудованием, прошедшие соответствующее обучение, обладающие практическими навыками и знаниями по работе, аттестованные и сдавшие зачет по эксплуатации оборудования. | – |
| 2 При работе с оборудованием нахождение посторонних лиц запрещено. | – |
| 3 Перед началом работ провести проверку знаний инструкций по технике безопасности: - мер безопасности при работе с электрооборудованием; - мер пожарной безопасности; - мер безопасности при работе на высоте. | – |

| Порядок подготовки аппаратуры и ПО к работе, регламент приема ТМИ | |
|--|---|
| 1 Получить техническое задание на прием и обработку ТМИ | – |
| 2 Подключить трансивер ICOMIC-9100 к блоку питания Diamond GSS-3000 | Выходное напряжение 13,8В |
| 3 Подключить трансивер ICOMIC-9100 к кроссполяризационной антенне | Диапазон 70 см–УХ8–70см, диапазон 2 м–УХ5-2м |
| 4 Подключить кроссполяризационную антенну к контроллеру направления YAESU Elevation – Azimut Dual Controller G-5500 | – |
| 5 Подключить к персональному компьютеру (ПК) контроллер направления YAESU Elevation – Azimuth Dual Controller G-5500 | Позволяет вращать антенну как по горизонтальной, так и в вертикальной плоскости. |
| 6 Синхронизировать время на ПК с помощью GPS трекера | С точностью до 0,01 сек. |
| 7 Настроить трансивер ICOMIC-9100 на частоту приема ТМИ | Частота радио канала спутника «АмурСат» («АмГУ-1») FM 436,250 МГц |
| 8 Запустить программное обеспечение на ПК (для управления приёмопередающей аппаратурой): | Убедиться, что в настройках программного обеспечения определены параметры подключения оборудования. |

| | |
|--|---|
| <p>- WiSP DDE Client</p> | <p>Выбираем спутник «АмурСат» («АмГУ–1»).</p> <p>Из базы данных через кнопку «Update rotor» программа автоматически настраивает антенну по:</p> <ul style="list-style-type: none"> - азимуту; - углу. |
| <p>- Orbitron</p> | <p>Выбираем спутник «АмурСат» («АмГУ–1») и определяем время пролета над АЦУП</p> |
| <p>- SoundModem</p> | <p>В программу загружается от приемопередающей аппаратуры зашифрованный пакет данных. Формат сигнала 4k8 GMSK Mobitex (CMX990). Происходит первичное декодирование в шестнадцатеричной системе счисления</p> |
| <p>9 Дождаться появления спутника «АмурСат» («АмГУ–1») в зоне радиовидимости АЦУП, установить связь и принять данные ТМИ</p> | <p>–</p> |

| Процесс обработки данных ТМИ | |
|---|---|
| 1 С помощью программы «Excel» перевести пакет данных ТМИ из шестнадцатеричной системы счисления в десятичную | – |
| 2 Выделить из полученных десятичных чисел необходимый диапазон и обработать с использованием формулы в заранее подготовленной в книге «Excel» | – |
| 3 Оформить документацию по результатам приема и обработки ТМИ | – |

2.2 Результаты обработки данных ТМИ

В данном разделе приводятся результаты обработки телеметрической информации силы тока солнечных батарей ($Y+$, $Y-$, $Z+$, $Z-$) и напряжения аккумуляторной батареи спутника «АмурСат» («АмГУ-1») за 2019 год.

Зашифрованные данные приходят со спутника в шестнадцатеричной системе счисления, в виде кадра ТМИ (Рисунок 9).

```

1: [MOBITEX] [15:39:47R]
CTRL: 4806
NR_blocks: 6
block0: 6C A3 C3 17 2C 5D 0A 00 00 00 81 75 25 31 01 4A 00 4C FEC_err: 0
block1: 09 AF 0C 68 0A 85 03 39 00 04 00 94 00 08 00 0D 00 0C FEC_err: 0
block2: 04 CE 07 AA 00 04 00 05 00 0C 00 02 00 10 00 16 00 01 FEC_err: 0
block3: 00 0B 00 07 00 04 00 0D 00 09 00 07 00 05 00 01 00 08 FEC_err: 1
block4: 07 5C 0A 58 00 09 C0 10 03 00 D4 B5 00 00 46 88 09 00 FEC_err: 0
block5: 00 5C 02 01 10 02 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF 34 92 FEC_err: 1
All blocks successfully decoded!

```

Рисунок 9 – Кадр ТМИ

где «[15:39:47R]» – время в момент которого были сняты данные;
«CTRL: 4806» – код спутника «АмурСат» («АмГУ–1»);
«NR_blocks: 6» – количество блоков, содержащих ТМИ;
«FEC_err: 1» – количество ошибок в данном блоке.

Сила токов солнечных батарей может быть использована для определения угловой скорости вращения спутника, что актуально именно для спутников класса нано, ведь большинство из них не оборудовано магнитометрами, поэтому значения о силе тока солнечных батарей очень важно именно для спутников этого класса.

Рассмотрим методологию, разработанную в Самарском национальном исследовательском университете имени академика С.П. Королева, по которой можно рассчитать угловую скорости (ω) по показаниям токов солнечных батарей [14].

В первую очередь необходимо чтобы частота измерений была не реже 1 раза в секунду.

Это можно сделать если заполнить трафик телеметрической информации, выделяемый на научную аппаратуру, данными о токе солнечных батарей.

Далее необходимо восстановить непрерывный сигнал с использование ряда Котельникова:

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} s(k \cdot \Delta t) \cdot \frac{\sin[\frac{\pi}{\Delta t}(t-k \cdot \Delta t)]}{\frac{\pi}{\Delta t}(t-k \cdot \Delta t)} \quad (1)$$

где $s(t)$ – восстановленный непрерывный сигнал;

$s(k \cdot \Delta t)$ – измерения сигнала, выполненные через одинаковые временные интервалы Δt .

Далее необходимо сравнить восстановленные рядом Котельникова модулей угловой скорости вращения с частотой измерений 1 раз четыре секунды, 2

раза в две секунды, 3 раза в секунду. Если между этими значениями есть различия, то необходимо провести проверку значимости этих различий критерием χ^2 – Пирсона.

Наблюдаемая статистика критерия имеет вид:

$$\chi_n^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(\omega_{1i} - \omega_{2i})^2}{\omega_{1i}} \quad (2)$$

где ω_1 и ω_2 – соответственно значения модуля угловой скорости вращения, восстановленные рядом Котельникова по измерениям разной частоты;

N – общее количество измерений.

Очень важной необходимо является увеличение точности измерений тока, так как фиксируемых двух знаков после запятой недостаточно. Изначально значения токов солнечных батарей не предназначались для расчета угловой скорости.

Необходимо задействовать те участки измерений, для которых временной длины хватает для удовлетворительного восстановления зависимости токов с панелей солнечных батарей как непрерывного сигнала. Далее необходимо восстановить непрерывную зависимость по дискретным отсчетам рядом Котельникова (1).

Замена дискретного сигнала непрерывным позволяет несколько улучшить оценку угловой скорости вращения спутника. Таким образом, по восстановленному непрерывному сигналу можно более реалистично оценивать угловую скорость вращения спутника [14].

Представленная выше методика предопределила интерес к данным о токах солнечных панелей МКА «АмурСат» («АмГУ–1»).

Для обработки данных ТМИ, полученных со спутника «АмурСат» («АмГУ–1»), использовалась программа Excel, на базе которой автором были созданы книги (Рисунок 10, таблица 8) с помощью, которых можно легко перево-

дить данные из шестнадцатеричной системы счисления в десятичную. А полученные десятичные числа преобразовывать в показания силы токов солнечных панелей в Амперах (А) и напряжение аккумуляторной батареи в Вольтах при помощи специальных формул.

$$x \cdot \frac{2,5}{(4096 \cdot 20 \cdot 0,1)} = y \quad (3)$$

где x – зашифрованное число силы тока солнечной панели в десятичной системе счисления;

y – измеряемая величина силы токов солнечной панели в (А).

$$x \cdot \frac{2,5}{4096} \cdot \frac{124+27,4}{27,4} = y \quad (4)$$

где x – зашифрованное число напряжения аккумуляторной батареи в десятичной системе счисления;

y – измеряемая величина напряжения аккумуляторной батареи в вольтах.

Результат обработки данных токов солнечных батарей показан в таблицах 5,6.

| Дата | Solar Y+ | | | Solar Y- | | | Solar Z+ | | | Solar Z- | | |
|-------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| | Шестнадцатиричное | Десятичное число | Сила тока в Амперах | Шестнадцатиричное | Десятичное число | Сила тока в Амперах | Шестнадцатиричное | Десятичное число | Сила тока в Амперах | Шестнадцатиричное | Десятичное число | Сила тока в Амперах |
| 43662 | 8 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B3) | =C3*2,5/(4096*20*0,1) | 000D | =ШЕСТН.В.ДЕС(E3) | =F3*2,5/(4096*20*0,1) | 000B | =ШЕСТН.В.ДЕС(H3) | =I3*2,5/(4096*20*0,1) | 4 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K3) | =L3*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43663 | 8 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B4) | =C4*2,5/(4096*20*0,1) | 000C | =ШЕСТН.В.ДЕС(E4) | =F4*2,5/(4096*20*0,1) | 000C | =ШЕСТН.В.ДЕС(H4) | =I4*2,5/(4096*20*0,1) | 418 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K4) | =L4*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43664 | 8 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B5) | =C5*2,5/(4096*20*0,1) | 000D | =ШЕСТН.В.ДЕС(E5) | =F5*2,5/(4096*20*0,1) | 000C | =ШЕСТН.В.ДЕС(H5) | =I5*2,5/(4096*20*0,1) | 86 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K5) | =L5*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43665 | 000A | =ШЕСТН.В.ДЕС(B6) | =C6*2,5/(4096*20*0,1) | 000C | =ШЕСТН.В.ДЕС(E6) | =F6*2,5/(4096*20*0,1) | 000F | =ШЕСТН.В.ДЕС(H6) | =I6*2,5/(4096*20*0,1) | 026D | =ШЕСТН.В.ДЕС(K6) | =L6*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43668 | 000A | =ШЕСТН.В.ДЕС(B7) | =C7*2,5/(4096*20*0,1) | 000E | =ШЕСТН.В.ДЕС(E7) | =F7*2,5/(4096*20*0,1) | 000D | =ШЕСТН.В.ДЕС(H7) | =I7*2,5/(4096*20*0,1) | 2 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K7) | =L7*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43669 | 9 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B8) | =C8*2,5/(4096*20*0,1) | 000E | =ШЕСТН.В.ДЕС(E8) | =F8*2,5/(4096*20*0,1) | 000D | =ШЕСТН.В.ДЕС(H8) | =I8*2,5/(4096*20*0,1) | 24 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K8) | =L8*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43710 | 7 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B9) | =C9*2,5/(4096*20*0,1) | 000D | =ШЕСТН.В.ДЕС(E9) | =F9*2,5/(4096*20*0,1) | 000D | =ШЕСТН.В.ДЕС(H9) | =I9*2,5/(4096*20*0,1) | 4 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K9) | =L9*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43712 | 000A | =ШЕСТН.В.ДЕС(B10) | =C10*2,5/(4096*20*0,1) | 000C | =ШЕСТН.В.ДЕС(E10) | =F10*2,5/(4096*20*0,1) | 001D | =ШЕСТН.В.ДЕС(H10) | =I10*2,5/(4096*20*0,1) | 414 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K10) | =L10*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43713 | 8 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B11) | =C11*2,5/(4096*20*0,1) | 000B | =ШЕСТН.В.ДЕС(E11) | =F11*2,5/(4096*20*0,1) | 000D | =ШЕСТН.В.ДЕС(H11) | =I11*2,5/(4096*20*0,1) | 068C | =ШЕСТН.В.ДЕС(K11) | =L11*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43714 | 7 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B12) | =C12*2,5/(4096*20*0,1) | 000B | =ШЕСТН.В.ДЕС(E12) | =F12*2,5/(4096*20*0,1) | 000D | =ШЕСТН.В.ДЕС(H12) | =I12*2,5/(4096*20*0,1) | 06C0 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K12) | =L12*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43717 | 6 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B13) | =C13*2,5/(4096*20*0,1) | 000D | =ШЕСТН.В.ДЕС(E13) | =F13*2,5/(4096*20*0,1) | 652 | =ШЕСТН.В.ДЕС(H13) | =I13*2,5/(4096*20*0,1) | 005D | =ШЕСТН.В.ДЕС(K13) | =L13*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43718 | 5 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B14) | =C14*2,5/(4096*20*0,1) | 000C | =ШЕСТН.В.ДЕС(E14) | =F14*2,5/(4096*20*0,1) | 425 | =ШЕСТН.В.ДЕС(H14) | =I14*2,5/(4096*20*0,1) | 5 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K14) | =L14*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43719 | 000B | =ШЕСТН.В.ДЕС(B15) | =C15*2,5/(4096*20*0,1) | 000C | =ШЕСТН.В.ДЕС(E15) | =F15*2,5/(4096*20*0,1) | 000C | =ШЕСТН.В.ДЕС(H15) | =I15*2,5/(4096*20*0,1) | 300 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K15) | =L15*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43721 | 000A | =ШЕСТН.В.ДЕС(B16) | =C16*2,5/(4096*20*0,1) | 002F | =ШЕСТН.В.ДЕС(E16) | =F16*2,5/(4096*20*0,1) | 000E | =ШЕСТН.В.ДЕС(H16) | =I16*2,5/(4096*20*0,1) | 2 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K16) | =L16*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43761 | 000A | =ШЕСТН.В.ДЕС(B17) | =C17*2,5/(4096*20*0,1) | 003A | =ШЕСТН.В.ДЕС(E17) | =F17*2,5/(4096*20*0,1) | 000F | =ШЕСТН.В.ДЕС(H17) | =I17*2,5/(4096*20*0,1) | 3 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K17) | =L17*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43766 | 8 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B18) | =C18*2,5/(4096*20*0,1) | 000C | =ШЕСТН.В.ДЕС(E18) | =F18*2,5/(4096*20*0,1) | 000D | =ШЕСТН.В.ДЕС(H18) | =I18*2,5/(4096*20*0,1) | 2 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K18) | =L18*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43768 | 000B | =ШЕСТН.В.ДЕС(B19) | =C19*2,5/(4096*20*0,1) | 003C | =ШЕСТН.В.ДЕС(E19) | =F19*2,5/(4096*20*0,1) | 000E | =ШЕСТН.В.ДЕС(H19) | =I19*2,5/(4096*20*0,1) | 1 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K19) | =L19*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43769 | 5 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B20) | =C20*2,5/(4096*20*0,1) | 000F | =ШЕСТН.В.ДЕС(E20) | =F20*2,5/(4096*20*0,1) | 555 | =ШЕСТН.В.ДЕС(H20) | =I20*2,5/(4096*20*0,1) | 4 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K20) | =L20*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43775 | 000A | =ШЕСТН.В.ДЕС(B21) | =C21*2,5/(4096*20*0,1) | 003D | =ШЕСТН.В.ДЕС(E21) | =F21*2,5/(4096*20*0,1) | 000F | =ШЕСТН.В.ДЕС(H21) | =I21*2,5/(4096*20*0,1) | 2 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K21) | =L21*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43777 | 000B | =ШЕСТН.В.ДЕС(B22) | =C22*2,5/(4096*20*0,1) | 003D | =ШЕСТН.В.ДЕС(E22) | =F22*2,5/(4096*20*0,1) | 000F | =ШЕСТН.В.ДЕС(H22) | =I22*2,5/(4096*20*0,1) | 1 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K22) | =L22*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43780 | 7 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B23) | =C23*2,5/(4096*20*0,1) | 000D | =ШЕСТН.В.ДЕС(E23) | =F23*2,5/(4096*20*0,1) | 000D | =ШЕСТН.В.ДЕС(H23) | =I23*2,5/(4096*20*0,1) | 2 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K23) | =L23*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43781 | 7 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B24) | =C24*2,5/(4096*20*0,1) | 000C | =ШЕСТН.В.ДЕС(E24) | =F24*2,5/(4096*20*0,1) | 000C | =ШЕСТН.В.ДЕС(H24) | =I24*2,5/(4096*20*0,1) | 000A | =ШЕСТН.В.ДЕС(K24) | =L24*2,5/(4096*20*0,1) |
| 43782 | 000B | =ШЕСТН.В.ДЕС(B25) | =C25*2,5/(4096*20*0,1) | 003A | =ШЕСТН.В.ДЕС(E25) | =F25*2,5/(4096*20*0,1) | 000F | =ШЕСТН.В.ДЕС(H25) | =I25*2,5/(4096*20*0,1) | 3 | =ШЕСТН.В.ДЕС(K25) | =L25*2,5/(4096*20*0,1) |

Рисунок 10 – Книга обработки данных ТМИ силы токов солнечных панелей

Таблица 5 – Результат обработка данных ТМИ силы тока солнечных панелей с 16.07.19 по 13.11.19

| Дата | Solar Y+ | | | Solar Y- | | | Solar Z+ | | | Solar Z- | | |
|------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | Шестна- дцате- ричное число | Деся- тич- ное число | Сила тока в Амперах | Шестна- дцате- ричное число | Деся- тич- ное число | Сила тока в Амперах | Шестна- дцате- ричное число | Деся- тич- ное число | Сила тока в Амперах | Шестна- дцате- ричное число | Деся- тич- ное число | Сила тока в Амперах |
| 16.07.2019 | 8 | 8 | 0,002441 | 000D | 13 | 0,003967 | 00CB | 203 | 0,061951 | 4 | 4 | 0,001221 |
| 17.07.2019 | 8 | 8 | 0,002441 | 000C | 12 | 0,003662 | 000C | 12 | 0,003662 | 418 | 1048 | 0,319824 |
| 18.07.2019 | 8 | 8 | 0,002441 | 000D | 13 | 0,003967 | 000C | 12 | 0,003662 | 86 | 134 | 0,040894 |
| 19.07.2019 | 000A | 10 | 0,003052 | 000C | 12 | 0,003662 | 000F | 15 | 0,004578 | 026D | 621 | 0,189514 |
| 22.07.2019 | 000A | 10 | 0,003052 | 000E | 14 | 0,004272 | 000D | 13 | 0,003967 | 2 | 2 | 0,00061 |
| 23.07.2019 | 9 | 9 | 0,002747 | 000E | 14 | 0,004272 | 000D | 13 | 0,003967 | 24 | 36 | 0,010986 |
| 02.09.2019 | 7 | 7 | 0,002136 | 000D | 13 | 0,003967 | 000D | 13 | 0,003967 | 4 | 4 | 0,001221 |
| 04.09.2019 | 000A | 10 | 0,003052 | 000C | 12 | 0,003662 | 001D | 29 | 0,00885 | 414 | 1044 | 0,318604 |
| 05.09.2019 | 8 | 8 | 0,002441 | 000B | 11 | 0,003357 | 000D | 13 | 0,003967 | 068C | 1676 | 0,511475 |
| 06.09.2019 | 7 | 7 | 0,002136 | 000B | 11 | 0,003357 | 000D | 13 | 0,003967 | 06C0 | 1728 | 0,527344 |
| 09.09.2019 | 6 | 6 | 0,001831 | 000D | 13 | 0,003967 | 652 | 1618 | 0,493774 | 005D | 93 | 0,028381 |
| 10.09.2019 | 5 | 5 | 0,001526 | 000C | 12 | 0,003662 | 425 | 1061 | 0,323792 | 5 | 5 | 0,001526 |
| 11.09.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 000C | 12 | 0,003662 | 000C | 12 | 0,003662 | 300 | 768 | 0,234375 |
| 13.09.2019 | 000A | 10 | 0,003052 | 002F | 47 | 0,014343 | 000E | 14 | 0,004272 | 2 | 2 | 0,00061 |
| 23.10.2019 | 000A | 10 | 0,003052 | 003A | 58 | 0,0177 | 000F | 15 | 0,004578 | 3 | 3 | 0,000916 |
| 28.10.2019 | 8 | 8 | 0,002441 | 000C | 12 | 0,003662 | 000D | 13 | 0,003967 | 2 | 2 | 0,00061 |
| 30.10.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003C | 60 | 0,018311 | 000E | 14 | 0,004272 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 31.10.2019 | 5 | 5 | 0,001526 | 000F | 15 | 0,004578 | 555 | 1365 | 0,416565 | 4 | 4 | 0,001221 |
| 06.11.2019 | 000A | 10 | 0,003052 | 003D | 61 | 0,018616 | 000F | 15 | 0,004578 | 2 | 2 | 0,00061 |
| 08.11.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003D | 61 | 0,018616 | 000F | 15 | 0,004578 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 11.11.2019 | 7 | 7 | 0,002136 | 000D | 13 | 0,003967 | 000D | 13 | 0,003967 | 2 | 2 | 0,00061 |
| 12.11.2019 | 7 | 7 | 0,002136 | 000C | 12 | 0,003662 | 000C | 12 | 0,003662 | 000A | 10 | 0,003052 |
| 13.11.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003A | 58 | 0,0177 | 000F | 15 | 0,004578 | 3 | 3 | 0,000916 |

Таблица 6 – Результат обработка данных ТМИ силы тока солнечных панелей с 14.11.19 по 26.12.19

| Дата | Solar Y+ | | | Solar Y- | | | Solar Z+ | | | Solar Z- | | |
|------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | Шестна- дцате- ричное число | Деся- тич- ное число | Сила тока в Амперах | Шестна- дцате- ричное число | Деся- тич- ное число | Сила тока в Амперах | Шестна- дцате- ричное число | Деся- тич- ное число | Сила тока в Амперах | Шестна- дцате- ричное число | Деся- тич- ное число | Сила тока в Амперах |
| 14.11.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003C | 60 | 0,018311 | 10 | 16 | 0,004883 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 15.11.2019 | 000A | 10 | 0,003052 | 003A | 58 | 0,0177 | 000E | 14 | 0,004272 | 3 | 3 | 0,000916 |
| 18.11.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003C | 60 | 0,018311 | 000D | 13 | 0,003967 | 2 | 2 | 0,00061 |
| 19.11.2019 | 8 | 8 | 0,002441 | 000D | 13 | 0,003967 | 29 | 41 | 0,012512 | 3 | 3 | 0,000916 |
| 20.11.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003B | 59 | 0,018005 | 000E | 14 | 0,004272 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 21.11.2019 | 7 | 7 | 0,002136 | 000D | 13 | 0,003967 | 00CF | 207 | 0,063171 | 2 | 2 | 0,00061 |
| 22.11.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003A | 58 | 0,0177 | 000F | 15 | 0,004578 | 2 | 2 | 0,00061 |
| 25.11.2019 | 8 | 8 | 0,002441 | 000D | 13 | 0,003967 | 000D | 13 | 0,003967 | 2 | 2 | 0,00061 |
| 26.11.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 000C | 12 | 0,003662 | 000D | 13 | 0,003967 | 2 | 2 | 0,00061 |
| 29.11.2019 | 000A | 10 | 0,003052 | 003C | 60 | 0,018311 | 000F | 15 | 0,004578 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 04.12.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003B | 59 | 0,018005 | 000F | 15 | 0,004578 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 09.12.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003B | 59 | 0,018005 | 10 | 16 | 0,004883 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 10.12.2019 | 000A | 10 | 0,003052 | 003C | 60 | 0,018311 | 10 | 16 | 0,004883 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 12.12.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003B | 59 | 0,018005 | 10 | 16 | 0,004883 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 13.12.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003A | 58 | 0,0177 | 000F | 15 | 0,004578 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 16.12.2019 | 8 | 8 | 0,002441 | 000C | 12 | 0,003662 | 000C | 12 | 0,003662 | 2 | 2 | 0,00061 |
| 17.12.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003C | 60 | 0,018311 | 000F | 15 | 0,004578 | 2 | 2 | 0,00061 |
| 18.12.2019 | 7 | 7 | 0,002136 | 000D | 13 | 0,003967 | 03DE | 990 | 0,302124 | 007A | 122 | 0,037231 |
| 19.12.2019 | 7 | 7 | 0,002136 | 000E | 14 | 0,004272 | 000B | 11 | 0,003357 | 028E | 654 | 0,199585 |
| 20.12.2019 | 7 | 7 | 0,002136 | 000D | 13 | 0,003967 | 000F | 15 | 0,004578 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 23.12.2019 | 000C | 12 | 0,003662 | 003B | 59 | 0,018005 | 000E | 14 | 0,004272 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 24.12.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003C | 60 | 0,018311 | 10 | 16 | 0,004883 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 25.12.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003C | 60 | 0,018311 | 10 | 16 | 0,004883 | 1 | 1 | 0,000305 |
| 26.12.2019 | 000B | 11 | 0,003357 | 003A | 58 | 0,0177 | 000F | 15 | 0,004578 | 2 | 2 | 0,00061 |

Динамические характеристики полученных данных можно отследить при помощи построенных графиков зависимости силы тока солнечных батарей МКА от даты приема ТМИ.

По рисунку 11 видно, что солнечная батарея Y+ работала стабильно в диапазоне токов от 1,5 мА до 3,7 мА.

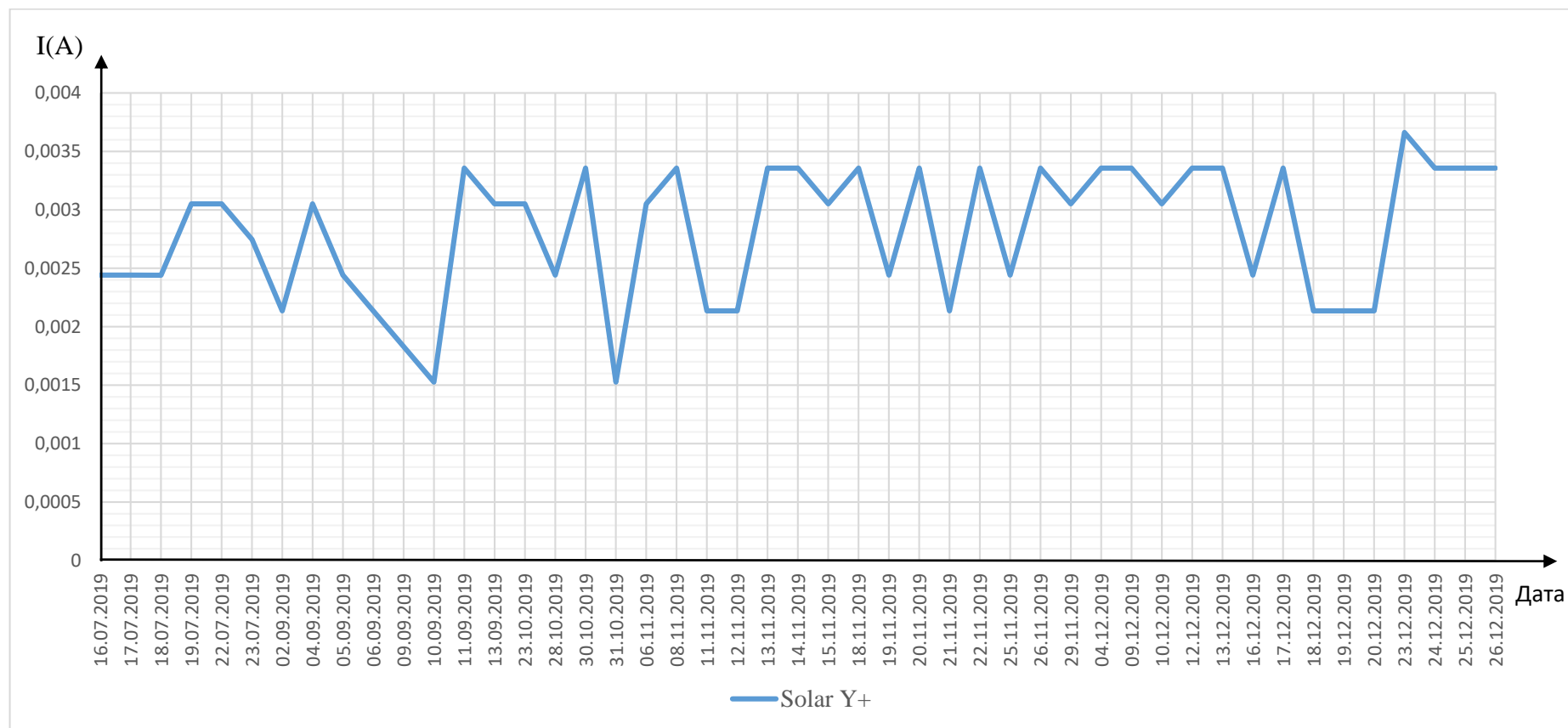


Рисунок 11 – Изменения силы тока солнечной батареи Y+ в период с 16.07.2019 по 26.12.2019 год

По рисунку 12 видно, что солнечная батарея Y– в период с 16.07.19 по 11.09.19 стабильно выдавала ток 4 мА, а в период с 11.09.19 по 26.12.19 начала работать в диапазоне токов от 4 мА до 18 мА.

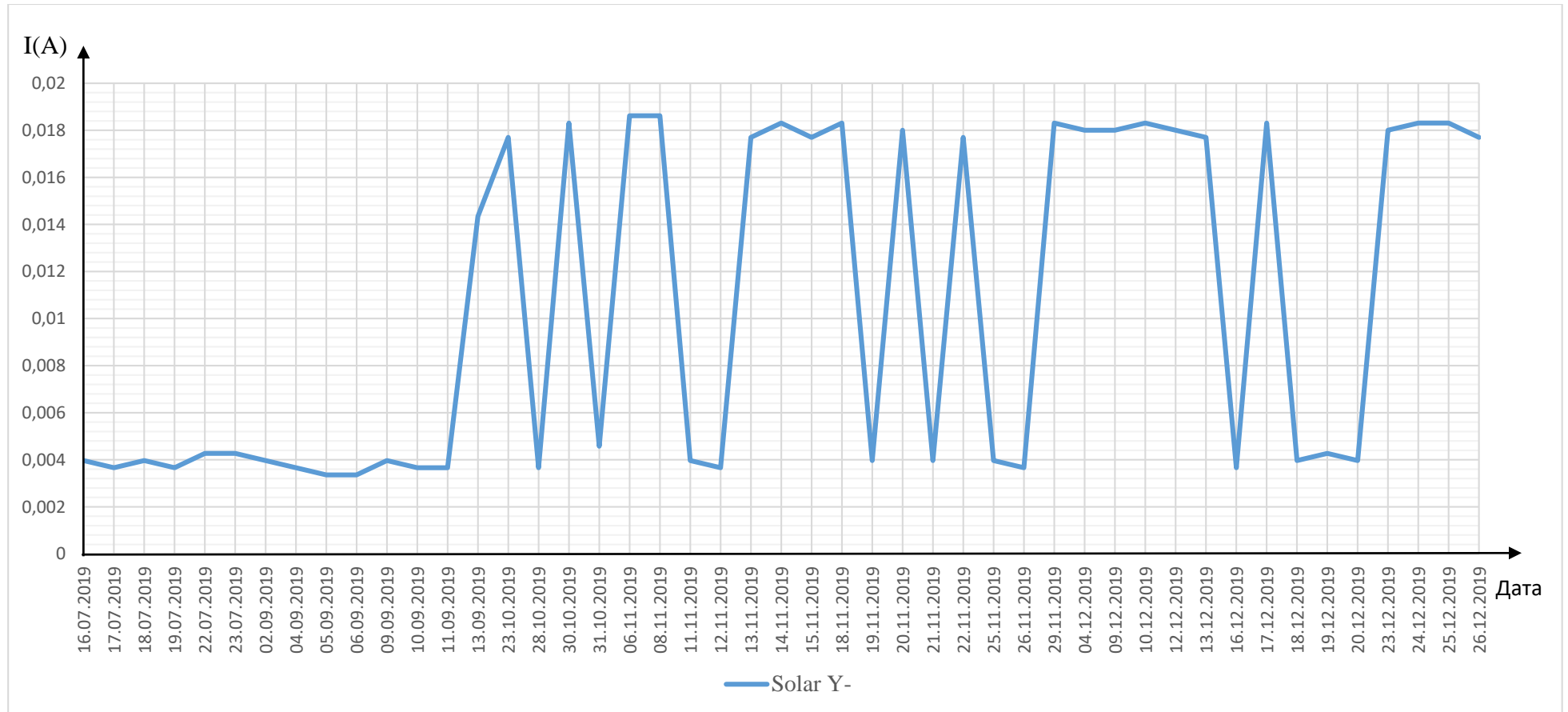


Рисунок 12 – Изменения силы тока солнечной батареи Y– в период с 16.07.2019 по 26.12.2019 год

По рисунку 13 видно, что в основном солнечная батарея Z+ работала стабильно в диапазоне токов от 3 мА до 5 мА (см. рисунок 15), но периодически у нее возникали некие всплески, резкое увеличение выдаваемого тока до 500 мА. Возможно это связано с тем, что панель Z+ связана с панелью X-, которая расположена в другой плоскости.

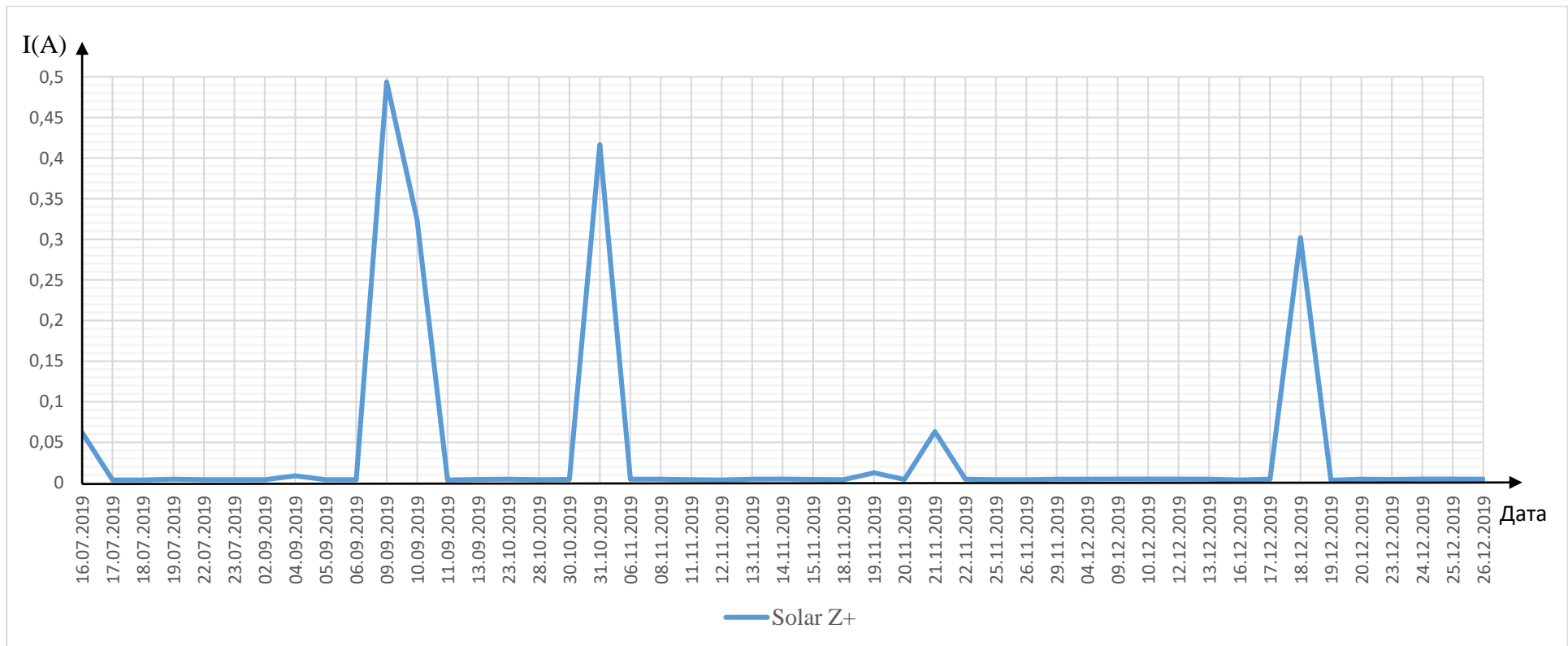


Рисунок 13 – Изменения силы тока солнечной батареи Z+ в период с 16.07.2019 по 26.12.2019 год

По Рисунок 14 видно, что солнечная батарея Z- в основном выдавала небольшие токи в диапазоне от 0 мА до 2мА (см. рисунок 16), но периодически наблюдаются такие же всплески до 530 мА, как и на солнечной панели Z+.

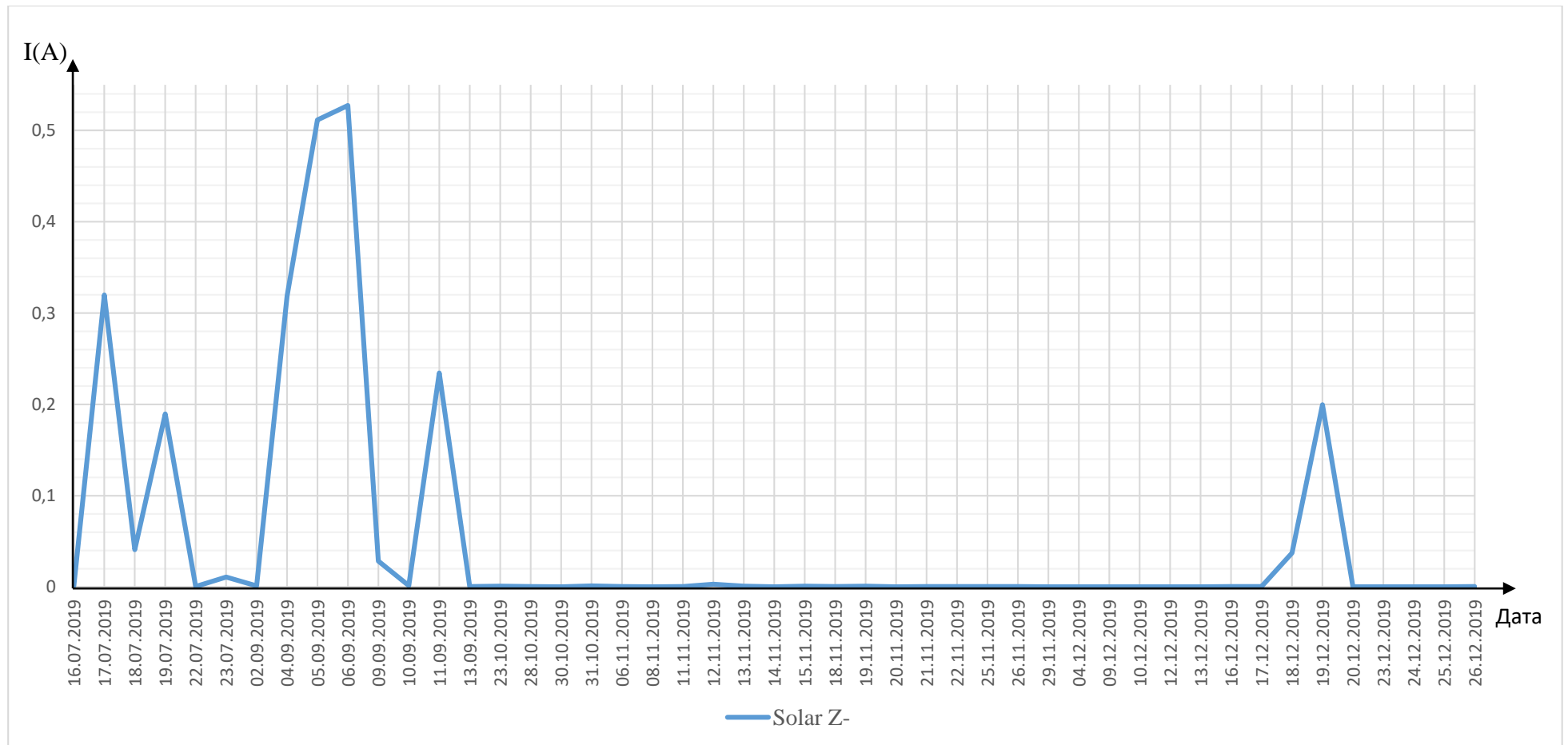


Рисунок 14 – Изменения силы тока солнечной батареи Z- в период с 16.07.2019 по 26.12.2019 год

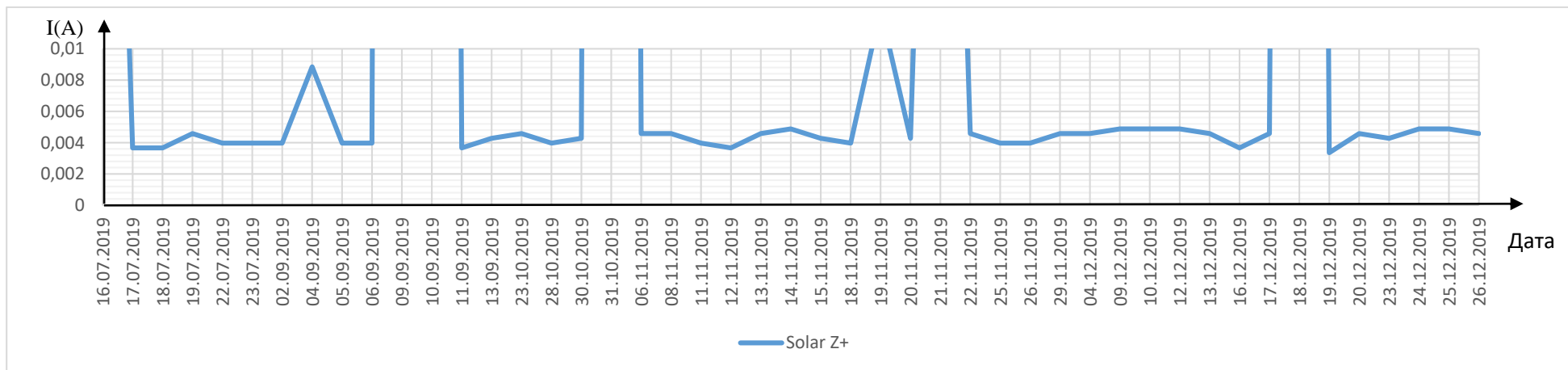


Рисунок 15 – Изменения силы тока солнечной батареи Z+ в диапазоне токов от 0 до 10 мА

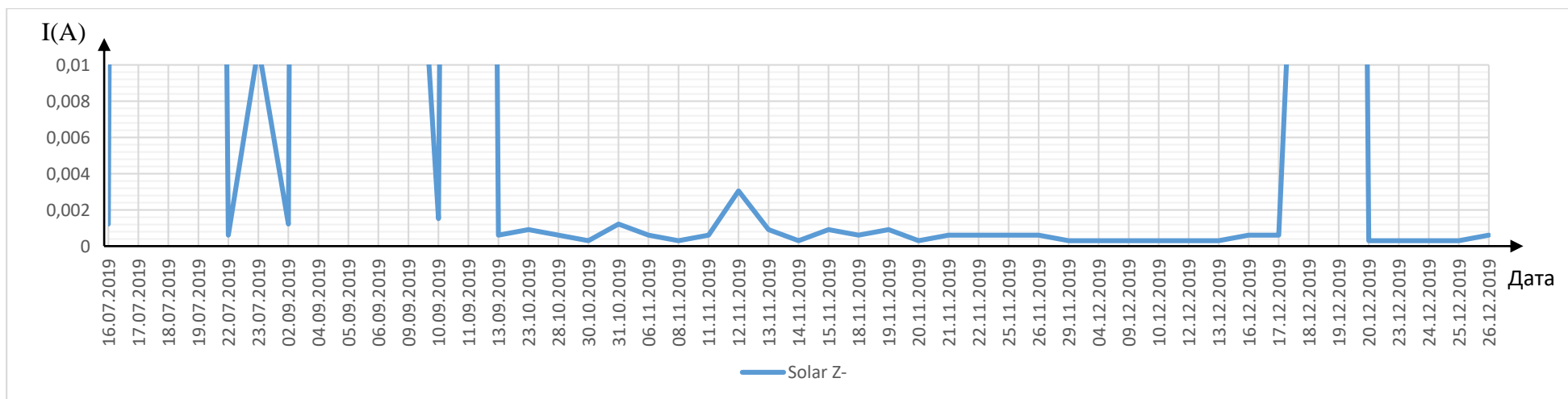


Рисунок 16 – Изменения силы тока солнечной батареи Z- в диапазоне токов от 0 до 10 мА

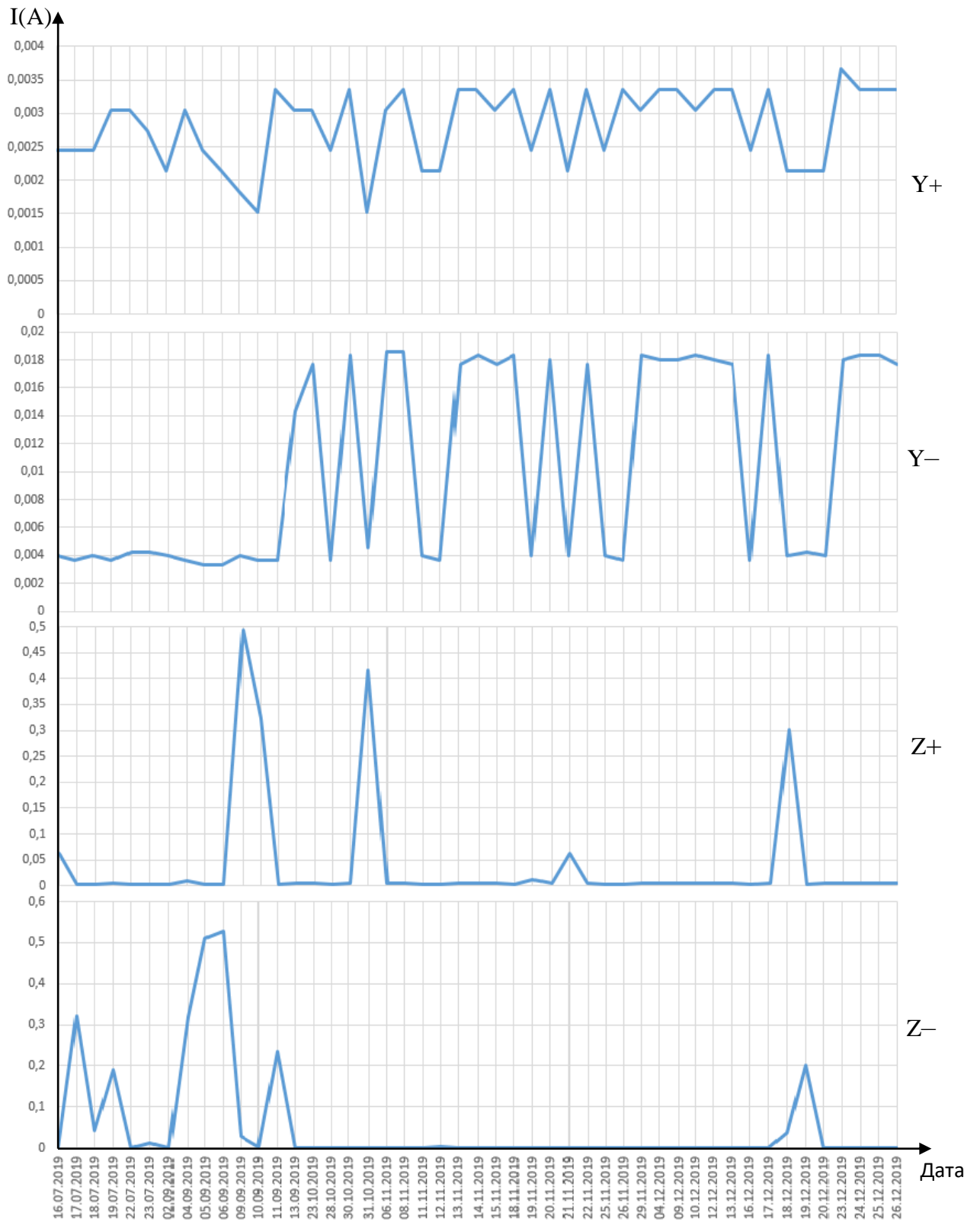


Рисунок 17 – Общий график изменения силы тока солнечных батарей $Y+$, $Y-$, $Z+$, $Z-$ в период с 16.07.2019 по 26.12.2019 год

Анализируя данные графики можно прийти к выводу, что спутник имеет закручивание и при этом закручивании положение панелей таково, что на некоторые приходится больше попадания солнечного света, а на какие-то меньше. Также можно предположить, что спутник на протяжении долгого времени сохраняет один угол относительно солнца при вращении вокруг своей оси.

На данный момент «АмурСат» («АмГУ–1») пролетает в радиовидимости АЦУП 5-6 раз в сутки, из них 2-3 приходится на ночное время суток. Исходя из этого принимать ТМИ со спутника мы можем 2 раза в сутки. При этом частота измеряемых величин составляет 1 раз в минуту. Для того, чтобы определить угловую скорость вращения спутника «АмурСат» («АмГУ–1») необходимо увеличить частоту измерений силы тока солнечных батарей до 1 раза в секунду, что в настоящий момент технически невозможно, т.к. для этого необходимо чтобы на МКА был более мощный бортовой компьютер. Также процедура передачи данных в большем объеме потребует увеличения энергопотребления радиосистемой, а по данным ТМИ, емкости аккумуляторной батареи на данный момент уже недостаточно. Сделать такое заключение стало возможно после того как были приняты и обработаны ТМИ о значениях напряжения аккумуляторной батареи спутника «АмурСат» («АмГУ–1») (показано в таблицах 8,19).

Таблица 7 – Книга обработки данных ТМИ напряжения аккумуляторной батареи

| Аккумуляторная батарея | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|
| Дата | Шестнадцатеричное число | Десятичное число | Напряжение аккумуляторной батареи в Вольтах |
| 43662 | 09AB | =ШЕСТН.В.ДЕС(B3) | =C3*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43663 | 09AE | =ШЕСТН.В.ДЕС(B4) | =C4*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43664 | 09B0 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B5) | =C5*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43665 | 09B2 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B6) | =C6*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43668 | 09AD | =ШЕСТН.В.ДЕС(B7) | =C7*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43669 | 987 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B8) | =C8*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43710 | 09AC | =ШЕСТН.В.ДЕС(B9) | =C9*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43712 | 09AE | =ШЕСТН.В.ДЕС(B10) | =C10*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43713 | 09B0 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B11) | =C11*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43714 | 09AE | =ШЕСТН.В.ДЕС(B12) | =C12*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43717 | 09AF | =ШЕСТН.В.ДЕС(B13) | =C13*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43718 | 09AB | =ШЕСТН.В.ДЕС(B14) | =C14*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43719 | 09AF | =ШЕСТН.В.ДЕС(B15) | =C15*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43721 | 949 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B16) | =C16*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43761 | 08AC | =ШЕСТН.В.ДЕС(B17) | =C17*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43766 | 091A | =ШЕСТН.В.ДЕС(B18) | =C18*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43768 | 905 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B19) | =C19*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43769 | 960 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B20) | =C20*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43775 | 08EA | =ШЕСТН.В.ДЕС(B21) | =C21*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43777 | 901 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B22) | =C22*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43780 | 090E | =ШЕСТН.В.ДЕС(B23) | =C23*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43781 | 910 | =ШЕСТН.В.ДЕС(B24) | =C24*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |
| 43782 | 08BF | =ШЕСТН.В.ДЕС(B25) | =C25*2,5/4096*((124+27,4)/27,4) |

Таблица 8 – Результат обработка данных ТМИ напряжения аккумуляторной батареи с 16.07.19 по 13.11.19

| Аккумуляторная батарея | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|
| Дата | Шестнадцатеричное число | Десятичное число | Напряжение аккумуляторной батареи в Вольтах |
| 16.07.2019 | 09AB | 2475 | 8,347003129 |
| 17.07.2019 | 09AE | 2478 | 8,357120709 |
| 18.07.2019 | 09B0 | 2480 | 8,363865762 |
| 19.07.2019 | 09B2 | 2482 | 8,370610815 |
| 22.07.2019 | 09AD | 2477 | 8,353748182 |
| 23.07.2019 | 987 | 2439 | 8,225592175 |
| 02.09.2019 | 09AC | 2476 | 8,350375656 |
| 04.09.2019 | 09AE | 2478 | 8,357120709 |
| 05.09.2019 | 09B0 | 2480 | 8,363865762 |
| 06.09.2019 | 09AE | 2478 | 8,357120709 |
| 09.09.2019 | 09AF | 2479 | 8,360493235 |
| 10.09.2019 | 09AB | 2475 | 8,347003129 |
| 11.09.2019 | 09AF | 2479 | 8,360493235 |
| 13.09.2019 | 949 | 2377 | 8,016495531 |
| 23.10.2019 | 08AC | 2220 | 7,487008867 |
| 28.10.2019 | 091A | 2330 | 7,857986784 |
| 30.10.2019 | 905 | 2309 | 7,787163727 |
| 31.10.2019 | 960 | 2400 | 8,094063641 |
| 06.11.2019 | 08EA | 2282 | 7,696105512 |
| 08.11.2019 | 901 | 2305 | 7,773673621 |
| 11.11.2019 | 090E | 2318 | 7,817516466 |
| 12.11.2019 | 910 | 2320 | 7,824261519 |
| 13.11.2019 | 08BF | 2239 | 7,551086871 |

Таблица 9 – Результат обработка данных ТМИ напряжения аккумуляторной батареи с 14.11.19 по 26.12.19

| Аккумуляторная батарея | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|
| Дата | Шестнадцатеричное число | Десятичное число | Напряжение аккумуляторной батареи в Вольтах |
| 14.11.2019 | 08F1 | 2289 | 7,719713197 |
| 15.11.2019 | 08EA | 2282 | 7,696105512 |
| 18.11.2019 | 08BC | 2236 | 7,540969292 |
| 19.11.2019 | 08BC | 2236 | 7,540969292 |
| 20.11.2019 | 08CF | 2255 | 7,605047296 |
| 21.11.2019 | 961 | 2401 | 8,097436167 |
| 22.11.2019 | 08F0 | 2288 | 7,716340671 |
| 25.11.2019 | 909 | 2313 | 7,800653834 |
| 26.11.2019 | 820 | 2080 | 7,014855155 |
| 29.11.2019 | 08CC | 2252 | 7,594929716 |
| 04.12.2019 | 08EA | 2282 | 7,696105512 |
| 09.12.2019 | 08F3 | 2291 | 7,72645825 |
| 10.12.2019 | 08BE | 2238 | 7,547714345 |
| 12.12.2019 | 08A1 | 2209 | 7,449911076 |
| 13.12.2019 | 08ED | 2285 | 7,706223091 |
| 16.12.2019 | 903 | 2307 | 7,780418674 |
| 17.12.2019 | 08C3 | 2243 | 7,564576977 |
| 18.12.2019 | 08D3 | 2259 | 7,618537402 |
| 19.12.2019 | 924 | 2340 | 7,891712049 |
| 20.12.2019 | 08FB | 2299 | 7,753438462 |
| 23.12.2019 | 08B2 | 2226 | 7,507244027 |
| 24.12.2019 | 089F | 2207 | 7,443166023 |
| 25.12.2019 | 089F | 2207 | 7,443166023 |
| 26.12.2019 | 08FA | 2298 | 7,750065936 |

Динамические характеристики полученных данных можно отследить при помощи построенного графика зависимости напряжения аккумуляторной батареи МКА от даты приема ТМИ.

По данному графику видно, в период с 16.07.19 по 11.09.19 напряжение аккумулятора было больше 8,3 В, батарея работала в нормальном режиме, но с 11.09.19 напряжение стало резко падать, и аккумуляторная батарея продолжила работу в диапазоне от 7 до 8,1 В.

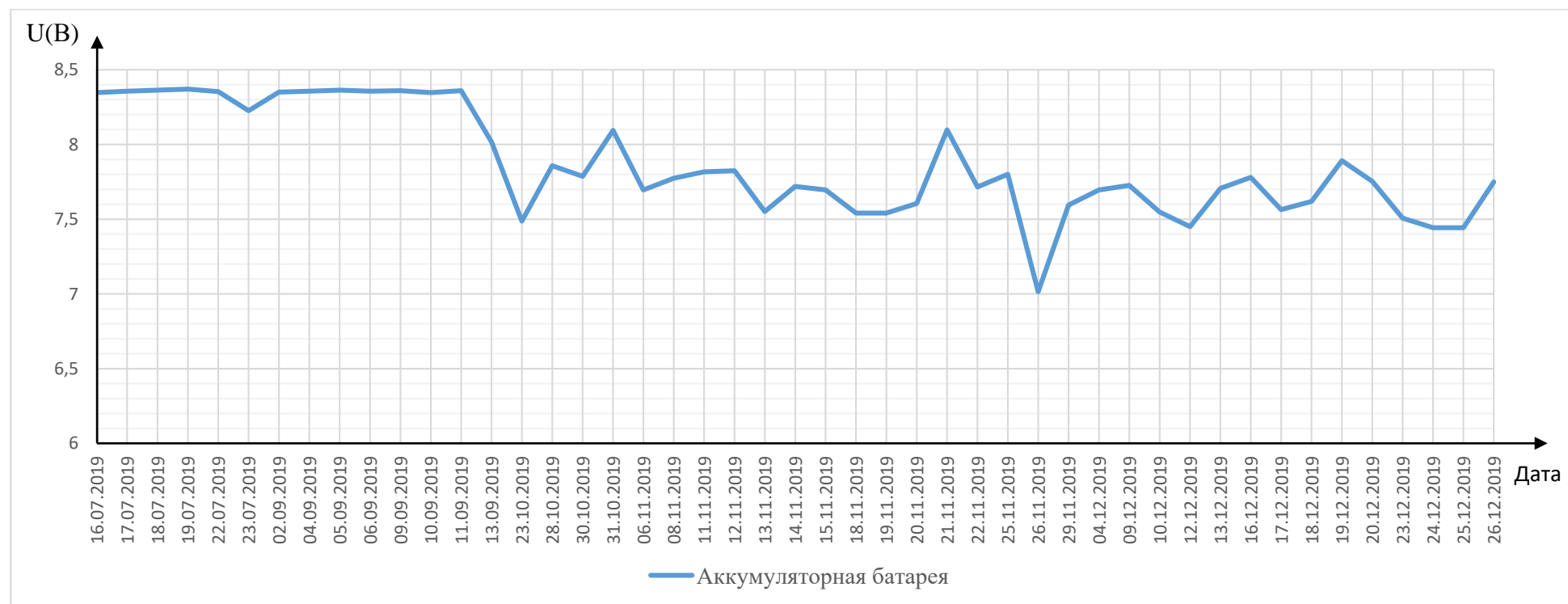


Рисунок 18 – Изменения напряжения аккумуляторной батареи в период с 16.07.2019 по 26.12.2019 г

Снижение напряжения связано с тем, что полезная нагрузка во время работы потребляет энергоресурс аккумуляторной батареи, происходит процесс заряда-разряда количество циклов, которого ограничено. Все это приводит к понижению напряжения аккумуляторной батареи.

3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Целью расчётов, проводимых в экономической части дипломной работы, является оценка затрат на прием и обработку телеметрической информации со спутника «АмурСат» («АмГУ–1») в Амурском центре управления полетами.

Затраты – потребленные ресурсы или деньги, которые нужно заплатить за товары или услуги.

3.1 Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов)

В этот пункт включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода. Результат расчета приведен в таблице 10.

Таблица 10 – Затраты на материалы

| Наименование | Единица измерения | Количество потреб. за 1 год. | Цена за ед., руб. | Общая стоимость, руб. |
|-----------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Бумага | лист | 200 | 2 | 400 |
| Картридж для принтера | шт. | 1 | 800 | 800 |
| Ручка | шт. | 2 | 25 | 50 |
| Тетрадь | шт. | 2 | 60 | 120 |
| Итого | | | | 1370 |

3.2 Основная заработная плата

В настоящий пункт включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты

труда. Научный руководитель работает по 5-дневной недели. И каждый день работает 8 часов. Получается количество часов работы научного руководителя за месяц:

$$T_M = 4 \cdot 5 \cdot 8 = 120(\text{ч.})$$

Месячный должностной оклад научного руководителя (доцент, канд. физ.-мат. наук) определяется:

$$Z_M = Z_6 \cdot k_p = 14300 \cdot 1,2 = 17160(\text{руб.}) \quad (5)$$

где Z_6 – базовый оклад равный 14300(руб.);

k_p – районный коэффициент, равный 1,2 (для Благовещенска).

За час работы научный руководитель получает:

$$Z_{\text{ч}} = \frac{Z_M}{T_M} = \frac{17160}{120} = 143(\text{руб.}) \quad (6)$$

При выполнении работы трудоемкость научного руководителя составляет 30 часов в месяц и 360 часов в год. Следовательно, основная заработная плата научного руководителя в год определяется:

$$Z_{\text{осн(руко.)}} = 143 \cdot 30 \cdot 12 = 51480(\text{руб.})$$

Аналогично определим основную заработную плату работника Амурского ЦУП, который имеет месячный должностной оклад 8700 руб. (инженер):

$$Z_{\text{осн(раб.)}} = 31320(\text{руб.})$$

Суммарная основная заработная плата в год определяется:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{осн(руко.)}} + Z_{\text{осн(раб.)}} = 51480 + 31320 = 82800(\text{руб.}) \quad (7)$$

3.3 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10% от основной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 10\% \cdot 82800 = 8280(\text{руб.}) \quad (8)$$

где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{р}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

3.4 Отчисления на социальные нужды

Пункт включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

Отчисления во внебюджетные фонды:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (82800 + 8280) = 27324(\text{руб.}) \quad (9)$$

где $k_{\text{внеб}} = 0,3$ – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и др.)

3.5 Накладные расходы

Этот пункт содержит затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др.

Накладные расходы составляют 80–100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы. Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 90\% \cdot (82800 + 8280) = 81972(\text{руб.}) \quad (10)$$

где $k_{\text{накл}} = 90\%$ – коэффициент накладных расходов.

3.6 Расходы на электроэнергию

Для подсчета расходов на электроэнергию, которые зависят от количества оборудования, потребляемой мощности (кВт/ч) и времени работы оборудования, удобно использовать таблицу, представленную ниже (см. таблицу 11).

Таблица 11 – Расчет затрат на потребление электроэнергии

| Оборудование | Количество, шт. | Потребление электроэнергии в час, кВт/ч | Сколько дней работает за 1 год | Сколько часов в сутки работает, час. | Стоимость 1 кВт электроэнергии, руб. | Итого за 1 год, руб. |
|--|-----------------|---|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| трансивер ICOM IC-9100 | 1 | 0,216 | 240 | 1,5 | 2,61 | 202,95 |
| блок питания Diamond Antenna GSS-3000 | 1 | 0,75 | 240 | 1,5 | | 704,7 |
| контроллер направления YAESU Elevation – Azimut Dual Controller G-5500 | 1 | 0,12 | 240 | 1,5 | | 112,76 |

| | | | | | | |
|---|---|-------|-----|-----|--|---------|
| Малошумящий усилитель на диапазон 70 см AG-35 | 1 | 0,012 | 240 | 1,5 | | 11,28 |
| Персональный компьютер | 1 | 0,2 | 240 | 8 | | 1002,2 |
| Монитор | 1 | 0,1 | 240 | 8 | | 501,12 |
| Принтер | 1 | 0,04 | 240 | 1,5 | | 37,58 |
| Телевизор | 1 | 0,1 | 240 | 8 | | 501,12 |
| Лампа LT-1200T840S20 | 8 | 0,224 | 240 | 8 | | 1122,5 |
| ИБП | 1 | 0,05 | 240 | 8 | | 250,56 |
| Итого | | | | | | 4446,77 |

Все затраты разгруппированы по пунктам и представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Общая сумма затрат

| Пункты затрат | Сумма, руб. |
|-----------------------------------|-------------|
| 1 Затраты на материалы | 1370 |
| 2 Основная заработная плата | 82800 |
| 3 Дополнительная заработная плата | 8280 |
| 4 Отчисления на социальные нужды | 27324 |
| 5 Накладные расходы | 81972 |
| 6 Затраты на электроэнергию | 4446,77 |
| Итого | 206192,77 |

В данном разделе дипломной работы были рассчитаны затраты на прием и обработку телеметрической информации в Амурском центре управления полетами. Общая сумма затрат составила 206192,77 руб. в год. Наибольшую часть расходов составила основная заработная плата – 82800 руб. и накладные расходы – 81972 руб.

4 ОХРАНА ТРУДА

Введение

В данном разделе, описывается несколько мероприятий по улучшению охраны и условий труда, предложены возможные чрезвычайные ситуации и их предотвращение. Выявление опасных и вредных факторов, которые встречаются в центре управления полётами, их опасное влияние на человека и окружающую среду.

Сущность выпускной квалификационной работы по выполняемой теме заключается в приеме и обработки телеметрии в студенческом центре управления полётами малых космических аппаратов.

АЦУП является наземным комплексом, обеспечивающим управление МКА и наблюдением за ними.

4.1 Профессиональная социальная безопасность

Рабочим местом является научно учебная аудитория №308 главного корпуса Амурского Государственного Университета (корпус №1), в ней находится современный компьютер, периферийные устройства, устройства радиосвязи. Специалист центра при работе сталкивается со следующими воздействиями вредных факторов:

Таблица 13 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении работ на рабочем месте

| Источник фактора, наименование видов работ | Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74) | | Нормативные документы |
|--|-------------------------------|---------|-----------------------|
| | Вредные | Опасные | |
| | | | |

| | | | |
|--|---|--|---|
| Работа в учебной аудитории. Оборудование: компьютер, периферийные устройства, устройства радиосвязи. | 1.Отклонение показателей микроклимата в помещении; 2.Недостаточная освещенность рабочей зоны; 3.Повышенная пульсация светового потока; 4.Превышение уровня шума; 5.Электромагнитное поле от компьютера; | 1. Электрический ток 2. Пожар 3. Землетрясения | Оптимальные и допустимые нормы микроклимата по ГОСТу 12.1.00588; Степени огнестойкости здания устанавливаются согласно СНиП 2.01.02-85. |
|--|---|--|---|

4.2 Анализ вредных факторов при работе в центре управления полётами

4.2.1 Отклонение параметров микроклимата

При использовании студенческого ЦУП, отклонения показателей микроклимата от норм, устанавливаемых нормативно технической документацией (НТД): микроклимат производственных помещений – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также интенсивности излучения от нагретых поверхностей.

Указанные параметры – каждый в отдельности и в совокупности – оказывают значительное влияние на работоспособность человека, его самочувствие и здоровье. При определенных их значениях человек испытывает состояние теплового комфорта, что способствует повышению производительности труда, предупреждению простудных заболеваний. И, наоборот, неблагоприятные значения

микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производственных показателей в работе, привести к таким заболеваниям работающих как различные формы простуды, радикулит, хронический бронхит, тонзиллит и др.

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения. Рабочая зона ограничивается высотой 2,2 м над уровнем пола, где находится рабочее место. При этом нормируются: температура, относительная влажность и скорость движения воздуха СанПиН 2.2.4.548-96 [9]. Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в Вт. Работа инженера – разработчика относится к категории 1б (работа с интенсивности от 140 до 174 Вт). Допустимые параметры микроклимата на рабочем месте для категории 1б приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

| Пе-риод года | Категория работ по уровню энергозатрат, Вт | Температура, °С | | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с | |
|--------------|--|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | | Диапазон ниже оптимальных величин | Диапазон выше оптимальных величин | | | Ниже оптимальных величин, не более | Выше оптимальных величин, не более |
| | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------|----------------|-------------|------------|------------|--------|-----|-----|
| Холодный | 16 (140 – 174) | 19,0 – 20,9 | 23,1– 24,0 | 18,0– 25,0 | 15– 75 | 0,1 | 0,2 |
| Теплый | 16 (140 – 174) | 20,0 – 21,9 | 24,1– 28,0 | 19,0– 29,0 | 15– 75 | 0,1 | 0,3 |

В рабочем помещении отсутствует принудительная вытяжная вентиляция, а имеется лишь естественная. Воздух поступает и удаляется через вытяжное вентиляционное отверстие, щели, двери и форточки. Естественной вентиляции в данном помещении достаточно. В помещении предусмотрена система водяного отопления со встроенными нагревательными элементами и стояками, что в свою очередь обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха в холодное время года. Несмотря на это, в помещении рекомендуется использование принудительной вытяжной вентиляции.

4.2.2 Освещение

Освещенность – получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов. Неудовлетворительное в количественном или качественном отношении освещение не только утомляет зрение, но и вызывает утомление организма в целом.

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1278-03.

На рабочем месте, естественным освещением является Солнце, искусственными - люминесцентные лампы. Нормируемый показатель освещенности на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении составляет 500 люкс (лк)

Для увеличения освещенности, требуется установить необходимые количества ламп, соответствующих мощности и схеме включения.

Пульсация освещенности возникает из-за питания источников света переменными напряжением. Особо большие значения они имеют при использовании малоинерционных источников света, которыми являются люминесцентные лампы. Пульсации освещенности на рабочей поверхности не только утомляют зрение, но и могут вызывать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта за счет появления стробоскопического эффекта.

Для уменьшения коэффициента пульсации люминесцентные лампы включают в разные фазы трехфазной электрической сети.

4.2.3 Шум

Длительное воздействие шума может привести к ухудшению слуха, а в отдельных случаях – к глухоте. Шумовое загрязнение среды на рабочем месте неблагоприятно воздействует на работающих: снижение внимания, увеличение расхода энергии при одинаковой физической нагрузке, замедление скорости психических реакций.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА (таблице 15).

Таблица 15 – Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах

| Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Уровни звука и эквивалентные уровни звука дБА |
|---|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|---|
| 31.5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| 86 | 71 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 38 | |

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 при разработке принимать необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека, до значений, не превышающих допустимые [11].

4.2.4 Электромагнитное поле (ЭМП) от компьютера

Компьютер производит электромагнитное излучение. Большая часть его происходит не от экрана монитора, а от видеокабеля и системного блока. В портативных компьютерах практически все электромагнитное излучение идет от системного блока, располагающегося под клавиатурой. Современные машины выпускаются заводом-изготовителем со специальной металлической защитой внутри системного блока для уменьшения фона электромагнитного излучения.

Безопасные уровни излучений регламентируются нормами Госкомсанэпиднадзора «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03). Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг вольтодобавочного трансформатора (ВДТ) по электрической составляющей должна быть не более [12]:

- В диапазоне частот 5 Гц ÷ 2 кГц – 25 В/м;
- В диапазоне частот 2 кГц ÷ 400кГц – 2,5 В/м.

Плотность магнитного потока должна быть не более:

- В диапазоне частот 5 Гц ÷ 2 кГц – 250 нТл;
- В диапазоне частот 2 кГц ÷ 400кГц – 25 нТл.

Возможные способы защиты от ЭМП:

Основной способ – увеличение расстояния от источника, для избегания последствий экран видеомонитора должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя.

Основные меры защиты от воздействия электромагнитных излучений:

- Уменьшение излучения непосредственно у источника (увеличение расстояния между источником и рабочим местом (ГОСТ 12.4.154 – 85);
- Медосмотр не реже одного раза в год;
- Сокращенный рабочий день;
- Организационные меры (проведение дозиметрического контроля интенсивности электромагнитных излучений не реже одного раза в 6 месяцев;

– Использование мониторов стандарта MPR II и TCO-03 с пониженным уровнем излучения.

4.2.5 Воздействие на человека электромагнитных полей передающих радиотехнических объектов

Обеспечение защиты работающих от неблагоприятного влияния ЭМП осуществляется путем проведения организационных, инженерно-технических и лечебно-профилактических мероприятий согласно, СанПиН 2.1.8/2.2.4.138303 [13].

Организационные мероприятия предусматривают: выбор рациональных режимов работы, ограничение продолжительности пребывания персонала в условиях воздействия ЭМП, организация рабочих мест на расстояниях от источников ЭМП, обеспечивающих соблюдение нормативных требований, соблюдение правил безопасной эксплуатации источников ЭМП.

Инженерно-технические мероприятия включают рациональное размещение источников ЭМП и применение коллективных и индивидуальных средств защиты, в том числе экранирование источников ЭМП или рабочих мест.

Лица, профессионально связанные с воздействием источников ЭМП, должны проходить предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в порядке, установленном соответствующим приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Владельцы (или уполномоченные лица) передающих радиотехнических объектов (ПРТО), зданий, территорий и сооружений, где расположены ПРТО, обязаны пройти обучение по вопросам обеспечения санитарно-эпидемиологических требований электромагнитной безопасности работающих и населения.

Во всех случаях размещения ПРТО его владелец обязан рассматривать возможность применения различных методов защиты (пассивных и активных) для защиты общественных и производственных зданий от ЭМП на стадиях проектирования, строительства, реконструкции и эксплуатации.

В рекомендациях по защите населения от вторичных ЭМП РЧ необходимо предусматривать меры по ограничению непосредственного доступа к источникам вторичного излучения (элементам конструкции зданий, коммуникациям, различным сетям).

Территории (участки крыш), на которых уровень ЭМП превышает ПДУ для населения и на которые возможен доступ лиц, не связанных непосредственно с обслуживанием ПРТО, должны быть ограждены и обозначены предупредительными знаками. При работе на этих участках (кроме персонала ПРТО) передатчики ПРТО должны отключаться.

Во всех случаях пребывания в зоне расположения антенн РРС и ИРС на расстояниях, менее регламентируемых, лиц, не связанных с обслуживанием этих антенн, передатчик должен быть выключен.

Таблица 16 – Предельно допустимые уровни электромагнитных полей диапазона частот 30 кГц - 300 ГГц на рабочих местах персонала

| Параметр | Диапазонах частот (МГц) | | | | |
|--|-------------------------|------------|-------------|--------------|----------------|
| | 0,03 – 3,0 | 3,0 – 30,0 | 30,0 – 50,0 | 50,0 – 300,0 | 300,0 – 300000 |
| Предельно допустимое значение ЭЭЕ, (В/м) ² х ч | 20000 | 7000 | 800 | 800 | – |
| Предельно допустимое значение ЭЭН, (А/м) ² х ч | 200 | – | 0,72 | – | – |
| Предельно допустимое значение ЭЭППЭ, (мкВт/см ²) х ч | – | – | – | – | 200 |

| | | | | | |
|---|-----|-----|-----|----|------|
| Максимальный ПДУ E, В/м | 500 | 296 | 80 | 80 | – |
| Максимальный ПДУ H, А/м | 50 | – | 3,0 | – | – |
| Максимальный ПДУ ППЭ, мкВт/ см ² | – | – | – | – | 1000 |

Примечание. Диапазоны, приведенные в таблице, исключают нижний и включают верхний предел частоты.

Таблица 17 – Предельно допустимые уровни ЭМП диапазона частот 30 кГц – 300 ГГц для населения

| Диапазон частот | 30 – 300 кГц | 0,3 – 3 МГц | 3 – 30 МГц | 30 – 300 МГц | 0,3 – 300 ГГц |
|-----------------------------|---|----------------|---------------|-----------------|--|
| Нормируемый параметр | Напряженность электрического поля, E (В/м) | | | | Плотность потока энергии, ППЭ (мкВт/см ²) |
| Предельно допустимые уровни | 25 | 15 | 10 | 3 | 10 |

Примечание. Диапазоны, приведенные в таблице, исключают нижний и включают верхний предел частоты.

4.3 Анализ выявленных опасных факторов при работе в АЦУП

4.3.1 Электрический ток

Электрические установки представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе работы человек может коснуться комплек-

тующих установки, находящихся под напряжением (электрический ток в розетках 220 В – 50Гц). Корпус и прочие элементы может оказаться под напряжением в результате повреждения, пробоя изоляции.

Согласно ГОСТ 12.1.019 – 79, для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы защиты и средства: защиты оболочки, защитные ограждения, безопасное расположение токоведущих частей, изоляцию рабочего места; малое напряжение, защитное отключение, предупредительную сигнализацию, блокировку.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы: защитное заземление, зануление, выравнивание потенциала, система защитных проводов, защитное отключение, изоляцию нетоковедущих частей, электрическое разделение сети, малое напряжение, контроль изоляции, компенсация токов замыкания на землю, средства индивидуальной защиты.

4.3.2 Экологическая безопасность

При утилизации компьютеров происходит их разработка на фракции: металлы, пластмассы, стекло, провода, штекеры. Из одной тонны компьютерного лома получают до 200 кг меди, 480 кг железа и нержавеющей стали, 32 кг алюминия, 3 кг серебра, 1 кг золота и 300 г палладия.

Существуют следующие методы переработки ЭВМ и защите от него: сортировка печатных плат по доминирующим материалам; дробление и измельчение; гранулирование; сепарация; обжиг полученной массы для удаления сгорающих компонент; расплавление полученной массы; рафинирование; прецизионное извлечение отдельных материалов; создание экологических схем переработки компьютерного лома; создание экологически чистых компьютеров.

Переработка промышленных отходов производится на специальных полигонах для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения токсичных отходов промышленных предприятий.

4.3.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В зоне места выполнения работ возможные чрезвычайные ситуации (ЧС) как пожары, землетрясение, отключение электроэнергии, повышенное значение напряжения в электрической цепи. Из вышеперечисленных ЧС наиболее вероятной является пожар.

В Амурском центре управления полётами имеется различное оборудование: компьютер, трансивер, усилители мощности, в непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода. В неисправленном состоянии, в системе происходит короткое замыкание, тогда в цепи протекает большой ток и приводит к нагреванию и выходу из строя оборудования.

Пожарная опасность помещений определяется особенностями выполняемых в них технологических процессов. Для данного помещения корпуса установлена категория пожарной опасности Д – пониженная пожароопасность, так как в процессе работы используются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии. Все это приводит к необходимости организовать эвакуацию людей.

Для повышения устойчивости объекта к данной ЧС необходимо выполнять следующие мероприятия:

- Улучшать качество изоляционных средств в электроприборах;
- Строго соблюдать технологические карты изготовления, технические требования;
- Контролировать качество выполнения работы, выявить и исправить ошибки;
- Улучшать качество системы заземления и зануления.

Для предупреждения ЧС следует выполнять превентивные меры, как:

- Изучить технические безопасности;
- Не применять нестандартные или неисправные электроприборы (электрорадиоизделия);

– Нельзя пользоваться электроприборами при открытых токоведущих проводах и отсутствии специальных защитных средств;

– Запретить самовольно проводить электромонтажную работу;

– Применить систему заземления и зануления.

Пожарная безопасность при разработке данной системы обеспечивается следующими мерами:

– Регулярное проведение инструктажа сотрудников и студентов по технике безопасности;

– Наличие плана эвакуации людей при возникновении пожара;

– Автоматическая пожарная сигнализация и телефонная связь с пожарной охраной;

– Наличие средств пожаротушения (огнетушители ОУ, ОП), пожарный инструмент, песок.

При возникновении ЧС необходимо выполнить следующие действия:

– Сообщить о случившемся ситуации в службу спасения по телефону (01 или 010);

– Приступить к первичным средствам пожаротушения, имеющимся в помещении средствами пожаротушения;

– Покинуть опасную зону.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствии с государственными стандартами и правовыми нормами обеспечения безопасности предусмотрена рациональная организация труда в течение смены, которая предусматривает:

- Длительность рабочей смены не более 8 часов для работающих на полную ставку;

- Установление двух регламентируемых перерывов (первый длительностью в 15 минут после 1–2 часов работы, второй перерыв – на обед длительностью не менее 40 минут).

Обязательно предусмотрен предварительный медосмотр при приеме на работу и периодические медосмотры.

Каждый сотрудник должен пройти инструктаж по технике безопасности перед приемом на работу и в дальнейшем, должен быть пройден инструктаж по электробезопасности и охране труда.

Предприятие обеспечивает рабочий персонал всеми необходимыми средствами индивидуальной защиты.

Оплата труда, социальные пособия, дополнительные выплаты устанавливаются в соответствии со степенью вредности и опасности выполняемых обязанностей

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках дипломной работы были показаны результаты приема и обработки телеметрической информации о силе тока солнечных батарей, а также напряжения аккумуляторной батареи МКА, полученные с первого спутника Амурского госуниверситета и Дальневосточного федерального округа – «Амур-Сат» (АмГУ–1»). Проведен детальный анализ полученной информации.

В технологической части работы представлены созданные автором в программе Excel электронные таблицы, с помощью которых возможно в сжатые сроки обработать принятые данные ТМИ.

В экономической части были рассчитаны затраты на прием и обработку ТМИ в Амурском центре управления полетами. В разделе охраны труда были рассмотрены вопросы возникновения и предупреждения опасных и вредных факторов труда в АЦУП.

Предложено увеличить трафик ТМИ приходящийся на силу тока солнечных батарей. На базе этих данных станет возможным определить угловую скорость МКА. В будущем, при разработке нового спутника это позволит отказаться от «магнитометра», что в свою очередь приведет к уменьшению массы проектируемого спутника.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Абламейко, С. В. Малые космические аппараты: пособие для студентов факультетов радиофизики и компьютерных технологий. / С. В. Абламейко, В.А. Саечников, А.А. Спиридонов. – Минск: БГУ, 2012 – 159с.

2 «АМГУ-1» («АМУРСАТ») - ПЕРВЫЙ СПУТНИК АМГУ/ Фомин Д.В./ в сборнике: Космонавтика: наука и образование Сборник материалов Всероссийской научной конференции. Ответственный редактор В.В. Соловьев. 2019. С. 15-18.

3 «АМУРСКИЙ ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТАМИ»: СТАНОВЛЕНИЕ И СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ»/ Г.А. Лебедев, Д.В. Фомин, А.Д. Плутенко, А.В. Козырь, С.С. Волгин/ XLIV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства (Москва, 28—31 января 2020 г.): сборник тезисов: в 2 т. / Российская академия наук— Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.

4 Кунахов, А.П. прием и обработка телеметрии первого университетского спутника ДФО – «АМГУ-1» («АМУРСАТ») / А.П. Кунахов [и др.]: // МОЛОДЕЖЬ XXI ВЕКА: ШАГ В БУДУЩЕЕ: матер. XXI регион. науч. практ. конф. (Благовещенск, 20 мая 2020 г.). В 4 т. – Благовещенск: Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2020. – С. 200–201.

5 Направленная антенна Волновой канал. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.junradio.com/portfel/sibi/Chapter1/1-13.htm> – 12.06.2020.

6 Распространение радиоволн в космических условиях. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.decoder.ru/list/all/topic_179_1/ – 12.06.2020.

7 СибГау – Студенческий центр управления полетами. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sat.sibsau.ru/> – 13.06.2020.

8 CubeSat. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/CubeSat> – 13.06.2020.

9 СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

10 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

11 ГОСТ 12.1.003-83. Шум – общие требования безопасности.

12 СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

13 СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383–03 Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов.

14 Сравнение спектральных характеристик измеренного и восстановленного сигналов при оценке угловой скорости вращения опытного образца малого космического аппарата «Аист» с помощью данных о токе с панелей солнечных батарей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pribor.tgizd.ru/ru/arhiv/19239> – 14.06.2020