

**Защита космического аппарата от внешних воздействий**

**Ячков Иван Викторович**

инженер по испытаниям 1 категории  
«Научно-производственное объединение им. С. А. Лавочкина»  
г. Химки, Россия

**Егоров Артём Юрьевич**

инженер по испытаниям 2 категории  
«Научно-производственное объединение им. С. А. Лавочкина»  
г. Химки, Россия

**Сапаров Ильнар Ильнурович**

инженер по испытаниям  
«Научно-производственное объединение им. С. А. Лавочкина»  
г. Химки, Россия

**Хлебников Михаил Дмитриевич**

инженер по испытаниям  
«Научно-производственное объединение им. С. А. Лавочкина»  
г. Химки, Россия

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются основные аспекты защиты космических аппаратов (КА) от различных угроз, таких как радиация, метеориты и электромагнитные помехи. Особое внимание уделяется использованию специальных материалов и методов защиты, таких как экранирование, а также различные виды пассивной и активной защиты. Рассматриваются защитные методы в зависимости от назначения и эксплуатационной среды, а также конструктивные особенности оболочки КА и теплоизоляционные материалы. В целом, данная статья представляет собой исследование основных принципов и методов защиты космических аппаратов от воздействия различных факторов, которые могут сказываться на их работоспособности и безопасности.

**Ключевые слова:** космические аппараты, угрозы, радиация, электромагнитные помехи, экранирование, пассивная защита, активная защита, теплоизоляционные материалы, безопасность.

**Protection of a space vehicle from external influences**

**Iachkov Ivan Viktorovich**

Test Engineer 1st Category  
Lavochkin Scientific and Production Association  
Khimki, Russia

**Egorov Artem Yuryevich**

Test Engineer 2nd Category  
Lavochkin Scientific and Production Association

Khimki, Russia  
**Saparov Inar Inurovich**  
Test Engineer, Lavochkin Scientific and Production Association,  
Khimki, Russia  
**Khlebnikov Mikhail Dmitriyevich**  
Test Engineer  
Lavochkin Scientific and Production Association,  
Khimki, Russia

**Annotation.** This article discusses the main aspects of protecting spacecraft (SV) from various threats, such as radiation, meteorites and electromagnetic interference. Particular attention is paid to the use of special materials and methods of protection, such as shielding, as well as various types of passive and active protection. Protective methods are considered depending on the purpose and operating environment, as well as the design features of the spacecraft shell and thermal insulation materials. In general, this article is a study of the basic principles and methods of protecting spacecraft from the influence of various factors that may affect their performance and safety.

**Keywords:** spacecraft, threats, radiation, electromagnetic interference, shielding, passive protection, active protection, thermal insulation materials, safety.

Космические аппараты (КА) занимают важную роль в исследовании космоса, однако они также сталкиваются с потенциальными угрозами, такими как радиация и метеоритные столкновения. Обеспечение защиты этих аппаратов является существенным компонентом их проектирования. Одним из основных методов защиты является использование особых материалов, которые выдерживают неблагоприятные условия космической среды. Экранирование от электромагнитных воздействий также важно, чтобы предотвратить влияние электронные системы КА. Так же, использование дублирующих комплектов аппаратуры и бортовой кабельной сети позволяет восстановить работоспособность КА при возникновении не штатных ситуаций [1].

Различают несколько факторов влияющих на работу систем КА:

- механические воздействия;
- радиационная;
- температурные перепады;
- динамические нагрузки;
- электростатическое воздействие;

В зависимости от назначения и среды эксплуатации КА внедряют дополнительные виды защиты (например, от влияния диоксида серы). Способы защиты можно разделить на две основные группы. Активную и пассивную. Пассивная защита КА имеет несколько основных задач.

1 Обеспечение защиты от микрометеоритов и космического мусора.

Для этой цели используются различные материалы, способные выдерживать высокие скорости столкновения и предотвращать повреждения

аппарата. Особая конструкция оболочки, особенно состоящая из нескольких слоев, способствует поглощению ударной силы [2].

## 2 Защита от радиации.

В космосе на КА воздействует сильное радиационное излучение, которое может привести к необратимым последствиям и сбоям в системе. Для предотвращения воздействия радиации применяются материалы и покрытия, способные блокировать или поглощать радиационное излучение.

## 3 Защита от тепловых воздействий.

В условиях космоса КА подвергаются резким колебаниям температуры, что может привести к повреждениям и нарушениям функционирования системы. Для преодоления этой проблемы применяются специальные материалы для теплоизоляции и системы регулирования температуры, способные поддерживать оптимальные условия внутри аппарата [3].

Активная защита космических аппаратов представляет собой комплексные подходы и технологии, целью которых является обеспечение безопасности аппаратов в космосе. Они широко используются для предотвращения повреждений и сбоев в системах космических аппаратов, а также для защиты их от различных внешних воздействий. Активная защита КА имеет несколько основных задач:

### 1. Система активного управления полетом.

Она обеспечивает точное управление положением и ориентацией аппарата в пространстве, что позволяет избежать столкновений с другими объектами и предотвратить повреждения.

### 2. Система детектирования и предотвращения столкновений.

В космическом пространстве существует опасность столкновения космического аппарата с другими объектами, такими как спутники, осколки космического мусора или астероиды. Для предотвращения столкновений используются системы мониторинга и управления, которые отслеживают близость объектов и оповещают об угрозе. Если существует реальная угроза столкновения, эти системы способны инициировать маневры, которые изменяют траекторию космического аппарата, предотвращая возможное столкновение с другим объектом в космосе. Это позволяет обеспечить безопасность космических миссий и сохранить целостность аппаратов.

### 3. Специальные материалы.

Для предотвращения воздействия от космической радиации используются специальные материалы и покрытия с высоким уровнем поглощения этих видов излучения. Эти материалы разработаны с целью снижения воздействия радиации на электронику и другие чувствительные компоненты космического аппарата. Их особенность заключается в способности поглощать или отражать определенные части спектра излучения, минимизируя негативное воздействие на электронные системы и оборудование аппарата во время его работы в космическом пространстве. Это помогает сохранить надежность и работоспособность аппарата в условиях высокой радиационной активности.

### 4. Системы активного охлаждения.

Современные космические аппараты оборудованы передовыми системами активного охлаждения. Эти системы разработаны для того, чтобы поддерживать оптимальный уровень температуры внутри аппарата и предотвращать, перегрев его компонентов. Это помогает увеличить долговечность и эффективность работы аппарата в космическом пространстве. Активное охлаждение способствует оптимизации работы электроники и других чувствительных устройств на борту космического аппарата, обеспечивая их стабильную работу в условиях космического полета и увеличивая общий срок службы аппарата.

#### 5. Защиты от электростатических разрядов.

Разрядные щетки являются частью системы статического электричества, обеспечивая выведение накопленных зарядов, которые могут возникать на поверхности космического аппарата в результате взаимодействия с космической средой. Установленные на выступающих частях аппарата, эти щетки создают путь для электрического тока, обеспечивая разряд зарядов и предотвращая накопление статического заряда, что может помочь избежать нежелательных электростатических разрядов и защитить аппарат от потенциальных повреждений [4]. Кроме того, электропроводящие покрытия, применяемые на поверхности КА, являются эффективным средством защиты от статического электричества. Они обладают способностью разряжать его и предотвращать накопление. Более того, такие покрытия также защищают аппарат от воздействия внешних электромагнитных полей и помех.

#### 6. Защита от динамических нагрузок.

Динамические нагрузки, с которыми сталкивается космический аппарат при запуске на орбиту. Эти нагрузки могут негативно повлиять на его структуру и компоненты. Для борьбы с динамическими нагрузками применяются специальные амортизирующие системы, состоящие из амортизаторов. Такие системы способны поглощать и распределять энергию от головки ракеты к основной структуре аппарата. Благодаря этому ударные нагрузки смягчаются, что снижает риск повреждения компонентов и оборудования [5]. Стоит обратить внимание на вибрационные воздействия. Для определения устойчивости космических аппаратов, проводят испытания на вибрационных стендах (шейк-тест). В процессе шейк-теста аппарат закрепляется на специальной платформе, которая способна создать передачу вибраций. Затем на платформу подаются вибрации определенной частоты и интенсивности. Аппарат измеряет эти вибрации и их воздействие на его компоненты. Цель шейк-теста — проверить, нет ли у аппарата уязвимых мест, которые могут повредиться или выйти из строя в условиях вибраций. Во время теста аппарат проходит ряд испытаний, которые включают в себя длительную вибрацию, короткие импульсные нагрузки и различные динамические нагрузки.

Таким образом можно сделать вывод, что обеспечение мер по защите КА играет основную роль на этапе разработки. Выполнение всех действующих и внедрение дополнительных способов защиты от воздействий внешних факторов, исходя из условий среды, позволит увеличить срок службы служебной и научной электроники.

### **Список литературы**

1. Северцев В.Н., Гулякович В.Н. Комплексная защита электронных устройств космических аппаратов от электромагнитных помех// Инженерный вестник Дона-2017- URL: <https://clck.ru/UzvYr>.
2. Зеленцов В.В. Защита космического аппарата от воздействия внешних фрагментов мелкого космического мусора// Машиностроение и компьютерные технологии-2015-6-14 с.
3. Защита людей и аппаратуры в космосе // [Электронный ресурс] URL: <https://goo.su/oPELRf>. - (дата обращения: 20.11.2023)
4. Соколов, О. А. Защита самолетов от электростатического заряда и электрических разрядов// Молодой ученый. — 2023. —с. 26-29.
5. Маклаков С.Ф., Мишин В.А., Яицков И.А. К разработке устройств для защиты оборудования от динамических нагрузок на основе упругопластических амортизаторов// Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2021. —с. 167-172.

### **Literature**

1. Severtsev V.N., Gulyakovich V.N. Comprehensive Protection of Electronic Devices of Spacecraft from Electromagnetic Interference// Engineering Bulletin of Don-2017- URL: <https://clck.ru/UzvYr>.
2. Zelentsov V.V. Protection of Spacecraft from the Impact of External Fragments of Small Space Debris// Mechanical Engineering and Computer Technologies-2015-6-14 pp.
3. Protection of Humans and Equipment in Space // [Electronic resource] URL: <https://goo.su/oPELRf>. - (accessed: 20.11.2023)
4. Sokolov, O. A. Protection of Aircraft from Electrostatic Charge and Electrical Discharges// Young Scientist. — 2023. —pp. 26-29.