

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

**«Московский государственный институт электроники и математики
(технический университет)»**

«Утверждаю»

И.о. ректора МИЭМ

_____/Кулагин В.П./

«__»_____2011 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

повышения квалификации и переподготовки кадров

«Обеспечение радиационной стойкости бортовой аппаратуры космических
аппаратов при проектировании»

Факультет Информатики и телекоммуникаций

Кафедра «Радиоэлектронные и телекоммуникационные устройства и систе-
мы»

Москва – 2011 г.

Цели и задачи программы.

Получение необходимого объема знаний в области научно-технического руководства и организации работ по обеспечению радиационной стойкости бортовой аппаратуры космических аппаратов при проектировании.

Программа готовит слушателя к решению следующих профессиональных задач:

- проектная деятельность:
 - разработка тематических планов работ, обоснование тем исследований и разработок в области радиационной стойкости бортовой аппаратуры;
 - разработка технических заданий и другой технической документации, обоснование эффективности работ по повышению стойкости бортовой аппаратуры при проектировании.
- научно-исследовательская деятельность:
 - разработка принципов построения моделей стойкости бортовой аппаратуры и методов их решения;
 - разработка методических указаний, инженерных методик и др. для расчетной оценки и обеспечения радиационной стойкости бортовой аппаратуры при проектировании.
- производственно-технологическая деятельность:
 - разработка стандартов, положений и др. НТД по вопросам радиационной стойкости бортовой аппаратуры;
 - подготовка отзывов, заключений, рецензий на НТД и результаты НИР и ОКР в области обеспечения радиационной стойкости бортовой аппаратуры;
 - проведение консультаций, оказание технической помощи по вопросам обеспечения и повышения радиационной стойкости бортовой аппаратуры при проектировании;
 - составление научно-технических отчетов по расчетам радиационной стойкости бортовой аппаратуры.
- организационно-управленческая деятельность:

- научное и методическое руководство, контроль над исследованиями и разработками в области обеспечения радиационной стойкости бортовой аппаратуры;

- организация рассмотрений и обсуждений результатов исследований радиационной стойкости бортовой аппаратуры, заявок на изобретения и др., обоснование и составление заключений.

- сервисно-эксплуатационная деятельность:

- эксплуатация программных средств расчета радиационной стойкости.

1. Требования к уровню освоения содержания программы.

В результате изучения программы при решении профессиональных задач слушатель должен:

- разрабатывать предложения по основным направлениям повышения радиационной стойкости проектируемой бортовой аппаратуры на основе изучения информации о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники;
- обосновывать разделы тактико-технических требований и технических заданий для разрабатываемой или модифицируемой бортовой аппаратуры по номенклатуре показателей спецстойкости и критериям оценки их количественных значений;
- обосновывать требования по радиационной стойкости и методы расчетной оценки для вновь разрабатываемых составных частей изделия и комплектующих элементов;
- разрабатывать мероприятия «Программы обеспечения радиационной стойкости при разработке» для вновь разрабатываемых или модифицируемых радиоэлектронных средств;
- обеспечивать оптимальное распределение требований по радиационной стойкости между составными частями изделия;
- проводить расчетную оценку радиационной стойкости возможных вариантов схемных и конструкционных решений построения изделия и

разрабатывать рекомендации по их изменению с целью повышения стойкости;

- совершенствовать методы повышения и оценки радиационной стойкости проектируемой бортовой аппаратуры;
- осуществлять методическое руководство расчетами радиационной стойкости проектируемой бортовой аппаратуры, их контроль и согласование;
- проводить оценку влияния режимов работы элементов на характеристики стойкости и разрабатывать рекомендации по их изменению с целью повышения стойкости;
- участвовать в защите эскизных и технических проектов по разделу «Радиационная стойкость».

Настоящая программа направлена на то, что после его изучения слушатель будет знать:

- основные положения по обеспечению радиационной стойкости и методы их практического применения при проектировании бортовой аппаратуры;
- Российские и международные стандарты в области управления качеством (*ISO* серии 9000), *CALS*(ИПИ)-технологий (*ISO* серии 10303) и надежности и стойкости (ГОСТ серии 27 и КГВС «МОРОЗ-6»);
- основные направления повышения радиационной стойкости проектируемой (модифицируемой) бортовой аппаратуры;
- принципы применения ЭВМ для решения задач по обеспечению радиационной стойкости бортовой аппаратуры на базе ИПИ-технологий;
- отечественные и зарубежные программные средства (*RAM*-системы) расчета радиационной стойкости бортовой аппаратуры;

Учебный материал программы необходим не только как самостоятельные знания, но и для лучшего понимания элементов Системы качества предприятий-разработчиков аппаратуры, приборов и устройств.

2. Объем программы и вид учебной работы.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость программы	72
Лекции (Л)	64
Выпускная работа	8
Вид итогового контроля	зачет

3. Содержание программы

3.1. Разделы программы и виды занятий

№ п/п	Раздел программы	Вид занятий
1	Основы обеспечения радиационной стойкости	Лекции (Л)
2	Организация обеспечения радиационной стойкости	*
3	Методы оценки радиационной стойкости	*
4	Повышение радиационной стойкости аппаратуры	*
5.	Испытания	*
6.	Средства автоматизации	*

3.2. Содержание разделов программы.

Раздел «Основы обеспечения радиационной стойкости» (16 ч.)

Радиационная стойкость: общие понятия, термины и определения. Классификация воздействия ионизирующего излучения космического пространства. Виды радиационных эффектов. Классификация бортовой аппаратуры космических аппаратов по группе исполнения в соответствии с КГВС «МОРОЗ-6». Уровень защиты бортовой аппаратуры в зависимости от назначения.

Раздел «Организация обеспечения радиационной стойкости» (12 ч.)

Организация исследования радиационной стойкости. Нормативно-технические документы по обеспечению радиационной стойкости. Общая методика обеспечения радиационной стойкости бортовой аппаратуры.

Раздел «Методы оценки радиационной стойкости» (20 ч.)

Анализ технического задания. Требования к элементной базе и конструкции. Методы расчета накопленной дозы бортовой аппаратуры. Расчет ко-

эфициента запаса. Методы оценки частоты возникновения одиночных сбоев. Методы оценки вероятности возникновения катастрофических отказов. Пример комплексной оценки радиационной стойкости блока бортовой аппаратуры на этапе проектирования.

Раздел «Повышение радиационной стойкости аппаратуры» (4 ч.)

Способы повышения радиационной стойкости бортовой аппаратуры. Парирование одиночных эффектов.

Раздел «Испытания» (8 ч.)

Проведение испытаний. Экспериментальные методы и установки. Сертификация ЭРИ. Анализ результатов сертификационных испытаний на радиационную стойкость. Составление программ и методик испытаний бортовой аппаратуры на спецстойкость. Анализ результатов.

Раздел «Средства автоматизации» (4 ч.)

Обзор программных средств для оценки радиационной стойкости. Обзор баз данных ЭРИ для поиска исходных данных.

3.3.Понедельный план проведения занятий - лекционных и практических.

№ п/п	Лекции	(часы)
1	2	3
1.1	Радиационная стойкость: общие понятия, термины и определения.	4
1.2	Классификация воздействий ионизирующего излучения космического пространства.	4
1.3	Виды радиационных эффектов.	4
1.4	Классификация бортовой аппаратуры космических аппаратов по группе исполнения в соответствии с КГВС «Мороз-6». Уровень защиты бортовой аппаратуры в зависимости от назначения.	4
2.5	Организация исследования радиационной стойкости.	4

2.6	Нормативно-технические документы по обеспечению радиационной стойкости.	4
2.7	Общая методика обеспечения радиационной стойкости бортовой аппаратуры космических аппаратов.	4
3.8	Анализ технического задания. Требования к элементной базе и конструкции.	4
3.9	Методы расчета накопленной дозы бортовой аппаратуры. Расчет коэффициента запаса по предельной накопленной дозе.	4
3.10	Методы оценки частоты возникновения одиночных сбоев.	4
3.11	Методы оценки вероятности возникновения катастрофических отказов.	4
3.12	Пример комплексной оценки радиационной стойкости блока бортовой аппаратуры на этапе проектирования.	4
4.13	Способы повышения радиационной стойкости бортовой аппаратуры. Парирование одиночных эффектов.	4
5.14	Проведение испытаний. Экспериментальные методы и установки. Сертификационные испытания ЭРИ. . Анализ результатов сертификационных испытаний на радиационную стойкость.	4
5.15	Составление программ-методик испытаний бортовой аппаратуры. Испытания бортовой аппаратуры на спецстойкость. Анализ результатов	4
6.16	Обзор программных средств для оценки радиационной стойкости. Обзор баз данных для поиска исходных данных.	4

4. Лабораторный практикум – нет.

5. Тематика выпускной работы.

Исследование радиационной стойкости электронного модуля.

6. Учебно – методическое обеспечение программы.

6.1.Рекомендуемая литература.

а) Основная литература:

1. ОСТ 134-1034-2003 Методы испытаний и оценки стойкости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов к воздействию электронного и протонного излучений космического пространства по дозовым эффектам - 2003. - 43 с.
2. РД 134-0139-2005 Методы оценки стойкости к воздействию заряженных частиц космического пространства по одиночным сбоям и отказам. – 2005. – 78 с.
3. ГОСТ 18298-1979 Стойкость аппаратуры, комплектующих элементов и материалов радиационная Термины и определения.
4. ГОСТ 25645.103-84 Условия физические космического пространства. Термины и определения.
5. ОСТ 134-1044-2007 НДТ по стандартизации РКТ. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование космических аппаратов. Методы расчета радиационных условий на борту космических аппаратов и установления требований по стойкости радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов к воздействию заряженных частиц космического пространства естественного происхождения.

б) Дополнительная литература:

1. ГОСТ 25645.106-84. Пояса Земли градиационные естественные. Термины и определения. – Госкомитет СССР по стандартам. – 1984.
2. ГОСТ РВ 20.39.305-97. Требования по стойкости к воздействию СФ
3. ГОСТ РВ 20.57.308-97. Методы оценки стойкости к воздействию СФ*.
4. Модель космоса. Под редакцией проф. М. И. Панасюка и проф. Л. С. Новикова. Том II. Воздействие космической среды на материалы и оборудование космических аппаратов. М.: Университет, книжный дом. – 2007. – 1144 с.
5. Чумаков А. И. Действие космической радиации на интегральные схемы. - М.: Радио и связь, 2004. - 320 с.
6. ГОСТ 26883-1986 Внешние воздействующие факторы Термины и

определения.

7. Методические указания по обеспечению стойкости бортовой аппаратуры изделий разработки ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» к воздействию тяжелых заряженных частиц и высокоэнергетичных протонов космического пространства

8. . ГОСТ 25645.104-84 Лучи космические. Термины и определения.

6.2. Средства обеспечения программы:

обучающие компьютерные программы (*Internet*-ресурсы, [http: www.students.distudy.ru](http://www.students.distudy.ru)).

7. Материально – техническое обеспечение программы:

- лаборатория «Надежность» кафедры РТУиС:
- парк персональных компьютеров, объединенных в локальную сеть лаборатории с выходом в корпоративную сеть МИЭМ и глобальную сеть *Internet*;

Программу составили:

Жаднов В.В., доцент, к.т.н.

Артюхова М.А., магистрант, бакалавр

Настоящая рабочая программа рассмотрена на заседании (методическом семинаре) кафедры «__» _____ 2011 г. протокол № ____ и рекомендована к применению для повышения квалификации и переподготовки кадров.

Зав. кафедрой «Радиоэлектронные и телекоммуникационные устройства и системы» _____/Кечиев Л.Н./

Программа согласована с выпускающей кафедрой:

«Радиоэлектронные и телекоммуникационные устройства и системы»

«__» _____ 2011 г. _____/Кечиев Л.Н./

Срок действия программы продлен на:

201_ / 201_ уч. год _____/Кечиев Л.Н./

201_ / 201_ уч. год _____/Кечиев Л.Н./

201_ / 201_ уч. год _____/Кечиев Л.Н./

201_ / 201_ уч. год _____/Кечиев Л.Н./