

**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ**

**ГБОУ ВПО «СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ»**

ВЕСТНИК

**Сургутского государственного
университета**

Научный журнал

ВЫПУСК 2 (2) 2013

**Сургут
2013**

Учредитель:

ГБОУ ВПО «Сургутский государственный университет
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры»

Главный редактор:

О.Г. Литовченко, доктор биологических наук, доцент

Научный редактор выпуска:

Ф.Ф. Иванов, кандидат технических наук, профессор

Редакционная коллегия выпуска:

И.И. Плюснин, кандидат технических наук, доцент;
В.И. Тараканов, доктор физико-математических наук, профессор;
К.И. Бушмелева, доктор технических наук, доцент;
В.А. Острейковский, доктор технических наук, профессор

Фото на обложке

Татьяны Букиной

Адрес учредителя:

628400, Россия, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
г. Сургут, пр. Ленина, 1.
Тел. (3462) 76-29-00, факс (3462) 76-29-29.

Оригинал-макет подготовлен в редакционно-издательском отделе
издательского центра СурГУ.
Тел. (3462) 76-30-65, 76-30-66.

Отпечатано в полиграфическом отделе издательского центра СурГУ.
г. Сургут, ул. Энергетиков, 8. Тел. (3462) 76-30-67.

Подписано в печать 31.12.2013 г. Формат 60×84/8.
Усл. печ. л. 10,9. Уч.-изд. л. 8,6. Тираж 100. Заказ № 104.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Иванов Ф.Ф.</i> Кафедре автоматизированных систем обработки информации и управления 10 лет	4
--	---

**Раздел I
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИНФОРМАТИКИ
И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

<i>Инютин С.А.</i> Исследование проблемы критичности модулярных величин	5
<i>Чернобровкин В.В.</i> Метод распараллеливания поиска простых чисел по их младшим разрядам в ограниченном диапазоне	8
<i>Еремин Д.В., Иванов Ф.Ф.</i> Анализ и классификация дефектов магистральных газопроводов	13
<i>Кривицкая М.А.</i> Проектирование автоматизированной системы синтеза рабочего учебного плана направления высшего образования	20
<i>Гавриленко Т.В., Свечников Н.Б., Коптев А.А., Еловой С.Г.</i> Концепция создания электронной Инвестиционной биржи	23

**Раздел II
МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

<i>Гавриленко Т.В., Егоров А.А., Еловой С.Г.</i> Нелинейная динамика изменения весовых коэффициентов нейронной сети в процессе обучения ...	26
<i>Иванов И.А., Увайсов С.У., Журков А.П., Кошелев Н.А., Бушмелева К.И.</i> Методика диагностирования бортовых радиотехнических устройств, учитывающая конструктивные особенности объекта	32
<i>Увайсов С.У., Иванов И.А., Журков А.П., Кошелев Н.А.</i> Анализ состояния проблемы обеспечения контролепригодности радиоэлектронных средств на стадии проектирования	39
<i>Гавриленко Т.В., Еловой С.Г., Девицын И.Н., Быковских Д.А.</i> Персонализированная оценка состояния параметров функциональных систем организма человека на примере постурального тремора и теппинга	42

**Раздел III
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЯ**

<i>Ремер Е.А., Иванов Ф.Ф.</i> Автоматизированная торговая система «Скальпер»	47
<i>Аристов А.В., Иванов Ф.Ф.</i> Алгоритмы обработки и компоненты автоматизированной системы оперативного учета опасных нарушителей ПДД и организации вывода их из потока для крупных городов (АС «Стоп-ЛихачДД»)	59
<i>Бушмелев П.Е., Увайсов С.У., Бушмелева К.И., Плюснин И.И.</i> Система мониторинга объектов газотранспортной сети на основе беспроводных модулей	73
<i>Гавриленко Т.В., Яценко Е.А., Девицын И.Н., Быковских Д.А.</i> Применение вейвлет-преобразований и метода фазовых плоскостей в обработке электроэнцефалограмм головного мозга человека с целью определения патогенеза	81
<i>Приложение</i>	84

МЕТОДИКА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ БОРТОВЫХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ, УЧИТЫВАЮЩАЯ КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБЪЕКТА

К бортовым радиотехническим устройствам (БРТУ) космических аппаратов (КА) предъявляются жесткие требования по устойчивости к внешним воздействующим факторам. Современные КА (в том числе и искусственные спутники) насыщены разнообразными и сложными устройствами. На всех этапах запуска и полета космических аппаратов надежная работа БРТУ имеет огромное значение.

Средствами БРТУ производятся многочисленные эксперименты, а также мониторинг состояния и условий работы элементов конструкций и различных узлов КА на стадиях эксплуатации в космических условиях, результаты которых передаются на Землю. БРТУ обеспечивают нормальное функционирование космических аппаратов на орбите, должную их ориентацию, стабилизацию положения космических аппаратов в пространстве, решают задачи навигации и многие другие.

БРТУ КА подвергаются воздействиям, которые предъявляют высокие требования к механической стабильности и долговечности электронной аппаратуры. Одним из факторов космического полета является работа в условиях невесомости. На земле любые механические элементы конструкций подвергаются деформации под действием собственного веса. После выведения на орбиту, в невесомости, механические элементы конструкций распрямляются, вызывая перекосы всей конструкции. Дополнительные трудности вызывает тот факт, что длительная невесомость невозможна в наземных условиях, и во время испытаний невозможно точно проверить, как поведет себя конструкция в космосе.

Таким образом, БРТУ работают в сложных постоянно меняющихся условиях, в процессе изготовления и эксплуатации подвергаются воздействию различных внешних факторов, результатом которых являются деградиационные процессы, ухудшающие параметры и приводящие, в конце концов, к отказу аппаратуры, т.е. к выходу одного или нескольких параметров за пределы допусков или к полному прекращению функционирования. По совокупности отрицательные воздействия можно разделить на две группы: климатические и механические.

Климатические воздействия подразделяются на воздействие температуры, влажности, солнеч-

ной радиации. Механические воздействия – это удары, вибрации, ускорения и звуковые давления.

Очевидно, что комплексное влияние различных факторов (радиация, температура и т.д.) еще более пагубно для БРТУ КА. Воздействия, оказываемые на компоненты БРТУ КА, существенны, что может способствовать преждевременным отказам. В связи с этим необходимо обратить большое внимание на контроль состояния БРТУ на протяжении всей стадии эксплуатации КА.

Стадия эксплуатации БРТУ состоит из следующих этапов:

- хранение;
- транспортирование;
- испытания в составе объекта;
- выведение на орбиту;
- орбитальный полет;
- старт с промежуточной орбиты;
- полет по трассе;
- ориентация, маневры, коррекция, стыковка на орбите или трассе;
- торможение, спуск, посадка;
- работа на поверхности планет Солнечной системы и Луны;
- старт с планеты Солнечной системы и Луны.

Очевидно, что полный контроль БРТУ КА трудно осуществить на этапе эксплуатации в космических условиях. Поэтому на этапе выходного контроля и испытаний в наземных условиях необходимо проведение более детального контроля технического состояния и диагностирования БРТУ.

Учитывая возможности современных информационных технологий, наличие мощных программных средств математического моделирования физических процессов, протекающих в БРТУ, а также достижения в области измерительной и испытательной технике, наиболее перспективными и эффективными на сегодня представляются неразрушающие методы контроля бортовой аппаратуры.

В статье представлены результаты обследования конструктивных особенностей БРТУ КА с точки зрения организации диагностирования скрытых производственных дефектов вибрационными, акустическими и тепловыми методами с применением средств математического моделирования.

Условия окружающей среды и особенности использования изделий, включающих естествен-

ные (солнечную радиацию, ионизированные и диссоциированные газы, окружающую температуру, космическую радиацию, радиационные пояса Земли, высокий вакуум) и искусственные (ускорение, температуру, вибрацию) внешние воздействия, определяют специфику конструирования БРТУ КА.

Под воздействием внешних условий и внутренних процессов износа в работоспособном элементе БРТУ может возникнуть недопустимое отклонение параметров от нормы (дефект). Продолжение воздействия приводит к увеличению отклонения от номинального состояния. В результате параметр элемента, имеющий дефект, не соответствует по своему значению нормативному, установленному на него технической документацией, или близок к этому несоответствию, при этом аппаратура, имеющая данный дефект, переходит из исправного состояния в неисправное.

Вибрации и удары также приводят к преждевременному изнашиванию элементов радиоаппаратуры, появлению усталостных явлений или разрушения. Под действием вибраций нарушается первоначальная настройка регулируемых радиоэлементов. При действии вибрации на соединительные кабели в нем появляются заряды, вызываемые трением в материале кабеля. Изменение коэффициента индуктивности возникает при действии вибрации на устройство, содержащее индуктивные токосъемы.

Действие звукового давления на элементы БРТУ аналогично действию вибрации, так как оно возбуждает механические колебания деталей и узлов. В транзисторах возникает микрофонный эффект, происходит возбуждение колебаний корпуса радиоэлемента.

Во многих случаях нарушение функционирования аппаратуры является следствием явления механических резонансов, вызываемых внешними вибрациями в БРТУ.

Действие вибрации может приводить к скрытым или трудно контролируемым нарушениям функционирования БРТУ. При этом разрушений или необратимых отказов может и не быть, что значительно затрудняет выявление причин, вызывающих нарушение функционирования, и требует тщательного контроля работы всех элементов аппаратуры.

В результате действия вибраций и ударов могут возникать механические повреждения элементов, нарушаться контактные реле, целостность паяк, резьбовых и других соединений. Для мощных контактов даже небольшое их ослабление и связанное с этим увеличение переходного со-

противления ведет к нагреву, а иногда даже к оплавлению и выгоранию контакта.

На полупроводниковые приборы большее влияние оказывают акустические сигналы, так как область резонансов полупроводниковых приборов лежит в области 10–30 кГц. Это связано с большой жесткостью и маленькой массой полупроводниковых элементов.

Особое внимание стоит уделять вибрационным характеристикам материалов, которые в процессе эксплуатации подвергаются действию вибраций и нагреву. Вибрация в БРТУ влияет на тепловую картину за счет перехода кинетической энергии в потенциальную, которая, в свою очередь, проявляется как нагрев элементов конструкций.

Изменение температуры влияет на параметры элементов БРТУ следующим образом:

- снижается коэффициент усиления транзисторов;
- увеличиваются обратные токи полупроводниковых переходов;
- возрастает величина проводимости утечки;
- изменяется емкость конденсаторов из-за изменения величины проводимости утечки и снижается их электрическая прочность;
- высыхают и коробятся изоляционные материалы и прокладки, снижается термомеханическая прочность терморезистивных пластмасс;
- растут величины сопротивления металлических резисторов и потерь на перемагничивание и т.д.;
- увеличивается внутреннее сопротивление полупроводников, снижается электрическое сопротивление металлов.

Воздействие температуры может приводить как к внезапно возникающим, так и постепенным изменениям, которые часто оказываются необратимыми.

Действие вибрации на БРТУ и его элементов в любом случае снижает надежность его работы. Поэтому исследования действия вибрации на аппаратуру тесно связаны с исследованиями повышения надежности работы БРТУ.

В некоторых работах [1] приводятся сведения об отказах устройств из-за механических воздействий. На рис. 1 показана диаграмма распределения отказов комплектующих радиоэлектронных средств (РЭС) по видам дефектов, а в табл. 1 приведены обобщенные сведения об отказах из-за механического повреждения комплектующих элементов [2; 3].

Возникновение дефектов на стадии производства БРТУ обусловлено ошибками в конструкторской и технологической документации, на-

личием на предприятии статистических методов входного контроля, нарушением технологического процесса подготовки РЭС к сборке (лужение, формовка и комплектование), условий хранения и транспортировки РЭС, технологического процесса изготовления; уровнем квалификации и психофизиологическим состоянием производственного персонала и другими причинами.



Рис. 1. Распределение отказов комплектующих элементов по видам дефектов

Таблица 1
Обобщенная таблица отказов, вызванных механическими повреждениями

Отказы/год	1974	1975	1976	1978	1979	1980	1980
Механические повреждения РЭС, из них:	319	314	492	583	569	521	332
- трещины резисторов типа ОМЛТ-0,125, ОСМЛЛ-0,125, С2-23-0,06	22	12	11	308	82	65	61
- отслоение металлизации	40	10	1	36	47	3	13
- обрыв индуктивностей	17	10	14	19	21	18	8
- скол колбы диода	15	10	3	55	32	17	9

Разброс в распределении отказов, вызванных различными механическими повреждениями, составляет 10–30 % и обуславливается сложностью БРТУ, квалификацией производственного персонала, типом производства, состоянием технологического оборудования, степенью автоматизации технологического процесса, наличием на предприятии автоматизированного оборудования входного контроля РЭС и т.д. Не обнаруженные своевременно дефекты на последующих этапах технологического цикла могут вызвать появле-

ние вторичных еще более «дорогих» дефектов. Дорогими являются также скрытые дефекты, которые обычно выявляются либо на периодических испытаниях отобранной партии продукции, либо лишь при эксплуатации.

Примерами скрытых дефектов могут быть установленные защитные диоды, несоответствующие сопротивления ограничительных резисторов, отсутствие пасты между РЭС и радиатором, неправильная ориентация полярного РЭС, попадание мусора между РЭС и теплоотводом и т.д.

Процесс поиска производственных дефектов является весьма трудоемким. Обычно к наладке сложных электронных узлов и блоков привлекаются квалифицированные специалисты, которые осуществляют наладку, основываясь на своем опыте и интуиции. С ростом сложности и увеличением выпуска БРТУ такой подход становится малоэффективным.

В то же время достижения в области информационных технологий и математического моделирования разнородных физических процессов, в том числе механических и тепловых, позволяют исследовать поведение бортовых устройств при воздействии вибрационных и температурных факторов.

Такие исследования дают возможность рассчитать частотные вибрационные характеристики и температуры на элементах БРТУ при внесении в модели тех или иных скрытых дефектов. Полученные данные можно занести в специальную электронную базу и использовать далее при эксплуатации или испытаниях для выявления и локализации причин нарушений целостности конструкции бортовых радиотехнических устройств. При этом будет достаточно сравнить характеристики, полученные методами математического моделирования, с измеренными значениями этих характеристик (амплитудно-частотных характеристик (АХЧ), акустических сигналов (АС), температур элементов конструкции и др.).

На основе метода диагностирования [4], метода идентификации дефектов [5] и программного комплекса (ПК) «Integrity» [6] в рамках CALS-технологий разработана методика диагностирования БРТУ КА, представленная на рис. 2. Она охватывает этапы разработки (блоки А1, А2), входной контроль и эксплуатацию (А3, А4) устройств. На стадии проектирования объекта диагностирования создается база неисправностей (БН), в которой содержатся амплитудно-частотные и акустические характеристики. Далее рассчитывается пороговое значение коэффициента подобия в разработанной подсистеме «Integrity». При выпускных испытаниях измеряются ам-

плитудно-частотные и акустические характеристики БРТУ КА. Полученные характеристики импортируются в подсистему «Integrity». Далее запускается расчет, в результате которого выдается диагноз.

программными модулями, расширяющими его функциональные возможности, а также достичь эффекта экономии оперативной памяти ЭВМ за счет соответствующей организации блоков и модулей внутри ПК;

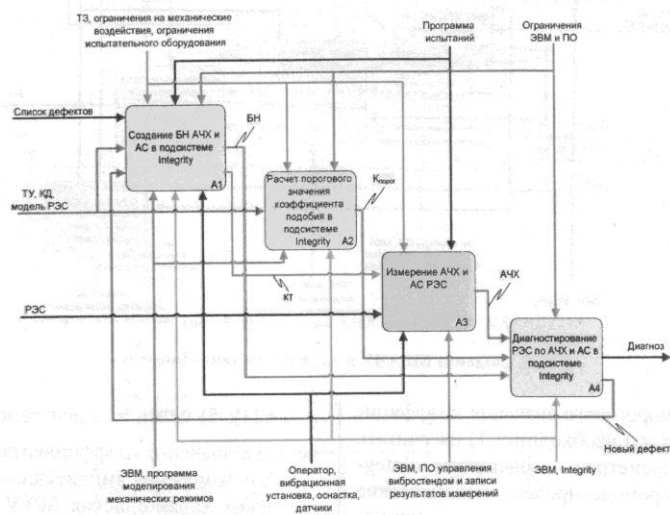


Рис. 2. Укрупненная схема методики диагностирования БРТУ КА

Подсистема «Integrity» разработана в соответствии со следующими требованиями:

- позволяет проводить в автоматизированном режиме моделирование механических характеристик в исправном состоянии и с внесенными дефектами, используя внешнюю программу моделирования АСОНИКА [7];
- составляет на основе результатов, полученных при моделировании, базу неисправностей, в которой хранятся расчетные характеристики для различных видов дефектов;
- формирует перечень дефектов, свойственных конкретному РЭС систем управления КА;
- формирует список контрольных точек;
- проводит анализ измеренных амплитудно-частотных и акустических элементов конструкции РЭС систем управления КА с данными, занесенными в базу неисправностей;
- в результате сравнения выдает информацию о месте и виде дефекта в РЭС систем управления КА.

С точки зрения организации программного обеспечения комплекс удовлетворяет следующим требованиям:

- имеет блочно-модульную структуру, которая позволяет эффективным образом дополнять комплекс другими функциональными блоками и

- обладает возможностью функционирования как в автономном режиме, так и в составе интегрированной системы автоматизированного проектирования;

- открыт к введению новых численных методов анализа, используемых при функционировании комплекса с целью повышения эффективности его применения в процессе диагностирования РЭС систем управления КА;

- разработан с учетом современных достижений в области программирования и технического обеспечения.

Для создания БН необходимо (рис. 3): 1) сформировать список дефектов; 2) ввести десятичный номер объекта диагностирования, название неисправностей и соответствующие им значения параметров в «Integrity» (A11); 3) ввести в «Integrity» название коэффициентов и места их размещения (A12); 4) промоделировать амплитудно-частотные и акустические характеристики в программе моделирования механических режимов (A13); 5) если влияние на характеристики не существенно, то повторить ввод коэффициентов при других местах размещения (A12); 6) результаты моделирования импортировать в подсистему «Integrity» (A14).

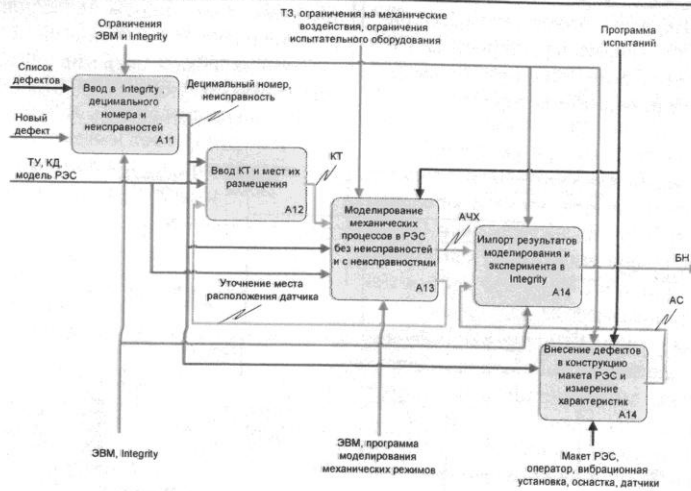


Рис. 3. Создание БН АЧХ и АС в подсистеме «Integrity»

Для расчета порогового значения коэффициента подобия (рис. 4.) необходимо: 1) рассчитать i -раз разбросы параметров в подсистеме «Integrity» (A21); 2) промоделировать механические характеристики при номинальных значениях параметров $q_{ном}$ (A22); 3) промоделировать i -раз механические характеристики при i -х значениях параметров q_i (A22); 4) рассчитать в «Integrity» значение коэффициента подобия между характеристикой при $q_{ном}$ с каждой из характеристик при

q_i (A23); 5) найти в подсистеме «Integrity» наименьшее значение коэффициента подобия K^i .

Для измерения амплитудно-частотных и акустических характеристик БРТУ КА (рис 5.) необходимо: 1) установить оснастку и БРТУ на вибростенд (A31); 2) установить вибродатчики и микрофон (A32); 3) ввести в ЭВМ управляющие вибростендом значения входных воздействий (A33); 4) записать результаты измерений в память управляющего ЭВМ (A34).

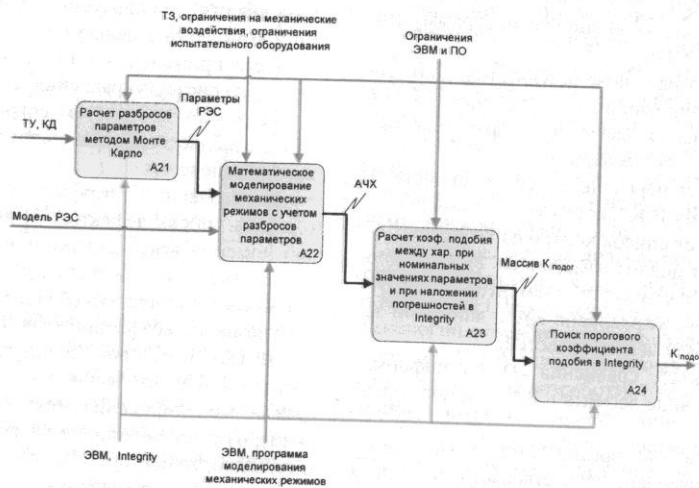


Рис. 4. Расчет порогового значения коэффициента подобия в подсистеме «Integrity»

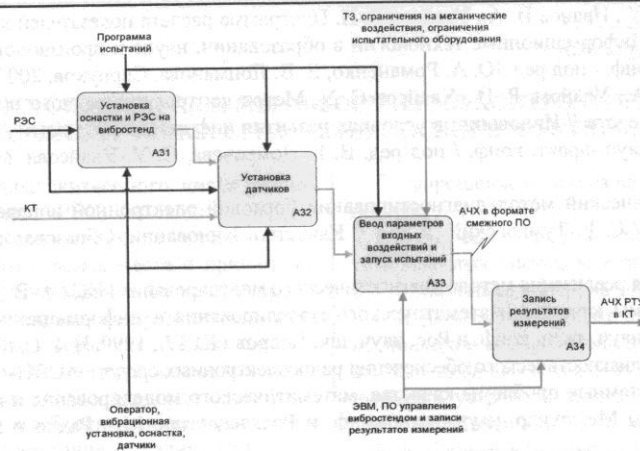


Рис. 5. Измерение АЧХ и АС БРТУ КА

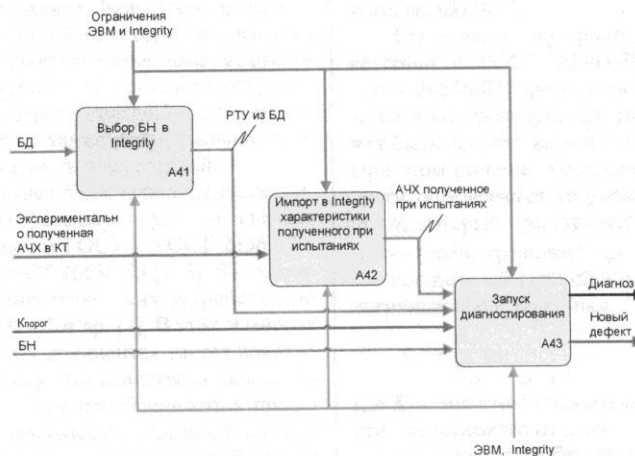


Рис. 6. Диагностирование БРТУ по АЧХ и АС в подсистеме «Integrity»

Для диагностирования устройства систем управления КА (рис. 6.) необходимо: 1) выбрать БН в подсистеме «Integrity» (A41); 2) импортировать в «Integrity» характеристики, полученные при испытаниях (A42); 3) запустить диагностирование БРТУ КА (A43).

Таким образом, на основании метода диагностирования дефектов конструкции БРТУ систем

управления КА, конструктивных особенностей БРТУ и программных средств разработана методика диагностирования дефектов конструкции систем управления КА по различным характеристикам, охватывающая этапы жизненного цикла устройств.

Примечания

1. Взаимосвязь показателей контролепригодности с эксплуатационными характеристиками аппаратуры связи / Н. Н. Новиков [и др.] // Измерительная техника. 1995. № 6. С. 23–26.
2. Увайсов С. У., Иванов И. А., Увайсов Р. И. Взаимосвязь показателей контролепригодности и безотказности аппаратуры // Информационные технологии в образовании, науке и производстве : сб. тр. I Всерос. науч.-практ. конф. / под ред. Ю. А. Романенко, Е. В. Лоцманова. Серпухов, 2007. С. 583–585.

3. Увайсов С. У., Иванов И. А., Увайсов Р. И. Программа расчета показателей контролепригодности аппаратуры // Информационные технологии в образовании, науке и производстве : сб. тр. I Всероссий. науч.-практ. конф. / под ред. Ю. А. Романенко, Е. В. Лоцманова. Серпухов, 2007. С. 590–591.
4. Иванов И. А., Увайсов Р. И., Увайсов С. У. Метод контролепригодного проектирования радиоэлектронных средств // Инновации в условиях развития информационно-коммуникационных технологий : мат-лы науч.-практ. конф. / под ред. В. Г. Домрачева, С. У. Увайсова. М. : МИЭМ, 2007. С. 225–227.
5. Виброакустический метод диагностирования бортовой электронной аппаратуры на стадиях жизненного цикла / С. Р. Тумковский [и др.] // Качество. Инновации. Образование. 2007. № 9(31). С. 51–53.
6. Программная реализация метода диагностического моделирования РЭС / А. В. Долматов [и др.] // Системные проблемы качества, математического моделирования и информационных технологий : мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. и Рос. науч. шк. Ковров : КГТА, 1999. Ч. 1. С. 87–89.
7. Подсистема диагностического обеспечения радиоэлектронных средств АСОНИКА-Д / А. В. Долматов [и др.] // Системные проблемы качества, математического моделирования и информационных технологий : мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. и Рос. науч. шк. М. : Радио и связь, 2002. Ч. 2. С. 329–332.

эле
ств
чае
физ
соп
зан
рой
нит
тро
на
реп
к р
сти
сис
ное
со с
лож
ния
диа
тро

годи
80-х
ГОС
нии
введ
друг
конт
ракт
день
вами
обес
врем
зи с
ских
вых

устр
рых
прав
этап
возм
ност

вани
го ус

рова

ля и