ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70201— 2022

Системы автоматизированного проектирования электроники

ОПТИМАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ НАТУРНЫХ И ВИРТУАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НА НАДЕЖНОСТЬ И ВНЕШНИЕ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЕ ФАКТОРЫ

Требования и порядок проведения при выполнении технического задания на НИОКР

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2022

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт «АСОНИКА» (ООО «НИИ «АСОНИКА»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 165 «Системы автоматизированного проектирования электроники»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 июля 2022 г. № 579-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2022

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Общие положения 2
5 Назначение натурных испытаний электроники 3
6 Назначение виртуальных испытаний электроники 3
7 Оптимальное сочетание натурных и виртуальных испытаний электроники 3
8 Требования к проведению испытаний электроники на надежность и ВВФ при выполнении технического задания на НИОКР 3
9 Порядок проведения испытаний электроники на надежность и ВВФ при выполнении технического задания на НИОКР 4
10 Требования к программному обеспечению компьютерного моделирования электроники 6
Приложение А (справочное) Пример программного обеспечения компьютерного моделирования электроники 7
Библиография 8

Введение

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 ноября 2021 г. № 3142-р [1], подписанным Председателем Правительства России М.В. Мишустиным, утверждено стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, в соответствии с которым запланировано создание национальной системы стандартизации и сертификации, базирующейся на технологиях виртуальных испытаний, в рамках проекта цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности «Цифровой инжиниринг».

В настоящее время при выполнении работ по государственным контрактам по разработке и постановке электроники на производство возникают непреодолимые препятствия при выполнении требований технических заданий на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) по испытаниям, указанным в ГОСТ 15.016. В результате при выполнении НИОКР большинство испытаний в принципе не может быть проведено, что чревато возникновением отказов при эксплуатации электроники в составе авиационной, космической, военной, железнодорожной, автомобильной, судовой и другой ответственной техники, приводящих к катастрофам и человеческим жертвам. Выходом из создавшегося положения может быть только оптимальное сочетание натурных и виртуальных испытаний электроники, информация о котором отсутствует в ГОСТ 15.016.

Разработка настоящего стандарта вызвана необходимостью автоматизированного проектирования электронной аппаратуры (ЭА) и электронной компонентной базы (ЭКБ), включая создание схемы, топологии и конструкции, схемотехническое и конструкторское моделирование и виртуальные испытания на внешние воздействующие факторы (ВВФ), создание карт рабочих режимов (КРР) ЭКБ, анализ показателей надежности ЭА и создание цифрового двойника ЭА, для снижения затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок.

Настоящий стандарт распространяется на систему автоматизированного проектирования (САПР) ЭА и ЭКБ. Его целью является автоматизация проектирования ЭА и ЭКБ с применением математического моделирования и виртуальных испытаний ЭА и ЭКБ на ВВФ на ранних этапах проектирования, снижение затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок.

Применение математического моделирования и виртуальных испытаний ЭА и ЭКБ на ВВФ на ранних этапах проектирования до изготовления опытного образца позволит избежать отказов ЭА и ЭКБ или значительно сократить отказы на этапе испытаний опытного образца, сокращая тем самым количество испытаний опытного образца, возможные итерации по доработке схем и конструкций, затраты на разработку ЭА и ЭКБ при одновременном повышении качества и надежности, в том числе в критических режимах работы, что делает ЭА и ЭКБ конкурентоспособными на отечественном и международном рынке [2]—[4].

Использование при создании ЭА и ЭКБ натурных испытаний на ВВФ невозможно, так как схему и конструкцию ЭА создают еще до изготовления опытного образца. Виртуализация испытаний ЭА и ЭКБ на ВВФ на ранних этапах проектирования является безальтернативной. Без применения математического моделирования невозможно определить показатели стойкости к ВВФ и надежности. Такой подход является информативным, так как благодаря ему на этапе проектирования отслеживается большинство возможных отказов ЭА и ЭКБ по электрическим, тепловым, механическим, электромагнитным и другим характеристикам, и эффективным, так как из-за недоработок проектирования ЭА и ЭКБ, вскрытых уже путем натурных испытаний, возможно множество итераций: доработка проекта — испытания опытного образца — доработка проекта и т. д., что значительно увеличивает сроки и стоимость разработки.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы автоматизированного проектирования электроники

ОПТИМАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ НАТУРНЫХ И ВИРТУАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НА НАДЕЖНОСТЬ И ВНЕШНИЕ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИЕ ФАКТОРЫ

Требования и порядок проведения при выполнении технического задания на НИОКР

Electronics automated design systems. The optimal combination of full-scale and virtual tests of electronics for reliability and external influencing factors. Requirements and procedure for carrying out the technical assignment for R&D

Дата введения — 2022—08—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт предназначен для применения предприятиями промышленности и организациями при использовании цифровых двойников электроники на ранних этапах проектирования, изготовления и испытаний электронной аппаратуры (ЭА) и электронной компонентной базы (ЭКБ).

1.2 Систему автоматизированного проектирования (САПР) ЭА и ЭКБ применяют на ранних этапах проектирования ЭА и ЭКБ следующего назначения: промышленная, для энергетики, для оборонно-промышленного комплекса, для аэрокосмической отрасли, для судостроения, медицинская, автомобильная, для навигации и радиолокации, потребительская, для фискального и торгового оборудования, для связи (телекоммуникации), для вычислительной техники, для автоматизации и интеллектуального управления, для систем безопасности, для светотехники, для автоматизированного транспорта и движущейся робототехники.

1.3 Настоящий стандарт устанавливает требования к натурным и виртуальным испытаниям и порядок их проведения при выполнении технического задания на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР).

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 15.016 Система разработки и постановки продукции на производство. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению

ГОСТ 27.003 Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности

ГОСТ 21964 Внешние воздействующие факторы. Номенклатура и характеристики

ГОСТ 28934 Совместимость технических средств электромагнитная. Содержание раздела технического задания в части электромагнитной совместимости

ГОСТ Р 60.0.7.2 Роботы и робототехнические устройства. Технология математического моделирования и виртуализации испытаний базовых элементов робототехнических комплексов на внешние воздействующие факторы на всех этапах жизненного цикла

ГОСТ Р 60.0.7.3 Роботы и робототехнические устройства. Метод математического моделирования показателей надежности и виртуализации испытаний на надежность базовых элементов робототехнических комплексов при проектировании

Издание официальное

ГОСТ Р 60.0.7.4 Роботы и робототехнические устройства. Методы математического моделирования и виртуализации испытаний базовых элементов робототехнических комплексов на электромагнитные воздействия при проектировании

ГОСТ Р 60.0.7.5 Роботы и робототехнические устройства. Методы построения баз данных электрорадиоизделий и конструкционных материалов для математического моделирования и виртуализации испытаний базовых элементов робототехнических комплексов на внешние воздействующие факторы на всех этапах жизненного цикла

ГОСТ Р 57700.37 Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 15.016 и ГОСТ Р 57700.37, а также следующий термин с соответствующим определением:

3.1.1 **электроника:** Электронная аппаратура и входящая в ее состав электронная компонентная база.

3.2 В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

ВВФ — внешние воздействующие факторы;

КРР — карты рабочих режимов;

НИОКР — научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;

ПО КМ — программное обеспечение компьютерного моделирования;

САПР — система автоматизированного проектирования;

ТЗ — техническое задание;

ЭА — электронная аппаратура;

ЭКБ — электронная компонентная база.

4 Общие положения

4.1 ЭА состоит из электронных шкафов и блоков, печатных узлов и ЭКБ (микросхем, транзисторов, резисторов и т. д.).

4.2 На ЭА оказывают влияние внешние дестабилизирующие факторы — электрические, тепловые, механические, климатические, биологические, радиационные, электромагнитные, специальных сред и термические. Внешние дестабилизирующие факторы могут приводить к несоответствиям ЭКБ и ЭА требованиям к их прочности и устойчивости к ВВФ.

4.3 Виртуальные испытания электроники не могут полностью заменить натурные испытания и применяются только в случаях, определенных настоящим стандартом.

4.4 Виртуальные испытания электроники проводят:

- на ранних этапах проектирования (до изготовления опытного образца);
- после изготовления и проведения натурных испытаний опытного образца для проверки работоспособности ЭА и ЭКБ в условиях ВВФ, в том числе в критических режимах, которые не могут быть воспроизведены с помощью натурных испытаний.

4.5 Натурные испытания макетов электроники проводят на ранних этапах проектирования (до изготовления опытного образца) с целью дальнейшей идентификации параметров материалов и

моделей электроники с помощью виртуальных испытаний и с использованием результатов натурных испытаний макетов.

4.6 Натурные испытания электроники проводят после изготовления опытного образца для проверки требований ТЗ на НИОКР по надежности и стойкости к ВВФ.

5 Назначение натурных испытаний электроники

5.1 Проведение анализа надежности и стойкости опытных образцов электроники к ВВФ.

5.2 Получение для ЭКБ допустимых значений ускорений, температур, давлений, радиационных доз облучения и других характеристик.

5.3 Проведение идентификации параметров материалов и моделей электроники, используемых при виртуальных испытаниях.

6 Назначение виртуальных испытаний электроники

6.1 Определение тепловых, механических, электромагнитных, радиационных и других характеристик ЭА и ЭКБ при ВВФ на ранних этапах проектирования электроники, когда еще не создан опытный образец ЭА и ЭКБ, и обеспечение стойкости ЭА и ЭКБ к ВВФ.

6.2 При достижении адекватности виртуальных и натурных испытаний путем идентификации параметров моделей ЭА и ЭКБ проверка работоспособности ЭА и ЭКБ в критических режимах в условиях ВВФ.

7 Оптимальное сочетание натурных и виртуальных испытаний электроники

7.1 Повышение эффективности проектирования ЭА и ЭКБ.

7.2 Обеспечение успешности прохождения натурных испытаний опытных образцов ЭА и ЭКБ.

7.3 Сокращение количества итераций по доработке ЭА и ЭКБ по результатам натурных испытаний.

7.4 Обеспечение значительной экономии денежных средств и сокращения сроков создания ЭА и ЭКБ при одновременном повышении качества и надежности за счет сокращения количества испытаний.

8 Требования к проведению испытаний электроники на надежность и ВВФ при выполнении технического задания на НИОКР

8.1 Требования к проведению испытаний на надежность и ВВФ формируют на основании раздела ТЗ «Технические требования к изделию», в котором указывают требования, характеристики, нормы, показатели и другие параметры, определяющие назначение, эксплуатационные характеристики, условия эксплуатации и применения изделия.

8.2 В подразделе ТЗ «Требования электромагнитной совместимости» устанавливают требования к проведению испытаний на электромагнитные воздействия, обеспечивающие электромагнитную совместимость электроники, помехоустойчивость, а также защиту от электромагнитных излучений естественного и искусственного происхождения, в том числе устойчивость функционирования радиоэлектронных средств в условиях изменения среды распространения таких излучений. Содержание требований подраздела по электромагнитной совместимости устанавливают с учетом требований ГОСТ 28934.

8.3 В подразделе ТЗ «Требования живучести и стойкости к внешним воздействиям» устанавливают требования к проведению испытаний электроники на ВВФ, обеспечивающие способность изделия выполнять свои функции в условиях влияния окружающей среды, сопрягаемых и других объектов, а также при возможных повреждениях и в аварийных ситуациях. Номенклатуру, характеристики ВВФ и содержание требований по стойкости устанавливают с учетом требований ГОСТ 21964.

В данном подразделе в зависимости от вида и назначения изделия установлены требования в части:

- восстановления и поддержания работоспособности изделия после эксплуатационного повреждения;

- воздействия климатических условий (колебаний и предельных значений температуры, влажности воздуха и атмосферного давления, солнечной радиации, атмосферных конденсированных осадков, агрессивных сред, пыли, воды и т. д.);

- стойкости к воздействию механических нагрузок (вибрационных, ударных, скручивающих, ветровых и др.);

- износостойкости (в том числе к абразивному действию песка и пыли, к воздействию снега, обледенения и др.);

- устойчивости к влиянию внешних физических полей (магнитного, электрического);

- устойчивости к моющим средствам, топливу, маслам, биологическим факторам;

- схемного, конструктивного, производственно-технологического и эксплуатационного обеспечения живучести.

8.4 В подразделе ТЗ «Требования надежности» в соответствии с порядком и правилами, регламентированными ГОСТ 27.003, установлены требования к проведению испытаний электроники на надежность, а именно:

- номенклатура и значения показателей надежности;

- критерии отказов и предельных состояний, применительно к которым определяют показатели надежности;

- количественные значения показателей назначенного ресурса, срока службы, срока хранения;

- требования к конструктивным, производственным и эксплуатационным способам обеспечения надежности в заданных условиях и режимах эксплуатации;

- требования надежности математического и других видов обеспечения, в том числе метрологической надежности средств измерений;

- общие требования к методам оценки (контроля) соответствия изделия заданным требованиям надежности;

- количество изделий, выделяемых для испытаний на надежность, и указание о том, с какими испытаниями можно совмещать испытания на надежность;

- необходимость разработки методик ускоренных испытаний на надежность и требования к ним.

8.5 В подразделе ТЗ «Требования к эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонта» установлены требования, которые должны быть подтверждены испытаниями:

- к рабочим и предельным условиям эксплуатации, во время и после которых изделие не должно разрушаться, сохраняя свои параметры в пределах установленных норм с заданным уровнем отклонения величин;

- эксплуатационным режимам;

- продолжительности непрерывной или циклической работы;

- эксплуатации изделия в аварийных ситуациях.

8.6 В подразделе ТЗ «Транспортирование» установлены требования, определяющие приспособленность изделия к перевозке, которые должны быть подтверждены испытаниями и в которых указаны:

- виды транспорта, которыми может осуществляться перевозка;

- условия перевозки (в том числе ограничения по климатическим условиям), возможность перевозки в готовом к функционированию в составе более сложного изделия состоянии, параметры допустимых механических воздействий (статических, динамических нагрузок, перепады давления при разгерметизации грузовых кабин летательных аппаратов), необходимость защиты изделия от ВВФ при перевозке;

- порядок размещения и способы крепления изделия на транспортном средстве и количество необходимых погрузочно-разгрузочных средств, приспособлений и крепежных материалов, допустимость использования в качестве узлов крепления элементов конструкции изделия.

9 Порядок проведения испытаний электроники на надежность и ВВФ при выполнении технического задания на НИОКР

9.1 На этапе эскизного проектирования электроники (до создания электрических схем, чертежей и 3D-моделей) проводят только виртуальные испытания ЭА и ЭКБ, так как опытный образец отсутствует и выполнение натурных испытаний невозможно. При отсутствии параметров материалов и моделей

электроники проводят также натурные и виртуальные испытания макетов на ВВФ с целью идентификации параметров.

9.1.1 Перечень исходных данных: предварительный перечень ЭКБ, структурная схема ЭА, требования ТЗ по надежности и ВВФ, ограничения по массе, габаритам и потребляемой мощности.

9.1.2 Проводят идентификацию недостающих параметров материалов и моделей электроники.

9.1.3 Проводят виртуальные испытания макромоделей электроники на ВВФ с помощью ПО КМ. Макромодели включают в себя предполагаемые корпуса ЭА и ЭКБ, точки крепления и материалы, максимальные потребляемые мощности ЭКБ.

9.1.4 Проводят виртуальные испытания ЭА на надежность с помощью ПО КМ на основании предварительного перечня ЭКБ и структурной схемы ЭА. Параметры моделей надежности ЭКБ автоматически передаются в ПО КМ из базы данных материалов и ЭКБ.

9.1.5 По результатам виртуальных испытаний электроники на ВВФ определяют минимальные габариты, массы корпусов ЭА и ЭКБ, возможные материалы и точки крепления.

9.1.6 По результатам виртуальных испытаний электроники на надежность с учетом температур ЭКБ, полученных в 9.1.3, корректируют перечень ЭКБ, а также в случае низкой надежности из-за высоких температур ЭКБ габариты конструкции, максимальные потребляемые мощности ЭКБ.

9.2 На этапе технического проектирования (после создания электрических схем, чертежей и 3D-моделей) проводят только виртуальные испытания, так как опытный образец отсутствует и выполнение натурных испытаний невозможно.

9.2.1 Перечень исходных данных:

- выходные файлы САПР печатных плат в формате PDIF или IDF для печатных узлов;
- выходные файлы 3D-моделей конструкции, созданные в CAD-системе и сохраненные в формате STEP;
- уточненный перечень ЭКБ;
- марки материалов конструкции;
- массы элементов конструкции;
- точки и способы крепления конструкций шкафов, блоков, печатных плат, ЭКБ;
- мощности тепловыделения всей ЭКБ;
- параметры ВВФ.

9.2.2 Проводят виртуальные испытания электроники на надежность и ВВФ с помощью ПО КМ.

9.2.3 По результатам виртуальных испытаний электроники на надежность и ВВФ определяют тепловые, механические, электромагнитные, радиационные, надежностные и другие характеристики ЭА и ЭКБ при ВВФ, на основании которых вносят изменения в схему и в конструкцию с целью обеспечения стойкости ЭА и ЭКБ к ВВФ.

9.2.4 По результатам виртуальных испытаний готовят программу и методику натурных испытаний. При этом датчики размещают в наиболее слабых местах с точки зрения тепловых, механических, электромагнитных и других характеристик.

9.3 После изготовления опытного образца электроники проводят натурные испытания на надежность и ВВФ.

9.3.1 По результатам натурных испытаний проверяют выполнение требований ТЗ на НИОКР по надежности и стойкости к ВВФ.

9.3.2 В случае удовлетворительных результатов натурных испытаний удостоверяются в адекватности виртуальных и натурных испытаний путем идентификации параметров моделей ЭА и ЭКБ и проверяют работоспособность ЭА и ЭКБ в критических режимах в условиях ВВФ.

9.3.3 В случае получения неудовлетворительных результатов натурных испытаний делают выводы о причинах расхождения результатов виртуальных и натурных испытаний: несоответствие условий проведения виртуальных и натурных испытаний, погрешности моделей, ошибки в исходных данных, погрешности измерений и др. Удостоверяются в адекватности виртуальных и натурных испытаний. При необходимости вносят изменения в схему и в конструкцию и дорабатывают опытный образец либо изготавливают новый. Далее проводят испытания по 9.2.2.

9.4 Готовят отчет по результатам натурных и виртуальных испытаний электроники на надежность и ВВФ, который в дальнейшем рассматривает и утверждает заказчик.

10 Требования к программному обеспечению компьютерного моделирования электроники

10.1 Наличие российского ПО, предназначенного для виртуальных испытаний электроники на надежность и ВВФ, внедренного на ведущих предприятиях Российской Федерации (наличие договоров на внедрение и опыта использования не менее 10 лет) и отвечающего требованиям ГОСТ Р 60.0.7.2, ГОСТ Р 60.0.7.3, ГОСТ Р 60.0.7.4. Пример такого ПО КМ электроники приведен в приложении А.

10.2 Наличие базы данных, отвечающей требованиям ГОСТ Р 60.0.7.5, содержащей модели надежности и параметры моделей надежности для отечественной ЭКБ, параметры материалов и отечественной ЭКБ, необходимых для виртуальных испытаний на ВВФ.

Приложение А
(справочное)

Пример программного обеспечения компьютерного моделирования электроники

Примером ПО КМ электроники является российская автоматизированная система обеспечения надежности и качества аппаратуры (АСОНИКА) (gost.e-ecolog.ru), предназначенная для анализа и обеспечения стойкости ЭА и ЭКБ к комплексным тепловым, механическим, электромагнитным воздействиям, усталостной прочности к тепломеханическим воздействиям, для создания карт рабочих режимов ЭКБ, анализа показателей надежности ЭА и создания цифровых двойников ЭА и ЭКБ.

На этапе эскизного проектирования электроники (до создания электрических схем, чертежей и 3D-моделей) используют следующие подсистемы:

АСОНИКА-Т: подсистема анализа и обеспечения тепловых характеристик произвольных конструкций ЭА и ЭКБ (3D-модель которых еще не создана, с возможностью ускоренного создания модели в специализированном интерфейсе);

АСОНИКА-М: подсистема анализа типовых конструкций блоков ЭА и ЭКБ на механические и тепловые воздействия (3D-модель которых еще не создана, с возможностью ускоренного создания модели в специализированном интерфейсе);

АСОНИКА-М-ШКАФ: подсистема анализа типовых конструкций шкафов ЭА на механические и тепловые воздействия (3D-модель которых еще не создана, с возможностью ускоренного создания модели в специализированном интерфейсе).

На этапе технического проектирования (после создания электрических схем, чертежей и 3D-моделей) используют следующие подсистемы:

АСОНИКА-М-3D: подсистема анализа и обеспечения стойкости произвольных объемных конструкций ЭА и ЭКБ к механическим и тепловым воздействиям с возможностью импорта геометрии из различных CAD-систем;

АСОНИКА-В: подсистема анализа и обеспечения стойкости к механическим воздействиям конструкций ЭА, установленных на виброизоляторах;

АСОНИКА-ИД: подсистема идентификации физико-механических и теплофизических параметров моделей ЭА и ЭКБ;

АСОНИКА-ТМ: подсистема анализа конструкций печатных узлов ЭА на тепловые и механические воздействия;

АСОНИКА-УСТ: подсистема анализа усталостной прочности конструкций печатных плат и ЭКБ при механических и тепловых воздействиях;

АСОНИКА-ЭМС: подсистема анализа и обеспечения электромагнитной совместимости ЭА;

АСОНИКА-Р: подсистема автоматизированного заполнения карт рабочих режимов ЭКБ.

На обоих этапах используют следующие подсистемы:

АСОНИКА-Б: подсистема анализа показателей надежности ЭА с учетом реальных режимов работы ЭКБ и расчета комплектов «Запасные части, инструменты и принадлежности»;

АСОНИКА-БД: подсистема управления базами данных ЭКБ и материалов по геометрическим, физико-механическим, усталостным, теплофизическим, электрическим и надежностным параметрам;

АСОНИКА-ЦДЭ: подсистема управления виртуальными испытаниями ЭА и ЭКБ при проектировании и создании цифровых двойников ЭА и ЭКБ.

Библиография

[1] Распоряжение Правительства РФ от 6 ноября 2021 г. № 3142-р «Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности»

[2] Шалумов А.С. Дорожная карта развития «САПР электроники выше мирового уровня». Ковров: ООО «НИИ «АСОНИКА», 2020. 24 с. — Режим доступа: gost.e-ecolog.ru

[3] Автоматизированная система АСОНИКА для моделирования физических процессов в радиоэлектронных средствах с учетом внешних воздействий/Под ред. А.С. Шалумова. М.: Радиотехника, 2013. 424 с.

[4] Шалумов М.А., Шалумов А.С. Виртуальная среда проектирования РЭС на основе комплексного моделирования физических процессов. — Владимир: Владимирский филиал РАНХиГС, 2016. 87 с.

УДК 621.865:8:007.52:006.354 ОКС 31.020 29.100.01

Ключевые слова: система автоматизированного проектирования, виртуальные, натурные, испытания, электронная аппаратура, электронная компонентная база

Редактор *Л.С. Зимилова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 11.07.2022. Подписано в печать 21.07.2022. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,26.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru