ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 70608— 2022

Системы автоматизированного проектирования электроники

СОСТАВ И СТРУКТУРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

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 27 декабря 2022 г. № 1674-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 «Институт стандартизации», 2023

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

Введение

Причиной разработки настоящего стандарта является необходимость автоматизированного проектирования электронной компонентной базы (ЭКБ), включая создание схемы, топологии и конструкции, схемотехническое и конструкторское моделирование и виртуальные испытания на внешние воздействующие факторы (ВВФ) и создание цифрового двойника ЭКБ, для снижения затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок.

Стандарт распространяется на систему автоматизированного проектирования (САПР) ЭКБ. Его целью является автоматизация проектирования ЭКБ с применением математического моделирования и виртуальных испытаний 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 ЭКБ на ВВФ на ранних этапах проектирования до изготовления опытного образца позволит избежать отказов ЭКБ или их значительно сократить на этапе испытаний опытного образца, сокращая тем самым количество испытаний опытного образца, возможные итерации по доработке схем и конструкций, затраты на разработку ЭКБ при одновременном повышении качества и надежности, в том числе в критических режимах работы, делая ЭКБ конкурентоспособной на отечественном и международном рынке (см. [1]—[3], ГОСТ Р 70201—2022, ГОСТ Р 70290—2022, ГОСТ Р 70291—2022, ГОСТ Р 70292—2022, ГОСТ Р 70293—2022, ГОСТ Р 60.0.7.2—2020, ГОСТ Р 60.0.7.3—2020, ГОСТ Р 60.0.7.4—2020, ГОСТ Р 60.0.7.5—2020).

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

Настоящий стандарт определяет требования к составу и структуре САПР ЭКБ на основе математического моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ на ВВФ при проектировании.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы автоматизированного проектирования электроники

СОСТАВ И СТРУКТУРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

Electronics automated design systems.
Composition and structure of the computer-aided design of electronic component base

Дата введения — 2023—02—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт предназначен для применения предприятиями промышленности и организациями при использовании цифровых двойников электроники и CALS-технологий на ранних этапах проектирования, изготовления и испытаний ЭКБ, а также на всех последующих этапах жизненного цикла ЭКБ.

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

1.3 ЭКБ — это микросхемы, транзисторы, диоды, резисторы, конденсаторы и т. д.).

1.4 На ЭКБ оказывают влияние внешние дестабилизирующие факторы — электрические, тепловые, механические, климатические, биологические, радиационные, электромагнитные, специальных сред и термические. Внешние дестабилизирующие факторы могут приводить к несоответствиям ЭКБ требованиям к их прочности и устойчивости к ВВФ. Настоящий стандарт устанавливает состав и структуру САПР ЭКБ на основе математического моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ на ВВФ при проектировании.

2 Сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

БД — база данных;
ВВФ — внешние воздействующие факторы;
ИПЯ — информационно-поисковый язык;
КСАП — комплекс средств автоматизации проектирования;
ПМК — программно-методический комплекс;
ПТК — программно-технический комплекс;
САПР — система автоматизированного проектирования;
ЭКБ — электронная компонентная база;
ЯП — язык проектирования.

Издание официальное

3 Общие положения

3.1 САПР ЭКБ — инструментарий проектировщика, предназначенный для автоматизации проектирования ЭКБ, включая создание схемы, топологии и конструкции, схемотехническое и конструкторское моделирование и виртуальные испытания на внешние воздействующие факторы и создание цифрового двойника ЭКБ, на конкретном предприятии на всех этапах — от выдачи технического задания до передачи проекта предприятию-изготовителю, включающий в себя семь видов обеспечения: техническое, математическое, лингвистическое, программное, информационное, методическое, организационное.

3.2 Взаимодействие подразделений проектной организации с КСАП регламентируется организационным обеспечением.

3.3 Основная функция САПР ЭКБ состоит в выполнении автоматизированного проектирования на всех или отдельных стадиях проектирования ЭКБ.

4 Основные принципы создания САПР ЭКБ

4.1 При создании САПР ЭКБ и ее составных частей следует руководствоваться следующими основными принципами:

- системного единства;
- совместимости;
- типизации;
- развития.

4.2 Принцип системного единства должен обеспечивать целостность системы и системную связность проектирования отдельных элементов и всего объекта проектирования в целом (иерархичность проектирования).

4.3 Принцип совместимости должен обеспечивать совместное функционирование составных частей САПР ЭКБ и сохранять открытую систему в целом.

4.4 Принцип типизации заключается в ориентации на преимущественное создание и использование типовых и унифицированных элементов САПР ЭКБ.

Типизации подлежат элементы, имеющие перспективу многократного применения. Типовые и унифицированные элементы периодически проходят экспертизу на соответствие современным требованиям САПР ЭКБ и модифицируются по мере необходимости.

Создание САПР ЭКБ с учетом принципа типизации должно предусматривать:

- разработку базового варианта КСАП ЭКБ и (или) его компонентов;
- создание модификации КСАП ЭКБ и (или) его компонентов на основе базового варианта.

4.5 Принцип развития должен обеспечивать пополнение, совершенствование и обновление составных частей САПР ЭКБ, а также взаимодействие и расширение взаимосвязи с автоматизированными системами различного уровня и функционального назначения.

4.6 Работы по развитию САПР ЭКБ, модернизации составных частей САПР ЭКБ выполняют по техническому заданию.

5 Состав и структура САПР ЭКБ

5.1 Составными структурными частями САПР ЭКБ, жестко связанными с организационной структурой проектной организации, являются подсистемы, в которых при помощи специализированных комплексов средств решается функционально законченная последовательность задач САПР ЭКБ.

5.2 По назначению подсистемы разделяют на проектирующие и обслуживающие.

5.2.1 Проектирующие подсистемы имеют объектную ориентацию и реализуют определенный этап (стадию) проектирования или группу непосредственно связанных проектных задач.

Примеры проектирующих подсистем:

- подсистема схемотехнического моделирования;
- подсистема проектирования ЭКБ.

5.2.2 Обслуживающие подсистемы имеют общесистемное применение и обеспечивают поддержку функционирования проектирующих подсистем, а также оформление, передачу и выдачу полученных в них результатов.

Примеры обслуживающих подсистем:

- автоматизированный банк данных;
- подсистема документирования;
- подсистема графического ввода/вывода.

5.2.3 Системное единство САПР ЭКБ обеспечивается наличием комплекса взаимосвязанных моделей, определяющих ЭКБ в целом, а также комплексом системных интерфейсов, обеспечивающих указанную взаимосвязь.

Системное единство внутри проектирующих подсистем обеспечивается наличием единой информационной модели той части ЭКБ, проектное решение по которой должно быть получено в данной подсистеме.

5.3 Формирование и использование моделей ЭКБ в прикладных задачах осуществляется КСАП системы или подсистемы.

5.3.1 Структурными частями КСАП в процессе его функционирования являются ПМК и ПТК (далее — комплексы средств), а также компоненты организационного обеспечения.

Комплексы средств могут объединять свои вычислительные и информационные ресурсы, образуя локальные вычислительные сети подсистем или систем в целом.

5.3.2 Структурными частями комплексов средств являются компоненты следующих видов обеспечения: программного, информационного, методического, математического, лингвистического и технического.

5.4 Эффективное функционирование КСАП и взаимодействие структурных частей САПР ЭКБ всех уровней должно достигаться за счет ориентации на стандартные интерфейсы и протоколы связи, обеспечивающие взаимодействие комплексов средств.

Эффективное функционирование комплексов средств должно достигаться за счет взаимосогласованной разработки (согласования с покупными) компонентов, входящих в состав комплексов средств.

5.5 КСАП обслуживающих подсистем, а также отдельные ПТК этих подсистем могут использоваться при функционировании всех подсистем.

5.6 Структурная схема САПР ЭКБ показана на рисунке 5.1.

В процессе проектирования в соответствии с требованиями CALS-технологий на базе подсистемы управления данными при моделировании (PDM-системы) с использованием подсистем моделирования происходит формирование электронной модели. С помощью специального графического редактора вводят электрическую схему, которая сохраняется в базе данных проектов в подсистеме управления данными и передается в виде файла в системы анализа электрических схем, а также в системы проектирования конструкции ЭКБ. Выходные файлы системы проектирования конструкции ЭКБ либо сохраняют в подсистеме управления моделированием, либо направляют в системы 3D-моделирования для создания чертежей.

На этапе эскизного проектирования в подсистему управления моделированием передают чертежи ЭКБ, для которых еще не созданы 3D-модели (1), которые затем используют для анализа тепловых характеристик ЭКБ без 3D-модели (2).

В процессе моделирования используют теплофизические параметры материалов, которые считываются из интегрированной базы данных ЭКБ и материалов (3).

В подсистему управления моделированием передаются 3D-модели ЭКБ, созданные в системах 3D-моделирования в форматах IGES и STEP, которые далее направляются в подсистему анализа тепловых и механических характеристик ЭКБ, в том числе усталостных (4).

В процессе моделирования используют физико-механические, усталостные, теплофизические параметры материалов, которые считываются из интегрированной базы данных ЭКБ и материалов (3).

Полученные в результате моделирования температуры в конструкциях ЭКБ, не имеющих 3D-модели, сохраняются в подсистеме управления моделированием (5).

Полученные в результате моделирования напряжения, перемещения, ускорения, время до усталостного разрушения и температуры в конструкциях ЭКБ, имеющих 3D-модели, сохраняются в подсистеме управления моделированием (6).

Описанная интеграция дает возможность развития и внедрения CALS-технологий на предприятиях. Интеграция программных продуктов позволяет выполнить сквозное автоматизированное проектирование ЭКБ на основе комплексного моделирования физических процессов.

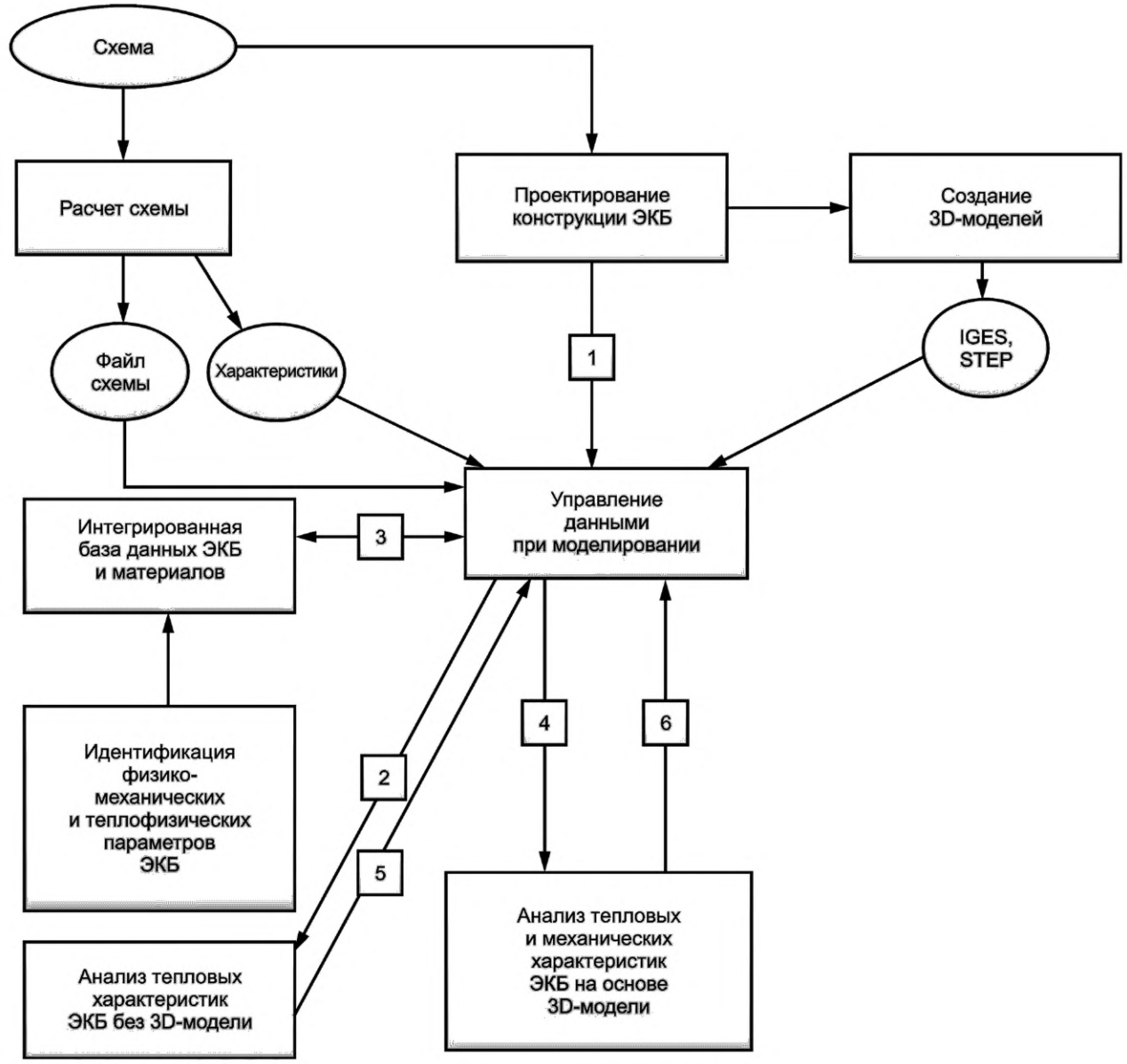

Рисунок 5.1 — Структурная схема САПР ЭКБ

6 Требования к компонентам видов обеспечения

6.1 Требования к компонентам программного обеспечения

6.1.1 Компоненты программного обеспечения, объединенные в ПМК, должны иметь иерархическую организацию, в которой на верхнем уровне размещается монитор управления компонентами нижних уровней программными модулями.

6.1.2 Программный модуль должен: регламентировать функционально законченное преобразование информации; быть написанным на одном из стандартных языков программирования; удовлетворять соглашениям о представлении данных, принятым в САПР ЭКБ.

6.1.3 Монитор предназначен для управления функционированием набора программных модулей ПМК, включая контроль последовательности и правильности исполнения; реализации общения пользователя с ПМК и программных модулей с соответствующими БД; сбора статистической информации.

6.2 Требования к компонентам информационного обеспечения

6.2.1 Основной формой реализации компонентов информационного обеспечения являются БД в распределенной или централизованной форме, организация данных в которых обеспечивает их оптимальное использование в конкретных применениях.

6.2.2 Совокупность БД САПР ЭКБ должна удовлетворять принципу информационного единства, т. е. использовать термины, символы, классификаторы, условные обозначения, способы представления данных, принятые в САПР ЭКБ.

6.2.3 Независимо от логической организации данных БД должны обеспечивать:

- информационную совместимость проектирующих и обслуживающих подсистем САПР ЭКБ;
- независимость данных на логическом и физическом уровнях, в том числе инвариантность к программному обеспечению. Возможность одновременного использования данных из различных БД и различными пользователями;
- возможность интеграции неоднородных БД для совместного их использования различными подсистемами САПР;
- возможность наращивания БД;
- контролируемую избыточность данных.

6.2.4 Создание, поддержка и использование БД, а также взаимосвязь между информацией в БД и обрабатывающими ее программными модулями осуществляются системой управления базами данных, являющейся, как общесистемный ПМК, частью одной из обслуживающих подсистем.

6.3 Требования к компонентам методического обеспечения

6.3.1 К компонентам методического обеспечения относят: утвержденную документацию инструктивно-методического характера, устанавливающую технологию автоматизированного проектирования; правила эксплуатации КСАП, ПТК и ПМК; нормативы, стандарты и другие руководящие документы, регламентирующие процесс и ЭКБ.

6.3.2 Компоненты методического обеспечения должны размещаться на машинных носителях информации, позволяющих осуществлять как долговременное хранение документов, так и их оперативный вывод в форматах, установленных соответствующими стандартами.

6.4 Требования к компонентам математического обеспечения

6.4.1 К компонентам математического обеспечения относят методы математического моделирования ЭКБ и процессов проектирования, математические модели ЭКБ и процессов проектирования, алгоритмы решения задач в процессе проектирования.

6.4.2 Взаимосвязи между компонентами математического обеспечения должны обеспечивать формализацию процесса проектирования и его целостность.

6.5 Требования к компонентам лингвистического обеспечения

6.5.1 К компонентам лингвистического обеспечения относят ЯП, ИПЯ и вспомогательные языки, используемые в обслуживающих подсистемах и для связи с ними проектирующих подсистем.

6.5.2 Компоненты лингвистического обеспечения должны быть согласованными с компонентами обеспечения других видов, быть относительно инвариантными к конкретному содержанию баз данных, предоставлять в компактной форме средства для описания всех объектов и процессов заданного для систем класса с необходимой степенью детализации и без существенных ограничений на объект описания, быть рассчитанными в основном на диалоговый режим их использования.

6.5.3 ЯП должны базироваться на терминах, принятых в конкретной системе, обеспечивать описание, управление и контроль процесса проектирования, быть ориентированными на пользователей с различным уровнем профессиональной подготовки (в том числе не имеющих специальной подготовки в области программирования), обеспечивать однозначное представление информации, стандартное описание однотипных элементов и высокую надежность идентификации описания.

6.5.4 ЯП должны представлять собой набор директив, используя которые пользователь осуществляет процесс формирования модели ЭКБ и ее анализ, обеспечивать возможность эффективного контроля заданий пользователя, иметь средства выдачи пользователю справок, инструкций и сообщений об ошибках, предусматривать возможность использования механизма выбора альтернативных директив из определенного набора (функциональная клавиатура и др.).

6.5.5 ИПЯ должны включать словари, правила индексирования входной информации и правила формирования поисковых предписаний. Словари ИПЯ должны содержать термины (в том числе стандартизованные) соответствующей области электроники и другие лексические единицы, необходимые для индексирования и поиска проектной информации с высокой точностью и полнотой.

6.6 Требования к компонентам технического обеспечения

6.6.1 К компонентам технического обеспечения относят устройства вычислительной и организационной техники, средства передачи данных, измерительные и другие устройства и их сочетания, обеспечивающие функционирование ПТК и КСАП, в том числе диалоговый, многопользовательский и многозадачный режимы работы, а также построение иерархических и сетевых структур технического обеспечения.

6.6.2 В качестве предпочтительной для САПР ЭКБ следует использовать двухуровневую структуру технического обеспечения, включающую центральный вычислительный комплекс и автоматизированные рабочие места (терминальные станции).

6.6.3 Компоненты технического обеспечения должны представлять возможность кодирования и ввода информации с ее визуальным контролем и редактированием; передачи информации по различным каналам связи; хранения, контроля и восстановления информации; загрузки, хранения и исполнения программного обеспечения; оперативного предоставления запрашиваемой информации на устройства вывода.

6.7 Требования к компонентам организационного обеспечения

6.7.1 Компоненты организационного обеспечения должны устанавливать организационную структуру системы и подсистем, включая взаимосвязи ее элементов; задачи и функции службы САПР ЭКБ и связанных с нею подразделений проектной организации; права и ответственность должностных лиц по обеспечению создания и функционирования САПР ЭКБ; порядок подготовки и переподготовки пользователей САПР ЭКБ.

Приложение А
(справочное)

Пример состава и структуры САПР ЭКБ

На рисунке А.1 представлена структурная схема САПР ЭКБ, построенная на базе российской автоматизированной системы обеспечения надежности и качества аппаратуры АСОНИКА (gost.e-ecolog.ru), предназначенной для анализа и обеспечения стойкости ЭА и ЭКБ к комплексным тепловым, механическим, электромагнитным воздействиям, усталостной прочности к тепломеханическим воздействиям, создания карт рабочих режимов ЭКБ, анализа показателей надежности ЭА и создания цифровых двойников ЭА и ЭКБ.

АСОНИКА — это замена натурных испытаний опытных образцов ЭА и ЭКБ виртуальными испытаниями на внешние механические, тепловые, электромагнитные и другие воздействия еще до их изготовления. Это значительная экономия денежных средств и сокращение сроков создания ЭА и ЭКБ при одновременном повышении качества и надежности за счет сокращения количества натурных испытаний.

Используют следующие подсистемы системы АСОНИКА:

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

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

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

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

Система АСОНИКА включает в себя конвертор с известными САПР для передачи геометрии произвольной конструкции в стандартном формате (STEP, IGES) из CAD-системы.

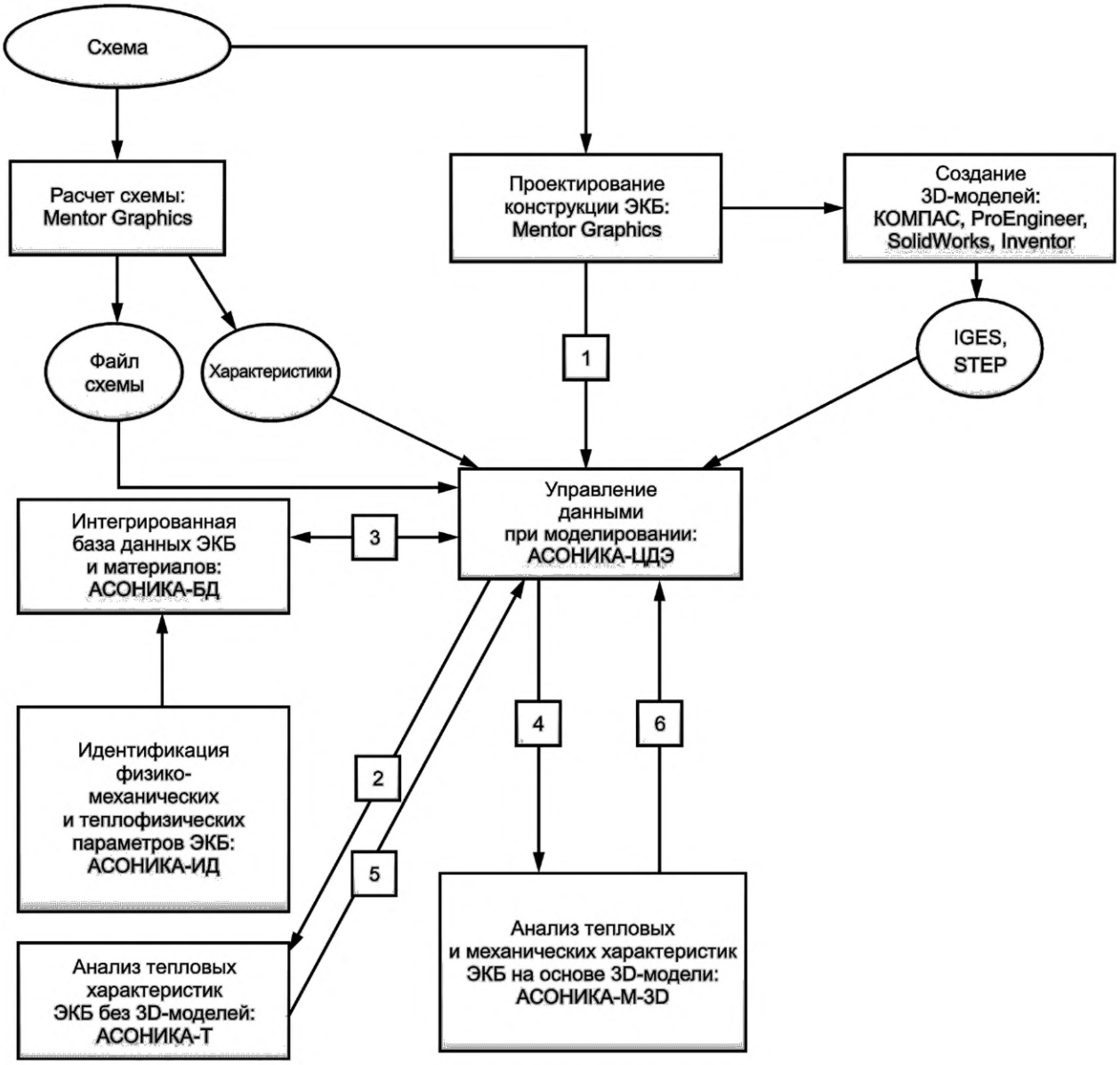

Рисунок А.1 — Структурная схема САПР ЭКБ, построенная на базе российской автоматизированной системы обеспечения надежности и качества аппаратуры АСОНИКА

Библиография

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

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

[3] 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, электронная компонентная база, состав, структура, математическое моделирование, виртуальные испытания

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 30.12.2022. Подписано в печать 18.01.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,12.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
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