ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71794— 2024

Системы автоматизированного проектирования электроники

БАЗА ДАННЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ И МАТЕРИАЛОВ

Общие положения

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт «АСОНИКА» (ООО «НИИ «АСОНИКА») и Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»)

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 14 ноября 2024 г. № 1667-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», 2024

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

Разработка настоящего стандарта вызвана необходимостью автоматизированного анализа стойкости электронной аппаратуры (ЭА) к комплексным тепловым, механическим, электромагнитным воздействиям, усталостной прочности к тепломеханическим воздействиям, создания карт рабочих режимов электронной компонентной базы (ЭКБ), анализа показателей надежности ЭА и создания цифровых двойников ЭА для снижения затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок. При решении этих задач требуются параметры ЭКБ, материалов, а также радиаторов и виброизоляторов.

Отличительной особенностью систем автоматизированного проектирования (САПР) электроники является наличие базы данных (БД) ЭКБ, содержащей множество параметров. Эта БД должна быть не только и не столько справочной. Она должна сопрягаться с различными подсистемами САПР электроники и автоматически передавать необходимые для автоматизированного проектирования данные по полным условным записям ЭКБ, наименованиям материалов, радиаторов, виброизоляторов.

Настоящий стандарт распространяется на БД ЭКБ и материалов. Целью стандарта является создание и применение БД ЭКБ и материалов в процессе автоматизированного анализа стойкости ЭА к комплексным тепловым, механическим, электромагнитным воздействиям, усталостной прочности к тепломеханическим воздействиям, создания карт рабочих режимов, анализа показателей надежности и создания цифровых двойников ЭА, снижение затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок.

Применение математического моделирования и виртуальных испытаний ЭА на внешние воздействия и надежность, создание карт рабочих режимов ЭКБ и цифровых двойников ЭА с использованием БД ЭКБ и материалов на ранних этапах проектирования до изготовления опытного образца позволит избежать отказов ЭА или значительно сократить их на этапе испытаний опытного образца, сокращая тем самым количество испытаний опытного образца, возможные итерации по доработке схем и конструкций, затраты на разработку ЭА при одновременном повышении качества и надежности, в том числе в критических режимах работы, делая ЭА конкурентоспособной на отечественном и международном рынках (см. [1]—[4]).

Настоящий стандарт определяет требования к БД ЭКБ и материалов.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Системы автоматизированного проектирования электроники

БАЗА ДАННЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ И МАТЕРИАЛОВ

Общие положения

Electronics automated design systems.
Database of parameters of electronic components and materials. General provisions

Дата введения — 2025—01—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 компонентной базы (ЭКБ), а также на всех последующих этапах жизненного цикла ЭКБ.

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

1.3 ЭА состоит из электронных шкафов и блоков, печатных узлов и ЭКБ.

1.4 ЭКБ включает в себя микросхемы, транзисторы, диоды, резисторы, конденсаторы и т. д.

2 Общие положения

2.1 В настоящем стандарте определены требования к логической структуре и интерфейсу БД ЭКБ и материалов, к взаимодействию БД с подсистемами системы автоматизированного проектирования (САПР) электроники в части математического моделирования и виртуальных испытаний ЭА на внешние воздействия и надежность, создания карт рабочих режимов ЭКБ и цифровых двойников ЭА.

2.2 БД должна состоять из основных и дополнительных таблиц.

2.2.1 Основные таблицы: на материалы, ЭКБ, менеджер моделей вариантов установки ЭКБ, радиаторы охлаждения, модели безотказности ЭКБ, карты рабочих режимов, виброизоляторы, синхронизацию БД.

2.2.2 Дополнительные таблицы: на классы, группы, параметры, входящие в полную условную запись; справочники. Дополнительные таблицы могут содержать числовые, строковые, логические, текстовые, графические и функциональные зависимости параметров ЭКБ.

2.3 Справочная часть БД предназначена для хранения информации об ЭКБ и материалах конструкций ЭА, необходимой для автоматизированного анализа стойкости ЭА 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.

Издание официальное

3 Требования к логической структуре базы данных

3.1 Важнейший компонент интегрированного программного обеспечения для математического моделирования и виртуальных испытаний ЭА на внешние воздействия и надежность, создания карт рабочих режимов ЭКБ и цифровых двойников ЭА с использованием БД ЭКБ и материалов должна составлять система управления базами данных (СУБД), основной функцией которой является поддержка независимости, целостности и непротиворечивости данных в условиях коллективного использования. Независимость данных понимается как способность СУБД создавать различные представления об одних и тех же хранимых данных, остающихся инвариантными к изменениям среды функционирования БД. СУБД должна быть отечественной.

3.2 Концепция БД должна позволять создавать интегрированные информационные системы (ИС), поддерживающие сложные и разнообразные структуры объектов предметной области, содержащие большое число типов данных, значительные объемы информации, а также сделать реальной задачу обеспечения высокой достоверности обработки и хранения больших объемов данных. За основу должна быть взята методология проектирования ИС на основе концептуального (понятийного) моделирования предметной области. Эта методология представляет собой структурированный процесс создания систем, который, как правило, разбивается на следующие шаги: анализ, проектирование, программирование, тестирование, внедрение.

3.3 При концептуальном проектировании предметной области и применении технологии БД следует решать сложную задачу, заключающуюся в выявлении информационных и функциональных (динамических) связей между объектами реального мира.

3.4 Информационная структура предметной области должна содержать все объекты и их связи, необходимые для построения ИС, а функциональная структура должна определять, каким образом используются и обрабатываются эти объекты. Информационная и функциональная структуры совместно должны обеспечивать полную спецификацию ИС.

3.5 Создание ИС на основе методологии концептуального проектирования должно включать четыре этапа проектирования:

- сбор и анализ информационных потребностей пользователей и системный анализ предметной области;
- построение концептуальной (понятийной) модели предметной области;
- создание концептуальной модели БД;
- разработку системы с помощью инструментальных средств выбранной СУБД.

3.6 На первом этапе проектирования ИС разработчикам необходимо понять, что должна делать система, какие у нее особенности, какие ситуации предметной области должны моделироваться в БД.

3.7 На втором этапе проектирования ИС разработчики должны определить устойчивые свойства данных и описать информационные и технологические процессы, использующие данные, их взаимосвязь и характеристики. Здесь основной задачей является получение формального (независимого от СУБД) описания предметной области, которая должна моделироваться в БД.

3.8 На третьем этапе проектирования ИС разработчики должны принять решение о выделении из множества понятий концептуальной модели предметной области таких объектов, которые должны моделироваться в БД.

3.9 Результаты, полученные на первых трех этапах, не должны изменяться при развитии технической и программной базы ИС. Четвертый этап проектирования должен быть тесно связан с возможностями инструментальных средств конкретных СУБД. Данный этап в свою очередь необходимо разбить на следующие шаги: логическое проектирование БД, физическое проектирование БД, реализацию приложений.

3.10 Справочная БД должна быть предназначена для хранения информации об ЭКБ и материалах конструкций, необходимой для проведения математического моделирования и виртуальных испытаний ЭА на внешние воздействия и надежность, создания карт рабочих режимов ЭКБ и цифровых двойников ЭА с использованием БД ЭКБ и материалов, и должна содержать:

- параметры материалов конструкций;
- параметры моделей ЭКБ для тепловых и механических процессов;
- предельно допустимые значения ускорений и температур ЭКБ, а также максимально допустимые напряжения материалов, на основе которых может быть принято проектное решение;
- параметры выводов ЭКБ для разных вариантов установки ЭКБ на печатную плату для расчета усталостных характеристик;

- информацию об условном графическом изображении ЭКБ на плоскости и в пространстве для придания реалистичности отображения печатных узлов;
- полные условные записи ЭКБ для их быстрого поиска.

3.11 СУБД должна обеспечивать:

- максимально быстрый ввод параметров ЭКБ и материалов. Для этого основу БД должны составить модели вариантов установки ЭКБ, на основе которых, используя минимум параметров (размеры посадочного места и корпуса ЭКБ, сечения корпуса и выводов, параметры материалов выводов, клея или лака), автоматически рассчитываются остальные параметры (координаты установки выводов, длины участков выводов, площадь поверхности, тепловое сопротивление крепления, теплоемкость элемента и т. д.);
- возможность создания дополнительных таблиц, содержащих, например, электрические, надежностные и прочие параметры ЭКБ без участия программиста.

4 Требования к интерфейсу базы данных

4.1 Для редактирования параметров по нормативным документам и технической документации ЭКБ необходимо использовать специализированный интерфейс, содержащий следующие основные требования, приведенные в 4.1.1—4.1.7.

4.1.1 Параметры материалов печатных узлов, несущих конструкций, выводов ЭКБ, а также лаков (клеев), применяемых при установке ЭКБ на печатную плату (справочные, механические, тепловые, допустимые, температурные зависимости).

4.1.2 Оптические свойства материалов конструкций ЭА: свойства тонового, диффузного, испускаемого и зеркального цветов, каждый из которых определяется красной, зеленой и синей составляющими и должен быть задан при помощи диалогового окна задания цвета. Также должны быть заданы степень прозрачности (альфа-составляющая цвета) и коэффициент зеркального отражения (задается на закладке «зеркальный цвет»). Геометрическая фигура отображает, как будет выглядеть деталь из данного материала в пространстве.

4.1.3 Параметры ЭКБ:

- классы и группы ЭКБ;
- типы ЭКБ и технические условия;
- справочная информация;
- полные условные записи ЭКБ;
- параметры, входящие в полную условную запись и их возможные значения;
- варианты установки ЭКБ на печатную плату;
- модели вариантов установки ЭКБ, позволяющие значительно сократить время на ввод ЭКБ в БД путем автоматизированного расчета параметров ЭКБ;
- геометрические, физико-механические, теплофизические, усталостные, допустимые параметры ЭКБ;
- изображения ЭКБ на плоскости и в пространстве.

4.1.4 Параметры для карт рабочих режимов ЭКБ.

4.1.5 Характеристики радиаторов.

4.1.6 Характеристики виброизоляторов.

4.1.7 Модели надежности ЭКБ.

4.2 Для формирования изображения ЭКБ на плоскости и в пространстве необходимо выполнять следующие требования:

- создать описание графических примитивов для формирования изображения на плоскости (линия, прямоугольник, эллипс);
- создать описание графических примитивов для формирования изображения в пространстве (цилиндр, диск, параллелепипед, линия, дуга, плоскость, часть тора).

В приложении А на рисунках А.1—А.8 в качестве примеров приведены фрагменты экранных форм БД ЭКБ и материалов в подсистеме АСОНИКА-БД.

5 Требования к взаимодействию базы данных с подсистемами системы автоматизированного проектирования электроники

5.1 По полным условным записям ЭКБ, названиям материалов, радиаторов, виброизоляторов параметры должны автоматически передаваться из БД ЭКБ и материалов в подсистемы автоматизированного анализа стойкости ЭА 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.

5.2 БД ЭКБ и материалов, а также интерфейс БД должны позволять добавлять новые параметры при использовании новых подсистемам САПР электроники.

Приложение А
(справочное)

Пример реализации базы данных электронной компонентной базы и материалов в подсистеме АСОНИКА-БД

Примером подсистемы управления базами данных ЭКБ и материалов по геометрическим, физико-механическим, усталостным, теплофизическим, электрическим и надежностным параметрам является подсистема АСОНИКА-БД российской САПР электроники в части виртуальных испытаний — 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, для 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.

БД ЭРИ и материалов содержит все необходимые геометрические, электрические, электромагнитные, физико-механические, теплофизические, усталостные и надежностные параметры ЭКБ и материалов, необходимые для моделирования тепловых, механических, электромагнитных процессов в ЭА, создания карт рабочих режимов ЭКБ, анализа показателей надежности ЭА.

Рассмотрим отдельные фрагменты БД.

На рисунке А.1 представлен перечень содержимого БД: материалы, ЭРИ, радиаторы, виброизоляторы и др.

На рисунке А.2 показана возможность задания теплофизических, физико-механических и других параметров материалов на примере материала марки МА2-1, параметры которого были идентифицированы на экспериментальной базе ПАО «РКК «Энергия».

В настоящее время БД содержит 45 классов: интегральные микросхемы, резисторы, конденсаторы и др. Возможность выбора классов ЭКБ приведена на рисунке А3. Могут добавляться новые классы. Для каждого класса задаются полные условные записи ЭКБ (см. рисунок А.4).

В БД занесено более 200 вариантов установки для всех классов ЭКБ. Для каждого варианта установки для конкретного типа ЭКБ вводят геометрические, тепломеханические и допустимые параметры, автоматически формируется изображение ЭКБ на плоскости и в пространстве (см. рисунок А.5). Могут добавляться новые варианты установки.

В БД содержатся модели надежности для всех классов ЭКБ, а также параметры моделей надежности для каждой группы ЭКБ (см. рисунок А.6). У каждого элемента есть несколько групп по надежности. На рисунке А.7 представлен пример групп надежности для конденсаторов.

В БД содержатся структуры форм для всех карт рабочих режимов ЭКБ. Пример задания параметров цифровых функциональных узлов в картах рабочих режимов представлен на рисунке А.8.



Рисунок А.1 — Главное окно подсистемы АСОНИКА-БД

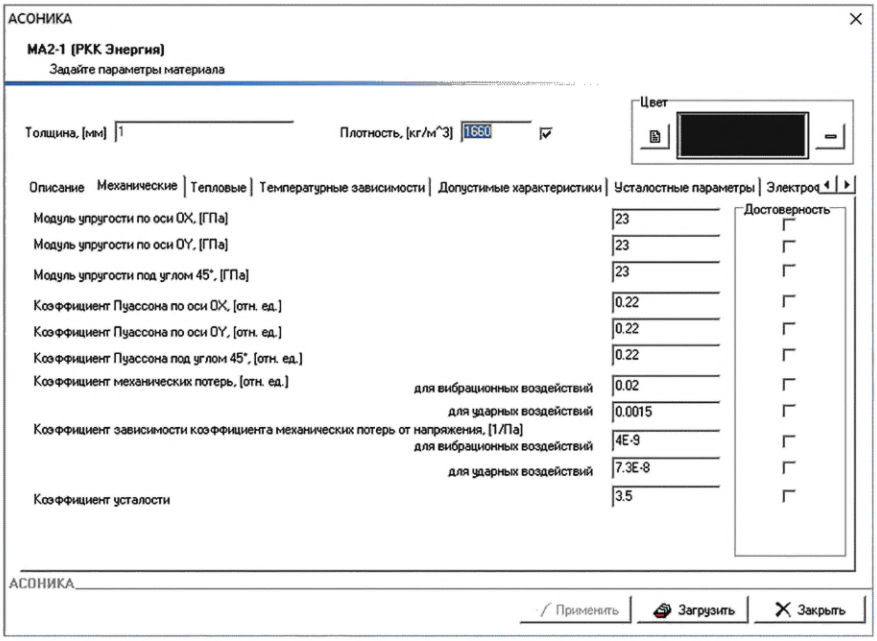

Рисунок А.2 — Свойства материалов марки МА2-1

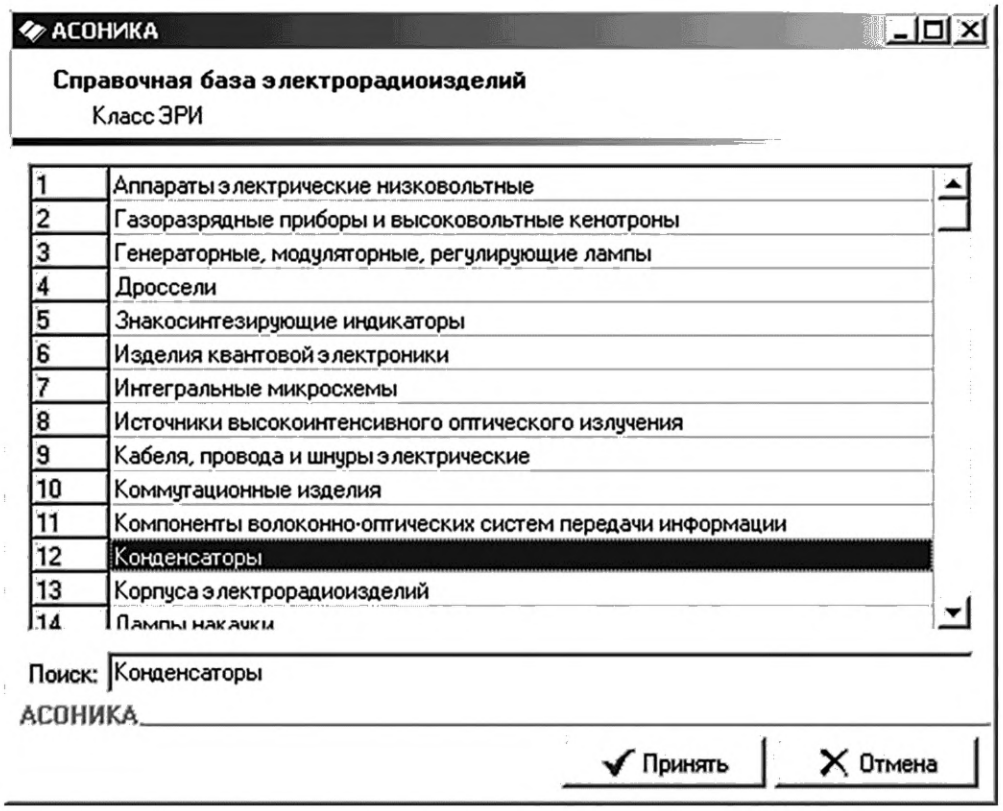

Рисунок А.3 — Выбор класса ЭКБ

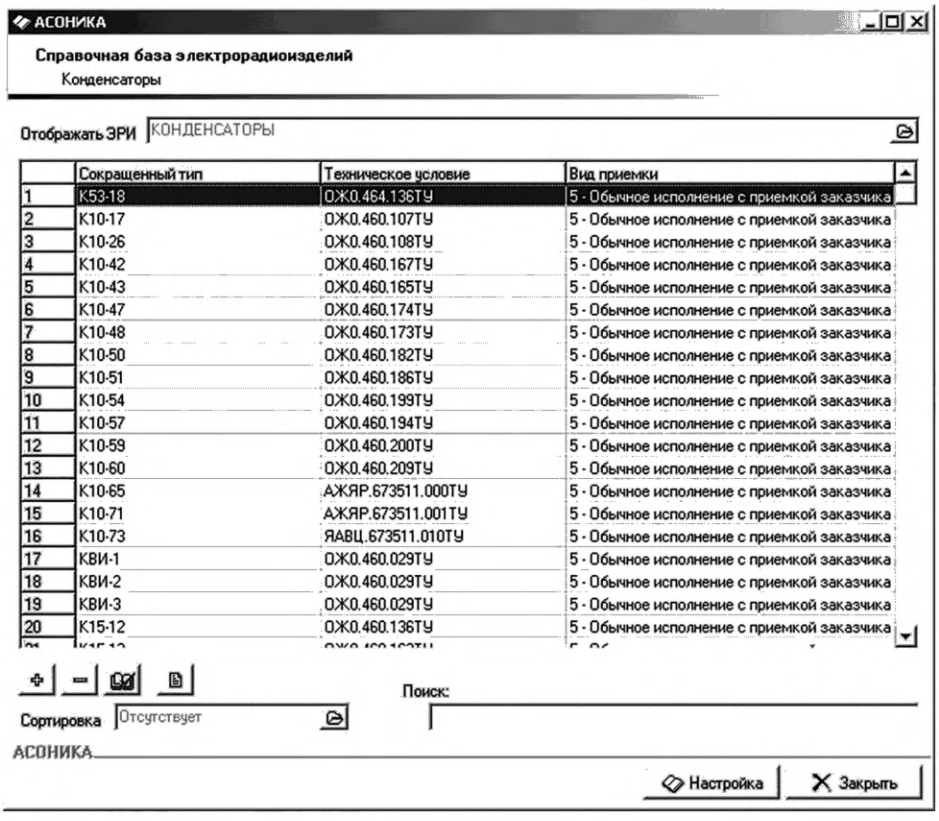

Рисунок А.4 — Выбор типа ЭКБ

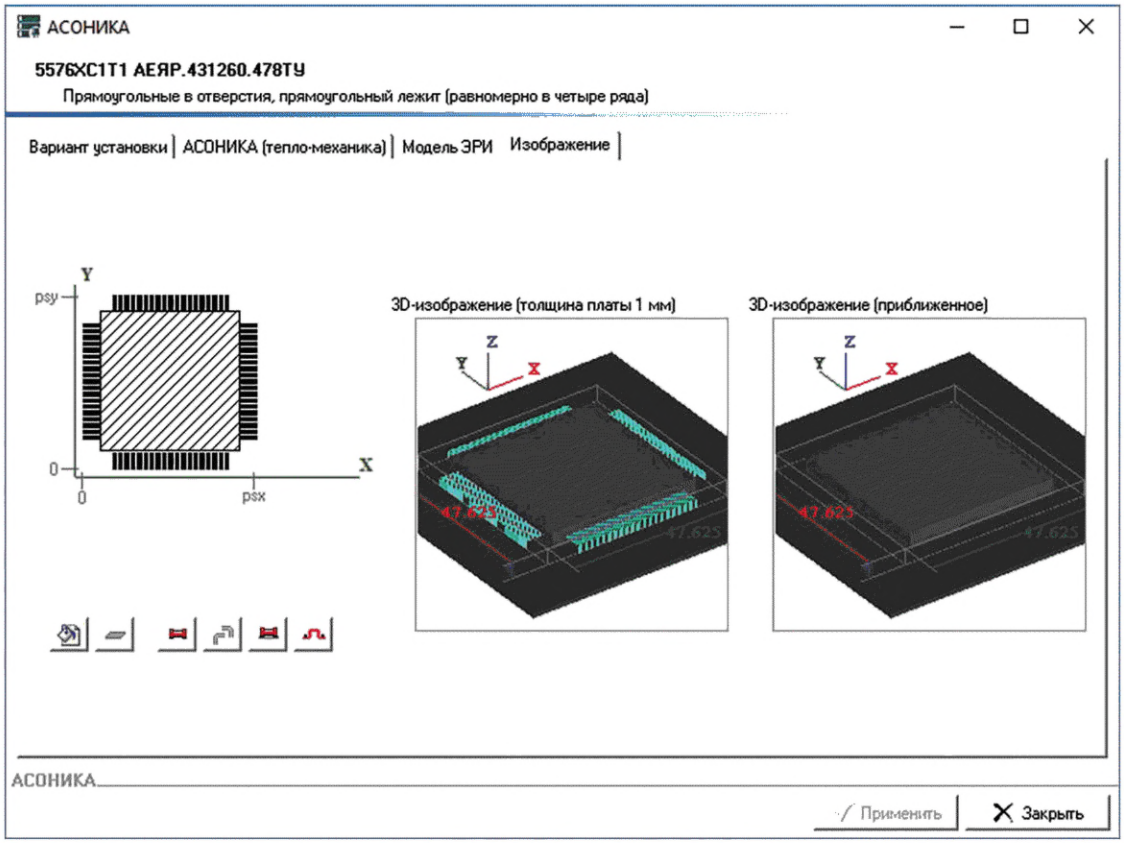

Рисунок А.5 — Изображение ЭКБ на плоскости и в пространстве

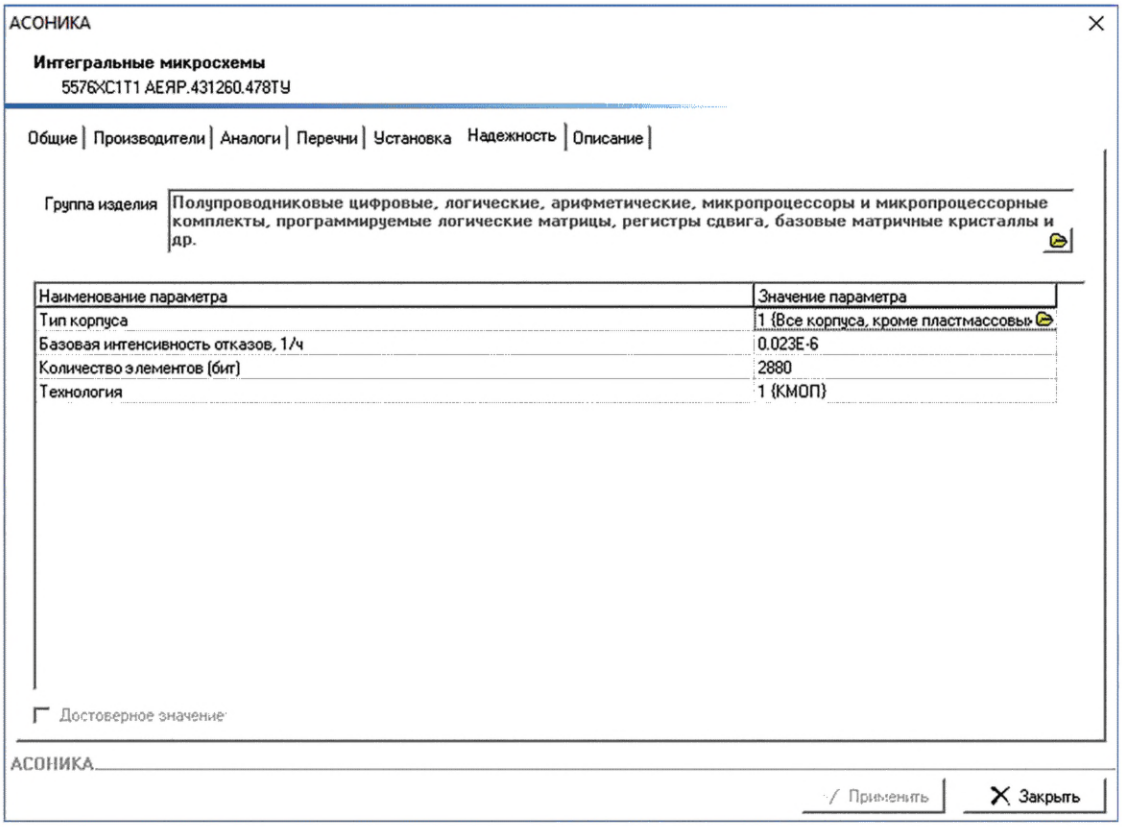

Рисунок А.6 — Параметры, необходимые для расчета надежности ЭКБ

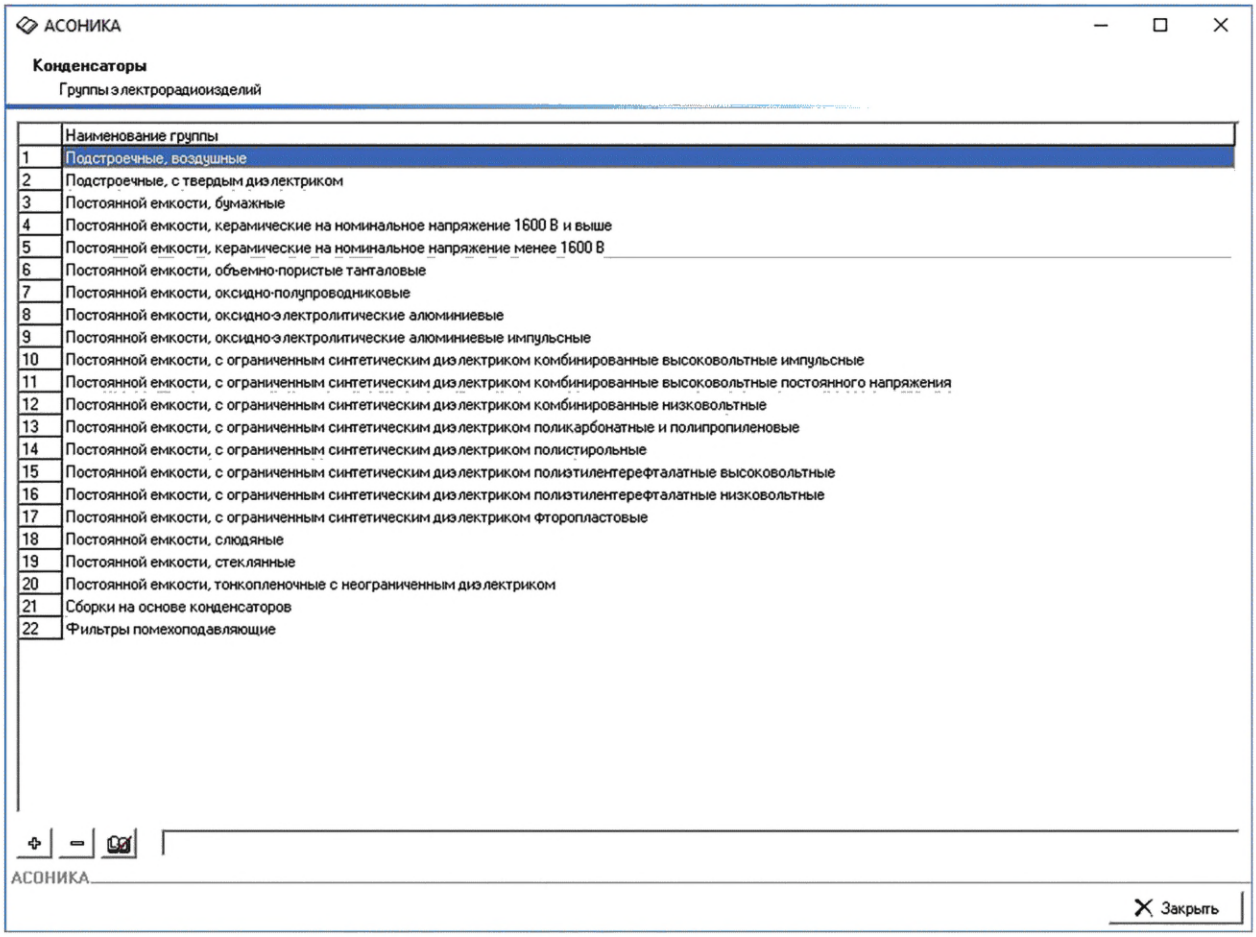

Рисунок А.7 — Группы ЭКБ

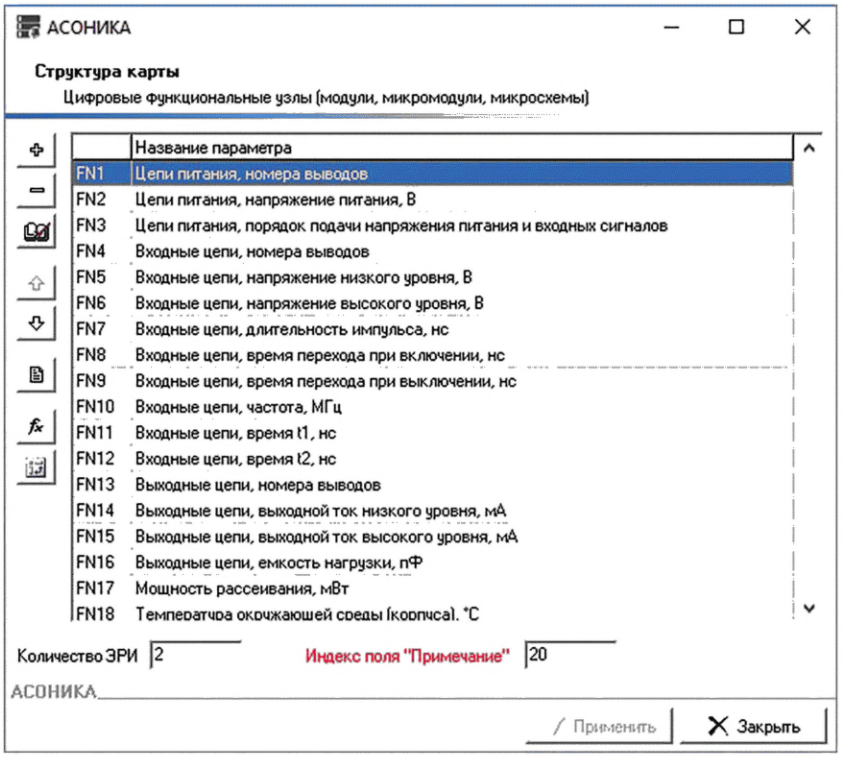

Рисунок А.8 — Параметры цифровых функциональных узлов в картах рабочих режимов

Библиография

[1] Распоряжение Правительства Российской Федерации от 6 ноября 2021 г. № 3142-р «Об утверждении стратегического направления 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. URL: gost.e-ecolog.ru (дата обращения: 12.05.2020)

[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 29.100.01
31.020

Ключевые слова: база данных, электронная компонентная база, электронная аппаратура, материалы, варианты установки, моделирование, карты рабочих режимов, модели надежности, радиаторы охлаждения, виброизоляторы, синхронизация

Редактор *З.А. Лиманская*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 15.11.2024. Подписано в печать 02.12.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,49.

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