

➤ СИСТЕМА СОЗДАНИЯ КАРТ РАБОЧИХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЙ

Каждое предприятие оборонного значения обязательно должно готовить для электронной аппаратуры карты рабочих режимов электрорадиоизделий (ЭРИ). На сегодняшний день существуют три варианта создания и использования таких карт на предприятиях.

1. Предприятие создает карты рабочих режимов ЭРИ полностью вручную. То есть работники заполняют формы в Word, а параметры, вводимые в схему, берут "с потолка". И здесь доминируют температуры (для всех форм) и ускорения ЭРИ (для формы 5), неизвестные пользователю. Испытания он проводить все равно не будет. Нет времени или возможности. Рассчитывать он их не может без автоматизированной системы обеспечения надежности и качества аппаратуры АСОНИКА [1-4], не имеющей аналогов в мире. Параметры по НД берутся из справочников. Причем для одного и того же ЭРИ, но для разных проектов, приходится вновь и вновь обращаться к ним, теряя драгоценное время. При этом в справочниках представлена далеко не вся информация. Кроме того, ряд параметров по НД зависит от параметров в схеме,

например, от температуры. А поскольку параметры в схеме берутся "с потолка", то и параметры по НД недостоверны. В результате созданные карты рабочих режимов ЭРИ являются пустой отпиской.

2. Предприятие использует старые (даже временами советские) программы. Да, и там есть база данных ЭРИ. Но эти программы крайне неудобны. Ими могут пользоваться лишь немногие. Массового применения такие программы не получили. Они не сертифицированы военными. Эти программы не имеют модулей расчета температур и ускорений ЭРИ, а также электрических характеристик. Поэтому вводимые в схему параметры по-прежнему берутся "с потолка". Это лучше, чем в п. 1, но, тем не менее, достоверность таких карт рабочих режимов ЭРИ крайне низка.

3. Автоматизированное создание карт рабочих режимов ЭРИ на основе комплексного моделирования тепловых и механических процессов в электронной аппаратуре с помощью автоматизированной системы обеспечения надежности и качества аппаратуры АСОНИКА. Здесь рассчитываются температуры и ускоре-

ния ЭРИ при всех механических воздействиях путем иерархического анализа от шкафа, блока, печатного узла и до каждого ЭРИ. Рассчитанные температуры и ускорения ЭРИ передаются в подсистему создания карт рабочих режимов ЭРИ АСОНИКА-Р автоматически. Таким образом, существенно экономится время на ввод данных как за счет удобного интерфейса, так и за счет наличия базы данных ЭРИ и предварительного расчета температуры и ускорения ЭРИ. Кроме того, резко повышается достоверность карт. Тепловые и механические параметры в схеме рассчитываются в системе АСОНИКА. Автоматически учитывается зависимость параметров по НД от параметров в схеме, например, от температуры. Данные из карт рабочих режимов ЭРИ автоматически передаются в подсистему анализа показателей надежности АСОНИКА-Б, что также является большим преимуществом системы. АСОНИКА – единственная отечественная система моделирования электронной аппаратуры на внешние воздействия и создания карт рабочих режимов ЭРИ, которая сертифицирована Министерством обороны РФ и по лицензии Рос-



космоса уже 10 лет применяется для проектирования космической аппаратуры (в частности, в ОАО "РКК "Энергия" при создании электронных приборов для Международной космической станции).

Альтернативы системе АСОНИКА нет и не будет в ближайшие 20 лет. Чем быстрее предприятие осознает этот факт и начнет ее использовать, тем более конкурентоспособной, надежной и качественной будет разрабатываемая им электронная аппаратура.

АСОНИКА – единственная отечественная система подобного типа. В нынешних условиях санкций и необходимости импортозамещения руководители предприятий должны выстроиться в очередь за ее приобретением и дальнейшим обслуживанием высокопрофессиональным коллективом разработчиков, состоящим исключительно из кандидатов и докторов наук.

Подсистема АСОНИКА-Р [1-4] разработана и рекомендуется для использования в соответствии с документом "Руководство по оценке правильности применения электрорадиоизделий в аппаратуре специального назначения. Часть 1. Общие положения. Карты рабочих режимов и условий применения электрорадиоизделий".

После проверки правильности применения ЭРИ в аппаратуре выводятся данные о результатах оценки номенклатуры, условий эксплуатации, электрических и температурных режимов работы ЭРИ. Эти данные в виде числовых значений параметров, характеризующих фактические и предписанные в нормативно-технической документации (НТД) на ЭРИ условия их эксплуатации и режимы работы, оформляются в виде карт рабочих режимов (КРР).

Комплект КРР на сборочную единицу высшей ступени, в которую входят сборочные единицы низших ступеней, включает в себя:

- титульный лист (формы 1 и 1а);
- содержание (формы 2 и 2а);
- перечень комплектов карт сборочных единиц низшей ступени (форма 3);
- карту оценки номенклатуры примененных ЭРИ и сведений о соответствии условий их эксплуатации и показателей надежности требованиям НТД (форма 4);
- карту ЭРИ, примененных при механических воздействиях, не соответствующих требованиям НТД на них (форма 5);
- карты режимов работы ЭРИ, входящих непосредственно в состав ком-

плекта КРР (формы 6-87), например, соединителей, тумблеров и т.п.

В комплект КРР на сборочную единицу низшей ступени, не имеющую в своем составе другой сборочной единицы (например, ячейку, типовой элемент замены и т.п.), входят:

- титульный лист (форма 1а);
- содержание (форма 2а);
- карта оценки номенклатуры примененных ЭРИ и сведения о соответствии условий их эксплуатации и показателей надежности требований НТД (форма 4);
- карта ЭРИ, примененных при механических воздействиях, не соответствующих требованиям НТД на них (форма 5);
- карты режимов работы ЭРИ, входящих в состав сборочной единицы (формы 6-87).

По согласованию с представителем заказчика допускается не включать формы 4 и 5 в комплект карт сборочных единиц низших ступеней. В этом случае при заполнении указанных форм для сборочной единицы высшей ступени в них необходимо включить все ЭРИ, входящие в сборочные единицы низших ступеней. Комплект КРР в окончательном виде представляется разработчиком аппаратуры на стадии формирования рабочей документации (по результатам испытаний опытного образца). Возможно составление КРР на более ранних стадиях разработки аппаратуры посредством проведения расчетов по схемам или по результатам инструментальных измерений на макетах с последующей их корректировкой (по результатам измерений в опытном образце). Этап, на котором составляется КРР, согласовывается с заказчиком аппаратуры.

АСОНИКА-Р предназначена для упрощения и ускорения процесса заполнения карт рабочих режимов ЭРИ. В программу заложены все возможные формы КРР последней редакции.

АСОНИКА-Р имеет необходимую базу данных, содержащую информацию о предельных значениях параметров ЭРИ, взятую из НТД. После задания пользователем перечня ЭРИ программа автоматически заносит информацию для каждого ЭРИ из базы данных в карты режимов, в колонки *По НТД*. При верстке карты автоматически осуществляется сравнение значений параметров, находящихся в колонке *В схеме*, со значениями, находящимися в колонке *По НТД* (кроме формы 4 "Карта оценки номенклатуры ЭРИ и сведений о соответ-

ствии условий их эксплуатации и показателей надежности требованиям НТД"). Значения параметров в колонке *В схеме*, превышающие соответствующие значения параметров в колонке *По НТД*, выделяются красным цветом. В базу данных могут вводиться как числовые значения параметров в виде констант, так и табличные, графические и функциональные зависимости параметров по НТД от параметров, приведенных в колонке *В схеме* (например, от температуры окружающей среды).

Результаты работы – заполненные карты режимов ЭРИ – автоматически конвертируются программой в текстовый процессор Word (версии 2000 и более поздние), где они могут быть отредактированы и распечатаны в форматах А3 и А4.

Перечень ЭРИ, для которых нужно получить КРР, может быть введен как вручную пользователем, так и путем конвертирования из выходных файлов системы P-CAD, в редакторе *ilp*-файлов (PrEditor), в Microsoft Excel и других системах, например, АСОНИКА-ТМ.

Кроме того, конвертация перечней ЭРИ из любой системы может осуществляться в рамках интегрированной информационной среды предприятия (PDM-системы) через промежуточный текстовый файл (формат *ilp*). Возможен экспорт параметров ЭРИ в АСОНИКА-Б. АСОНИКА-Р может использоваться как на одном рабочем месте, так и в сетевом варианте, когда на сервере установлена база данных, а на рабочих местах – управляющая программа. При этом редактировать базу данных может только ее администратор.

АСОНИКА-Р обеспечивает контроль за правильностью применения изделий электронной техники в аппаратуре и рекомендуется для использования в процессе проектирования и замены испытаний на ранних его этапах.

Основное окно АСОНИКА-Р содержит пункты *Проект, Правка, Настройка, Выполнить, Справка*. Рассмотрим интерфейс и основные возможности АСОНИКА-Р.

Пункт меню *Проект, команда *Свойства** – используется для задания индекса изделия, для которого формируются КРР. Кроме того, при необходимости можно задать значение коэффициента нагрузки (глобальный, общий параметр для всего проекта). Этот параметр будет доминировать при расчете коэффициентов нагрузки в различных картах.

Пункт меню *Проект, команда *Создание ilp-файла из файла *.xlsx** – позволяет сфор-

мировать .ilr-файл на основе .xlsx-файла. При выборе этого пункта в режиме импорта запускается Редактор ilr-списков, являющийся дополнительным инструментом к системе АСОНИКА, в котором следует произвести импорт файла .xlsx.

Пункт меню Проект, команда Импорт. АСОНИКА-Р позволяет осуществлять разные варианты импорта:

- "Файл АСОНИКА-Р" – чтение файла, созданного в АСОНИКА-Р. При этом к текущему проекту будут добавлены ЭРИ из импортируемого проекта;
- "Файл АСОНИКА-ТМ" – чтение файла АСОНИКА-ТМ. Этот вариант импорта используется для создания нового проекта АСОНИКА-Р, в который добавляются выбранные ЭРИ из проекта АСОНИКА-ТМ;
- "Файл списка (*.ilr)" – чтение файла с расширением *.ilr. Этот вид импорта так же, как и импорт файла АСОНИКА-ТМ, используется для создания нового проекта АСОНИКА-Р.

Импорт текстовых файлов позволяет проставлять у совпадающих ЭРИ значения для параметров столбца *В схеме*. АСОНИКА-Р осуществляет импорт значений температур и ускорений (гармоническая вибрация, однократный и многократный удар, случайная вибрация), полученных в АСОНИКА-ТМ, а также электрические характеристики – токи, напряжения, мощности, рассчитанные в специальных программах электрического анализа (OrCAD, Altium Designer и др.). Перечислим возможные случаи импорта текстовых файлов:

- "Файл температур" – чтение текстового файла, содержащего температуры ЭРИ (создается в АСОНИКА-ТМ). В ходе импорта у всех совпадающих ЭРИ значения температур проставляются в столбце *В схеме*, после чего можно генерировать формы;
- "Файл ускорений – (гармоническая вибрация, однократный, многократный удар (*.txt))" – чтение текстового файла, содержащего ускорения ЭРИ (создается в АСОНИКА-ТМ);
- "Файл ускорений (случайная вибрация (СВ.txt))" – чтение текстового файла, содержащего ускорения ЭРИ после расчета на случайную вибрацию (создается в АСОНИКА-ТМ);
- "Файл электрических характеристик (.txt)" – чтение текстового файла, содержащего токи, напряжения, мощности, рассчитанные в специальных программах электрического анализа (OrCAD, Altium Designer и др.).

Пункт меню Проект, команда Экспорт. АСОНИКА-Р позволяет осуществлять экспорт ЭРИ в виде файлов .ilr и .txt. Файл формата .txt обеспечивает возможность подготовить файл с ЭРИ для АСОНИКА-Б. Чтобы это сделать, достаточно открыть проект АСОНИКА-Р, выбрать пункт меню *Проект* → *Экспорт* → *Файл АСОНИКА-Б (*.txt)*, и система сформирует файл. Аналогично можно создать файл списка (*.ilr).

Пункт меню Правка, команда Добавить форму – для удобства в окне добавления формы имеется поиск, который позволяет пользователю, зная номер формы, легко найти ее название.

Пункт меню Правка, команда Редактировать список ЭРИ – открывает окно редактирования формы, в котором помимо ЭРИ и их полных условных записей имеется нумерация, а слева расположены кнопки редактирования:

- *Добавить ЭРИ из БД;*
- *Добавить ЭРИ* – необходимо вручную ввести позиционное обозначение и полную запись;
- *Удалить ЭРИ;*
- *Очистить список формы* – используется для удаления всех данных из списка;
- *Изменить ЭРИ* – служит для редактирования позиционного обозначения и полной условной записи ЭРИ;
- *Копировать ЭРИ* – используется, если необходимо добавить ЭРИ, полная условная запись которого уже есть в списке ЭРИ формы;
- *Копировать ЭРИ списком* – применяется для копирования ЭРИ списком со всеми параметрами в новые ЭРИ;
- *Групповое удаление ЭРИ* – позволяет удалить несколько ЭРИ, следующих по порядку. Нужно указать обозначение ЭРИ, а также диапазон индексов (через "-" и ","), которые следует удалить;
- *Групповое задание параметров для выделенных элементов* – используется для задания нескольким ЭРИ одинаковых параметров в столбце *В схеме*;
- *Групповое задание параметров для всех элементов* – позволяет задать (заменить на заданные) параметры столбца *В схеме* у всех ЭРИ;
- *Параметры ЭРИ* – используется для задания любого из параметров ЭРИ.

Пункт меню Правка, команды Сформировать Форму 4 и Сформировать Форму 5. Форма 4 – карта оценки номенклатуры примененных ЭРИ и сведений о соответствии условий их эксплуатации и показателей надежности требованиям НТД.

Форма 5 – карты ЭРИ, примененных при механических воздействиях, не соответствующих требованиям НТД на них.

Эти формы не добавляются в проект, как все остальные карты, их нужно генерировать автоматически, после чего выдаются соответствующие сообщения. Затем формы появляются в списке форм.

Пункт меню Правка, команда Условия эксплуатации – чтобы этот пункт стал активным, сначала необходимо сгенерировать форму 4, поскольку условия эксплуатации участвуют в ее генерировании. Затем следует выбрать пункт *Условия эксплуатации* в меню *Правка* – появится окно для их заполнения.

Пункт меню Настройка, команда Параметры редактирования форм. Предусмотрены три варианта сортировки: *Отсутствует*, *По обозначению*, *По описанию*. Выбранные параметры сортировки действуют и при добавлении формы в список. Кроме того, в диалоговом окне *Параметры редактирования форм* можно, установив соответствующие флажки, выбрать следующие возможности.

Если поле *Возможность редактирования параметров НТД для ЭРИ* активно, то при редактировании параметров ЭРИ, полная условная запись которого содержится в справочной базе данных, можно будет изменять значения параметров по НТД для текущего проекта.

Если поле *Всегда рассчитывать значение параметра* активно, то при генерировании формы будут рассчитываться значения параметров ЭРИ, для которых в базе данных определена формула или зависимость. Также при генерировании формы для рассчитываемого параметра в ячейке таблицы будет отображено рассчитанное значение, а рядом в скобках будет указан параметр, который участвовал в расчете.

Пункт меню Выполнить состоит из следующих команд:

- *Верстать форму* – позволяет сгенерировать выделенную форму в формате Word в соответствии с установленными настройками;
- *Верстать все формы* – позволяет сгенерировать все формы проекта в формате Word в соответствии с установленными настройками;
- *Соответствие НТД* – отвечает за генерирование формы с элементами, не соответствующими НТД.

Существуют определенные особенности работы с формами. Формы (КРР) 1-3 связаны с титульным листом, оглавлением документа, перечнем сборочных единиц. Перед генерированием форм

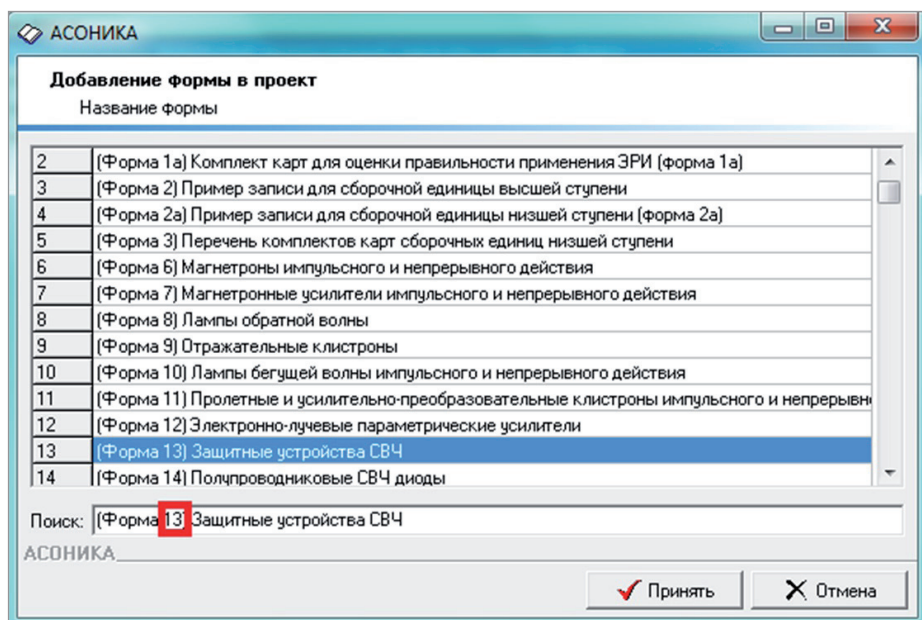


Рис. 1. Окно добавления формы в проект

следует определиться с тем, какой комплект карт (высшей или низшей ступени) нужен. Если работа производится с высшей ступенью, то в проект добавляются формы 1 и 2, если с низшей, то 1а и 2а, форма 3 используется для работы с низшей ступенью.

Формы 63, 64, 64а, 64б, 65, 66, 83, 84 описывают микросхемы по функциональному назначению. В их состав входят

такие параметры, как номера выводов цепей питания, а также номера входных и выходных цепей. Иногда в микросхемах может быть большое число входных и выходных цепей, а также цепей, связанных с питанием. При составлении форм цепи заранее группируются по принадлежности к цепям питания, входным и выходным цепям для каждой микросхемы. Это позволяет

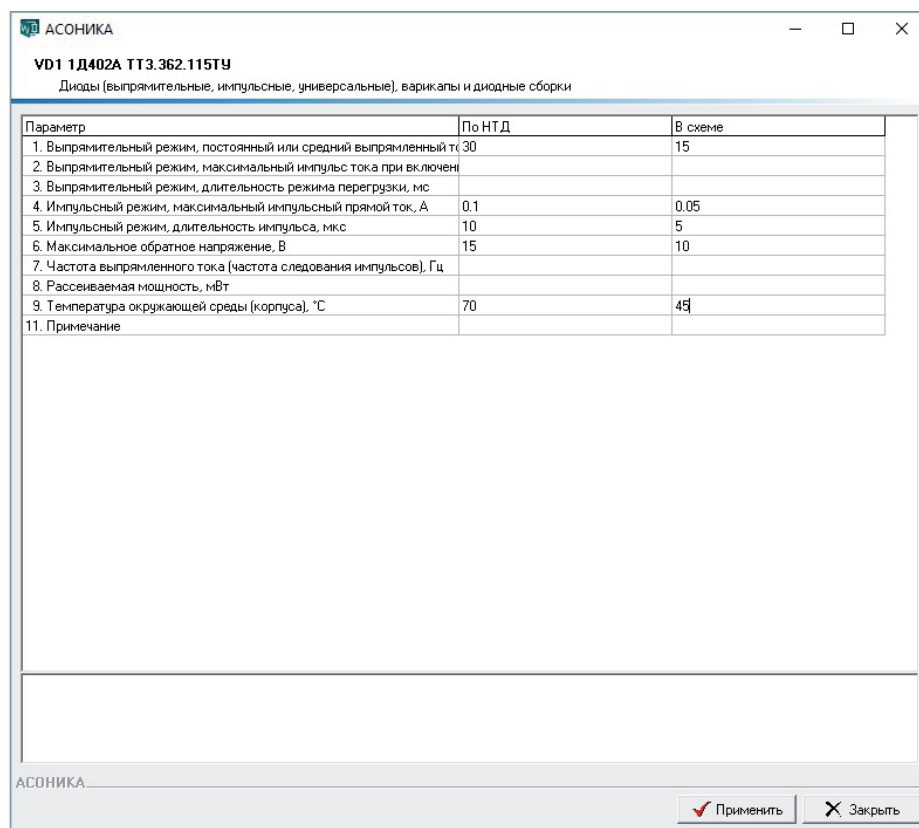


Рис. 2. Редактирование параметров диода

обобщить анализ значений параметров *По НТД* и *В схеме* для определенной группы выводов, не генерируя значения для каждого вывода (достаточно трудоемко при формировании КРП).

Перед созданием форм для удобства редактирования параметров рекомендуется настроить параметры редактирования. Из вариантов сортировки необходимо выбрать параметр *По обозначению*.

Чтобы добавить форму, следует на панели инструментов нажать кнопку "+" или воспользоваться соответствующим пунктом меню *Правка*. В появившемся окне, приведенном на рис. 1, необходимо выбрать нужную форму и нажать кнопку *Принять*. Форма появится в списке форм. Рассмотрим особенности работы с указанными формами.

Существует возможность ввода формул для параметров ЭРИ. Чтобы посмотреть, как работают формулы, нужно задать в меню команду *Параметры редактирования форм* и в параметрах редактирования появившегося диалогового окна *Настройка* сбросить флажок напротив пункта *Всегда рассчитывать значение параметров*.

Проиллюстрируем работу с формулами на примере коэффициента нагрузки в диодах. Для этого следует открыть проект с формой 55 и выбрать в ней диод (рис. 2). Значение коэффициента нагрузки *В схеме* может быть введено вручную либо формула для его расчета непосредственно задается в столбцах *В схеме* или *По НТД*. Тогда пункт 10 *Коэффициент нагрузки* будет отображаться на экране. Если формула задана в базе данных АСОНИКА-БД, то пункт 10 *Коэффициент нагрузки* не будет отображаться на экране. На рис. 2 рассмотрен именно такой случай. Формула для этого параметра столбца *В схеме* была задана в АСОНИКА-БД следующим образом: $(=SS\ f(@1;#1)=@1/#1)$, где $f(@1;#1)$ означает, что формула использует значения параметра 1 столбцов *В схеме* и *По НТД*; $@1/#1$ – отношение параметра 1 столбца *В схеме* к параметру 1 столбца *По НТД*. Аналогичные формулы можно ввести для параметра и в АСОНИКА-Р как для значений столбцов *По НТД* или *В схеме*, так и для обоих значений. Рассмотрим эти варианты.

В нашем примере символ SS означает, что расчет выполняется только для столбца *В схеме*. Отчет для этой формы представлен на рис. 3. Видно, что в столбце *В схеме* содержится результат расчета по формуле для параметра *Коэффициент нагрузки*. Аналогичный резуль-

Карта рабочих режимов диодов (выпрямительных, импульсных, универсальных), варикапов и диодных сборок		Форма 55			
Позиционное обозначение		VD1			
Наименование изделия		LD402A TT3.362.115TV			
Режим работы		в схеме	по НТД	в схеме	по НТД
Выпрямительный режим	постоянный или средний выпрямленный ток, мА	1	15	30	
	максимальный импульс тока при включении, А	2			
Импульсный режим	длительность режима перегрузки, мс	3			
	максимальный импульсный прямой ток, А	4	0,05	0,1	
Максимальное обратное напряжение, В	длительность импульса, мкс	5	5	10	
	максимальное обратное напряжение, В	6	10	15	
Частота выпрямленного тока (частота следования импульсов), Гц		7			
	Рассеиваемая мощность, мВт	8			
Температура окружающей среды (корпуса), °С		9	45	70	
	Коэффициент нагрузки	10	5,00E-01(1)	0,7	
Примечание		11			

Рис. 3. Отчет для формы 55. Коэффициент нагрузки рассчитывается для "схемы"

тат будет, если в параметрах редактирования сделать активным пункт *Всегда рассчитывать значение параметров.*

Коэффициент нагрузки для столбца *В схеме* можно ввести вручную (например, 4). Для расчета параметра *Коэффициент нагрузки* по НТД посредством формулы нужно ввести в соответствующую ячейку формулу, вид которой изменится: $=SN\backslash f(@1; \#1)=@1/\#1$.

Если требуется рассчитать значение параметра *Коэффициент нагрузки* для столбцов *По НТД* и *В схеме*, используя формулы, то следует ввести в соответствующие ячейки формулы, вид которых изменится: $=S0\backslash f(@1; \#1)=@1/\#1$.

В АСОНИКА-Р существует возможность считывать электрические параметры ЭРИ, полученные с помощью программ расчета электрических режимов работы ЭРИ. Так, в программе PSpice произведен расчет электрической схемы и с помощью конвертора получен файл *log.txt*, имеющий следующее содержание:

R1: 0,7104 0,7544 5,7E-5 0,000455
 R10: 3,582 3,582 0,012831 0,102646
 R2: 3,358 3,403 0,000289 0,002316
 R3: 1,008 2,269 0,002859 0,022872
 R4: 1,434 2,8615 4,1E-5 0,000328
 R5: 2,904 3,732 0,00774 0,061921
 R6: 0,7102 1,225 0,00015 0,0012
 R7: 0,573 0,584 0,000341 0,002728
 R8: 0,573 0,5841 0,000341 0,002729
 R9: 0,739 1,2539 7,9E-5 0,000629
 VT1: 2,846 2,35 0,496 0,00056 1,3E-5 0,000278 0,00066 0,001321
 VT2: 2,096 1,434 0,662 0,001606 7E-6 0,001063 0,039507 0,079014
 VT3: 1,418 0,739 0,679 0,003545 3,7E-5 0,002407 0,002518 0,005037
 VD1: 1,418 0,739 0,679 0,003545 3,7E-5 0,002407 0,002518 0,005037
 C1: 5 5 0
 C10: 1,146 1,168 353849,5 11794,983333
 C11: 1,9853 1,9857 0,098664 0,003289
 C12: 0,4576 0,4576 2,9E-5 1E-6
 C13: 0,2214 0,2935 0,008317 0,000277
 C2: 0,9316 0,9316 4,8E-5 2E-6
 C3: 3,582 3,582 0,012655 0,000422
 C4: 5 5 0
 C5: 3,33 3,3304 0,000875 2,9E-5
 C8: 3,358 5,314 1171943 39064,766667
 C9: 0,496 0,518 153324,5 5110,816667

Электрические параметры в АСОНИКА-Р считываются файлом *ERIModes5.ini*. Содержание этого файла следующее:

35 3 1 6
 55 1 2 6 10
 58 1 2 3 4 5 17 18 20
 67 1 3 9 14
 68 1 3 13 15

Здесь 1-й столбец – номер формы (например, 68 – резисторы); 2-й столбец – число передаваемых электрических параметров; 3-й и последующие столбцы – передаваемые параметры.

Параметры для формы 55 (диоды):

- 1 – выпрямительный режим, постоянный или средний выпрямленный ток, мА;
- 2 – выпрямительный режим, максимальный импульс тока при включении, А;
- 6 – максимальное обратное напряжение, В;
- 10 – коэффициент нагрузки.

Параметры для формы 58 (транзисторы биполярные):

- 1 – статический режим, коллектор – эмиттер, напряжение, В;
- 2 – статический режим, коллектор – база, напряжение, В;
- 3 – статический режим, эмиттер – база, напряжение, В;
- 4 – статический режим, ток коллектора, А;
- 5 – статический режим, ток базы, А;
- 17 – средняя мощность, Вт;
- 18 – импульсная мощность, Вт;
- 20 – коэффициент нагрузки.

Параметры для формы 67 (конденсаторы):

- 1 – напряжение постоянное, В;
- 3 – напряжение импульсное, В;
- 9 – реактивная мощность, Вар;
- 14 – коэффициент нагрузки.

Параметры для формы 68 (резисторы):

- 1 – напряжение постоянное, В;
- 3 – напряжение импульсное, В;
- 13 – суммарная мощность, Вт;
- 15 – коэффициент нагрузки.

Для примера рассмотрим последовательность действий. Создадим проект в АСОНИКА-Р с теми же ЭРИ, что и в импортируемом файле, и осуществим импорт файла *log.txt*. Пример иллюстрируют рис. 4 и 5.

В результате для параметров ЭРИ форм (которые совпадают с ЭРИ в файле *log.txt*) в столбце *В схеме* будут проставлены значения из импортируемого файла. Перечень карт рабочих режимов приведен в таблице 1.

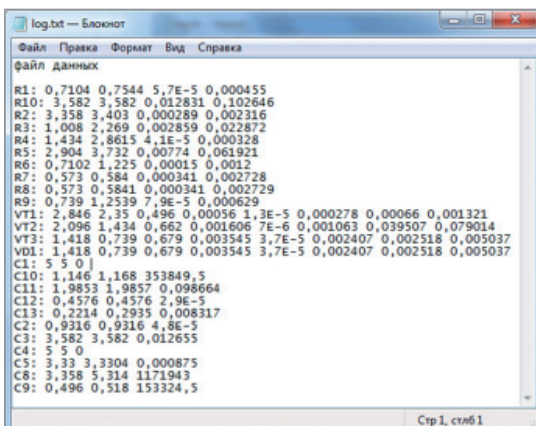


Рис. 4. Содержание файла *log.txt*

VD1 1N133		
Диоды (выпрямительные, импульсные, универсальные), варикапы и диодные сборки		
Параметр	По НТД	В схеме
1. Выпрямительный режим, постоянный или средний выпрямленный ток, мА	100	1,418
2. Выпрямительный режим, максимальный импульс тока при включении, А		0,739
3. Выпрямительный режим, длительность режима перегрузки, мс		
4. Импульсный режим, максимальный импульсный прямой ток, А	0,5	
5. Импульсный режим, длительность импульса, мкс		
6. Максимальное обратное напряжение, В	50	0,679
7. Частота выпрямленного тока (частота следования импульсов), Гц		
8. Рассеиваемая мощность, мВт		
9. Температура окружающей среды (корпуса), °С	150	
10. Коэффициент нагрузки	0,7	0,003545
11. Примечание		

Рис. 5. Данные, загруженные в диоды



Таблица 1

Перечень карт рабочих режимов

Номер карты	Описание	Номер карты	Описание
1	Титульный лист для комплекта карт для оценки правильности применения ЭРИ (шифр сборочной единицы высшей ступени)	46	КРР оптоэлектронных приемных устройств
1а	Титульный лист для комплекта карт для оценки правильности применения ЭРИ (шифр сборочной единицы низшей ступени)	47	КРР оптопар
2	Содержание комплекта карт для оценки правильности применения ЭРИ для сборочной единицы высшей ступени	48	КРР оптоэлектронных переключателей логического сигнала
2а	Содержание комплекта карт для оценки правильности применения ЭРИ для сборочной единицы низшей ступени	49	КРР газовых лазеров непрерывного и импульсного режима работы
3	Перечень комплектов карт сборочных единиц низшей ступени	50	КРР твердотельных лазеров непрерывного и импульсного режима работы
4	Карта оценки номенклатуры ЭРИ и сведений о соответствии условий их эксплуатации и показателей надежности требованиям НТД	51	КРР полупроводниковых лазеров непрерывного и импульсного режима работы
5	Карта ЭРИ, примененных при механических воздействиях, не соответствующих требованиям НТД	52	КРР полупроводниковых излучающих диодов ИК-диапазона
6	КРР магнетронов импульсного и непрерывного действия	53	КРР полупроводниковых тетродов биполярных (дефензоров)
7	КРР магнетронных усилителей импульсного и непрерывного действия	54	КРР полупроводниковых ограничителей напряжения
8	КРР ламп обратной волны	55	КРР диодов (выпрямительных, импульсных, универсальных), варикапов и диодных сборок
9	КРР отражательных клистронов	56	КРР полупроводниковых стабилитронов и стабисторов
10	КРР ламп бегущей волны импульсного и непрерывного действия	57	КРР туннельных и обращенных диодов
11	КРР пролетных и усилительно-преобразовательных клистронов импульсного и непрерывного действия	58	КРР транзисторов и транзисторных сборок
12	КРР электронно-лучевых параметрических усилителей	59	КРР однопереходных транзисторов
13	КРР защитных устройств СВЧ	60	КРР полевых транзисторов и транзисторных сборок
14	КРР полупроводниковых СВЧ-диодов	61	КРР полупроводниковых транзисторных усилителей
15	КРР ВЧ- и СВЧ-транзисторов	62	КРР тиристоров
16	КРР полупроводниковых параметрических усилителей и усилителей на туннельных диодах	63	КРР операционных усилителей и компараторов напряжения
17	КРР генераторов и усилителей на диодах Ганна	64	КРР стабилизаторов напряжения, схем управления импульсными стабилизаторами напряжения
18	КРР генераторов шума СВЧ и генераторов на лавинно-пролетных диодах	64а	КРР коммутаторов и ключей (форма 89 – в программе)
19	КРР приемных и передающих СВЧ	64б	КРР усилителей (форма 88 – в программе)
20	КРР полупроводниковых фазовращателей, переключателей, аттенуаторов и модуляторов	64в	КРР балансных смесителей (форма 90 – в программе)
21	КРР ферритовых циркуляторов, вентилях, переключателей и ограничителей	65	КРР цифровых функциональных узлов (модулей, микромодулей, микросхем)
22	КРР полупроводниковых генераторов шума	66	КРР цифровых функциональных узлов (модулей, микромодулей, микросхем) по временным параметрам
23	КРР генераторных и модуляторных ламп	67	КРР конденсаторов, конденсаторных сборок, помехоподавляющих фильтров и ионисторов
24	КРР генераторных коаксиально-волноводных модулей СВЧ на металлокерамических лампах непрерывного режима	68	КРР резисторов, резисторных сборок, терморезисторов, поглотителей и потенциометров
25	КРР генераторных и усилительных коаксиально-волноводных модулей СВЧ на металлокерамических лампах импульсного режима	69	КРР кварцевых резонаторов, кварцевых микрогенераторов, пьезоэлектрических и электромеханических фильтров и линий задержки на поверхностных акустических волнах
26	КРР стабилитронов газонаполненных	70	КРР двигателей постоянного и переменного тока, электромагнитных муфт и электровентиляторов
27	КРР газотронов и тиратронов импульсных	71	КРР шаговых электродвигателей электромашинного типа
28	КРР кенотронов выпрямительных и импульсных	72	КРР тахогенераторов и двигателей-генераторов
29	КРР искровых разрядников	73	КРР сельсинов, вращающихся трансформаторов и фазовращателей
30	КРР цветных и монохромных кинескопов, индикаторных и осциллографических цветных и монохромных электроннолучевых трубок	74	КРР цифровых преобразователей угла
31	КРР индикаторов знаковинтегрирующих вакуумных люминесцентных	75	КРР электрических соединителей
32	КРР индикаторов знаковинтегрирующих жидкокристаллических	76	КРР автоматических выключателей
33	КРР индикаторов знаковинтегрирующих газоразрядных постоянного тока	77	КРР электромагнитных реле, контакторов, вакуумных выключателей и переключателей, магнитоуправляемых контактов
34	КРР индикаторов знаковинтегрирующих газоразрядных переменного тока	78	КРР электромагнитных реле максимального тока и электротепловых токовых реле
35	КРР индикаторов знаковинтегрирующих полупроводниковых	79	КРР реле времени
36	КРР диссекторов	80	КРР бесконтактных коммутационных устройств
37	КРР видиконов	81	КРР микровыключателей и микропереключателей, тумблеров, кнопок, кнопочных, движковых, поворотных и пакетных переключателей
38	КРР супервидиконов	82	КРР линейных интегральных стабилизаторов напряжения
39	КРР суперортиконов	83	КРР вторичных источников питания
40	КРР фотоумножителей	84	КРР силовых трансформаторов
41	КРР электронно-оптических преобразователей	85	КРР импульсных трансформаторов
42	КРР фоточувствительных приборов с зарядовой связью	86	КРР дросселей фильтров
43	КРР фотозлектронных преобразователей	87	КРР предохранителей и держателей предохранителей
44	КРР фоторезисторов, фотодиодов, фототранзисторов и тепловых приемников излучения	91	Прочие элементы
45	КРР фотоприемных устройств и тепловых приемных устройств	error	Список ЭРИ, у которых параметры не соответствуют ТУ

Таблица 2

Перечни электрических параметров ЭРИ

```

VD1;T;Pj;1E-3;;Umax_TU;50;Kel;4;
VT1;T;Pj;0,000278;f;Kel;0,001321;Pmax;0,075;
VT2;T;Pj;0,001063;f;Kel;0,079014;Pmax;0,075;
VT3;T;Pj;0,002407;f;Kel;0,005037;Pmax;0,075;
C2;T;Kel;2E-6;U;0,9316;Umax_TU;15;
C3;T;Kel;0,000422;U;3,582;Umax_TU;15;
C4;T;Kel;0;U;5;Umax_TU;15;
C5;T;Kel;2,9E-5;U;3,33;Umax_TU;15;
C6;T;Kel;U;Umax_TU;15;
C7;T;Kel;U;Umax_TU;15;
C8;T;Kel;39064,766667;U;3,358;Umax_TU;15;
C9;T;Kel;5110,816667;U;0,496;Umax_TU;15;
C10;T;Kel;11794,983333;U;1,146;Umax_TU;15;
C11;T;Kel;0,003289;U;1,9853;Umax_TU;15;
C12;T;Kel;1E-6;U;0,4576;Umax_TU;15;
C13;T;Kel;0,000277;U;0,2214;Umax_TU;15;
R1;T;Kel;0,000455;P;5,7E-5;Pmax;=TN9@5{4!};
R2;T;Kel;0,002316;P;0,000289;Pmax;=TN9@5{4!};
R3;T;Kel;0,022872;P;0,002859;Pmax;=TN9@5{4!};
R4;T;Kel;0,000328;P;4,1E-5;Pmax;=TN9@5{4!};
R5;T;Kel;0,061921;P;0,00774;Pmax;=TN9@5{4!};
R6;T;Kel;0,0012;P;0,00015;Pmax;=TN9@5{4!};
R7;T;Kel;0,002728;P;0,000341;Pmax;=TN9@5{4!};
R8;T;Kel;0,002729;P;0,000341;Pmax;=TN9@5{4!};
R9;T;Kel;0,000629;P;7,9E-5;Pmax;=TN9@5{4!};
R10;T;Kel;0,102646;P;0,012831;Pmax;=TN9@5{4!};
    
```

Рис. 6. Фрагмент файла с электрическими характеристиками ЭРИ

Предусмотрена возможность осуществлять экспорт данных из АСОНИКА-Р в АСОНИКА-Б. Входной для АСОНИКА-Б файл с напряжениями, токами и мощностями для ЭРИ (рис. 6), полученный из АСОНИКА-Р, содержит:

- позиционное обозначение ЭРИ;
- электрические характеристики и температуры из карт рабочих режимов в зависимости от типа ЭРИ (резистор, конденсатор, диод, транзистор, микросхема и т.д.).

При экспорте данных из АСОНИКА-Р в АСОНИКА-Б используется соответствие общих данных в КРР и в моделях надежности.

Перечень электрических параметров ЭРИ для форм 55 и 58 приведен в таблице 2.

Литература

1. Шалумов А.С., Шалумов М.А. Опыт применения автоматизированной системы АСОНИКА в промышленности Российской Федерации. – Владимир: Владимирский филиал РАНХиГС, 2017. – 422 с.
2. Шалумов М.А., Шалумов А.С. Виртуальная среда проектирования РЭС на основе комплексного моделирования физических процессов. – Владимир, Владимирский филиал РАНХиГС, 2016. – 87 с.
3. Автоматизированная система АСОНИКА для моделирования физи-

ФОРМА 55		
Диоды (выпрямительные, импульсные, универсальные), варикапы и диодные сборки		
Номер параметра	Наименование параметра	Значение параметра
1	Выпрямительный режим, постоянный или средний выпрямленный ток, мА	
2	Выпрямительный режим, максимальный импульс тока при включении, А	
3	Выпрямительный режим, длительность режима перегрузки, мс	
4	Импульсный режим, максимальный импульсный прямой ток, А	
5	Импульсный режим, длительность импульса, мкс	
6	Максимальное обратное напряжение, В	
7	Частота выпрямленного тока (частота следования импульсов), Гц	
8	Рассеиваемая мощность, мВт	
9	Кэффициент нагрузки	
ФОРМА 58		
Транзисторы и транзисторные сборки		
Номер параметра	Наименование параметра	Значение параметра
1	Статический режим, коллектор – эмиттер, напряжение, В	
2	Статический режим, коллектор – база, напряжение, В	
3	Статический режим, эмиттер – база, напряжение, В	
4	Статический режим, коллектора ток, А	
5	Статический режим, базы ток, А	
6	Динамический режим, коллектор – эмиттер, напряжение, В	
7	Динамический режим, коллектор – база, напряжение, В	
8	Динамический режим, эмиттер – база, напряжение, В	
9	Динамический режим, коллектора ток, А	
10	Динамический режим, базы ток, А	
11	Длительность импульса, мкс	
12	Частота следования, Гц	
13	Сопротивление в цепи базы, Ом	
14	Режим при включении и выключении, напряжение коллектор – эмиттер, В	
15	Режим при включении и выключении, максимальный ток коллектора, А	
16	Режим при включении и выключении, длительность фронта (спада), мкс	
17	Средняя мощность, Вт	
18	Импульсная мощность, Вт	
19	Кэффициент нагрузки	

ческих процессов в радиоэлектронных средствах с учетом внешних воздействий / Шалумов А.С., Кофанов Ю.Н., Увайсов С.У., Шалумов М.А. и др.; под ред. Шалумова А.С. – М.: Радиотехника, 2013. – 424 с.

4. Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадежных радиоэлектронных средств на принципах CALS-технологий / Шалумов А.С., Кофанов Ю.Н., Малютин Н.В. и др.; под ред. Кофанова Ю.Н., Малютина Н.В.,

Шалумова А.С. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 368 с.

Александр Шалумов,
д.т.н., профессор,
академик Международной
академии информатизации,
лауреат премии Правительства РФ
в области науки и техники,
генеральный директор
ООО "НИИ "АСОНИКА"
E-mail: als@asonika-online.ru