

На рис. 3 изображена многовариантность моделей резистора С2-23. Из рис. 3 видно, что для полного отображения резистора С2-23 используется одна модель УГО,  $n$ -е количество 3D-моделей корпусов и, соответственно, моделей посадочных мест, которые варьируются от номенклатуры мощностей резистора, а также возможных его вариантов установки.

Текстовая атрибутика получается путем формирования новой конфигурации состоящей из названия ЭРЭ, варианта установки, номинала, допусков и другой текстовой информации. Имя модели ЭРЭ в сборке ПУ формируется на основе суммы различных табличных текстовых атрибутов и отображается именем конфигурации (рис. 4) [4].

В заключение необходимо сказать, что данный подход реализации баз данных допустим только в рамках одного предприятия, так как данное предприятие пользуется определенным набором ЭРЭ. Использование базы данных позволит сократить сроки проектирования, а следовательно и затраты на проект, а так же максимально исключить ошибки ввода текстовой информации в текстовую КД.

#### Список литературы

1. ГОСТ 2.102–68. ЕСКД Виды и комплектность конструкторских документов.
2. ГОСТ 2.053–2006. ЕСКД Электронная структура изделия.
3. Пранович, В. В. *Altium Designer*. Создание библиотеки на основе базы данных / В. В. Пранович // Технологии в электронной промышленности. – 2008. – № 5.
4. *Solid Works*, оформление чертежей по стандартам ЕСКД. – Solid Works, 2009.

### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ЭКСПЛУАТАЦИИ С УЧЕТОМ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВУЮЩИХ ФАКТОРОВ

А. А. Гаршин, В. В. Жаднов (научный руководитель)

Московский государственный институт электроники и математики  
109028, Москва, Б. Трехвятительский пер., д. 3  
E-mail: a.garshin@gmail.com

Работа посвящена разработке методов и средств оценки показателей надежности электронных средств с учетом дифференцированного влияния внешних воздействующих факторов. Были разработаны математическая модель коэффициента эксплуатации, программный модуль и специализированная база данных. Все созданное программное и информационное обеспечение интегрировано в состав программного комплекса АСОНИКА-К

Для снижения расходов на проектирование и создание электронных средств (ЭС) необходимо еще на стадии разработки макета достаточно точно рассчитать показатели надежности ЭС, такие как время безотказной работы, среднюю наработку до отказа и др. в условиях применения.

На разные электрорадиоизделия (ЭРИ), составляющими ЭС, внешние воздействующие факторы (ВВФ) действуют с разными уровнями. ВВФ подразделяются на механические (линейное ускорение, многократный удар и др.) и климатические (влажность, температура, осадки и др.) [1]. Если задать значения ВВФ не на все ЭС целиком, а на его ЭРИ в отдельности, то полученные значения показателей надежности будут более точными. Эту задачу можно решить, используя метод оценки показателей надежности ЭС с учетом ВВФ, который был программно реализован и включен в состав программного комплекса (ПК) АСОНИКА-К [2].

Программный модуль работает с проектами ЭС, созданными в ПК АСОНИКА-К. Для проектов, сохраненных в проектной части базы данных (ПЧБД) ПК АСОНИКА-К, можно задать значения и проценты воздействия ВВФ на каждое ЭРИ. При этом возможен как «ручной» ввод и редактирование рабочих режимов ЭРИ, так и их импортирование из выходных файлов подсистемы АСОНИКА-ТМ [2]. Главное окно программного модуля показано на рис. 1.

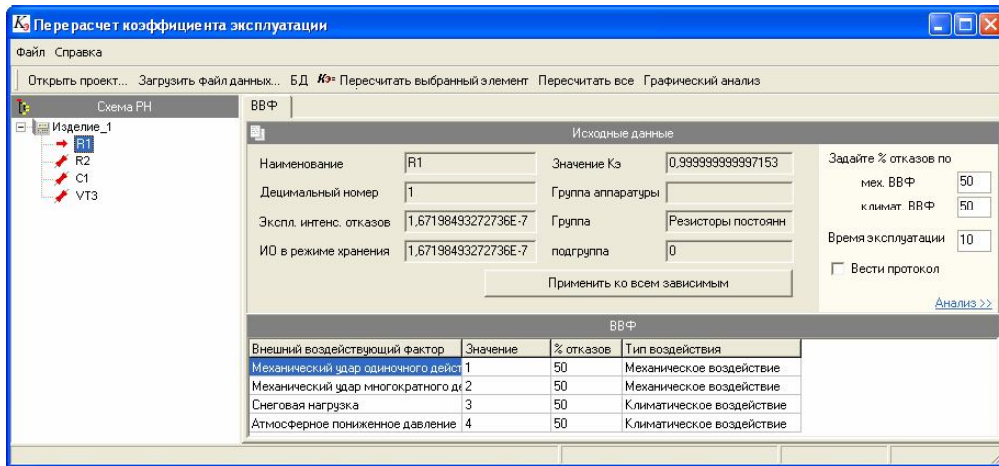


Рис. 1. Программный модуль «Коэффициент эксплуатации»

Алгоритм расчёта показателей надёжности ЭС с учетом дифференцированного влияния ВВФ [3] приведен ниже:

- для каждого ВВФ всех элементов изделия ищется группа аппаратуры с наименьшим значением коэффициента эксплуатации и значениями воздействий, большими или равными заданным;
- рассчитываются значения коэффициента эксплуатации элемента по модели

$$K_3 = -\ln \left\{ 1 - \sum_{i=1}^2 \left[ \frac{n_i}{100} \cdot \left[ \sum_{j=1}^{J_i} \frac{m_{i,j}}{100} \cdot \left[ 1 - \exp \left\{ -K_3(z_{i,j}^{\text{раб.}}) \right\} \right] \right] \right] \right\},$$

где  $n_i$  – процент отказов по  $i$ -му виду ВВФ, [%];  $i$  – номер вида ВВФ (механические воздействия –  $i = 1$ ; климатические –  $i = 2$ );  $m_{i,j}$  – процент отказов по  $j$ -му типу ВВФ  $i$ -го вида, [%];  $j$  – номер типа ВВФ ( $j = 1, J_i$ );  $J_i$  – количество типов ВВФ  $i$ -го вида;  $K_3(z_{i,j}^{\text{раб.}}) = \min_{j=1, J_i} \{K_3(z_{i,j}^k)\}$ , при условии, что величина  $z_{i,j}^{\text{раб.}}$  принадлежит области  $Z_{i,j}^k, z_{i,j}^{\text{раб.}}$  – рабочее (расчетное) значение  $j$ -го ВВФ  $i$ -го вида, воздействующего на данный ЭК;  $Z_{i,j}^k$  – область изменения  $j$ -го ВВФ  $i$ -го вида, действующего в месте установки РЭА (заданная для  $k$ -й группы в [1]);

- на основании новых значений  $K_3$  пересчитываются значения интенсивности отказов ЭРИ в режиме эксплуатации;
- на основании новых значений интенсивности отказов ЭРИ рассчитывается значения интенсивности отказов узлов, блоков и всего ЭС;
- рассчитываются значения показателей надёжности ЭС.

Одним из главных преимуществ программного модуля является возможность пользователя проводить графический анализ влияния конкретного ВВФ на надёжность ЭС, его составных частей и ЭРИ.

При разработке модуля появилась потребность в хранении и обработке большого количества данных, связанных между собой определенным образом. В результате была выбрана реляционная модель базы данных.

Основой БД являются наборы данных, представленные в электронных таблицах. На наборы данных накладываются программные средства для общения с пользователями, которые демонстрируют их в стандартизированном и понятном виде. В данном случае набор данных определяется условиями эксплуатации ЭРИ в тех или иных случаях, которые

приведены в [1, 4], а так же физическими константами, необходимыми для проведения перерасчета коэффициента эксплуатации.

БД модуля расчета коэффициента эксплуатации представляет собой базу данных, структура которой не изменяется в 90 % случаев изменения справочных данных (например, изменение математических моделей, процентного соотношения отказов по видам ВВФ и уровней ВВФ. Изменение структуры БД неизбежно только при появлении (исчезновении) составляющей математической модели для какого-либо ВВФ, да и то только в том случае, если для данной составляющей требуется определенный набор данных, содержащийся в одной или нескольких таблицах БД. В этом случае добавляются (удаляются) таблицы или столбцы таблиц, содержащие эти данные. Изменение структуры БД неизбежно и при появлении новых стандартов по стойкости к ВВФ, но в этом случае происходит добавление таблиц для нового стандарта и изменение общих таблиц, содержащих общие параметры для всех включенных стандартов по определению коэффициента эксплуатации. Структуры же этих таблиц не изменяются.

Другой особенностью БД подсистемы является иерархия таблиц БД, т. е. существует таблица первого уровня – «GOST» – в которой собран список всех классов ГОСТов, используемых в данном продукте (см. рис. 2). Эта таблица организует четкое соответствие названия стандарта с его порядковым номером (таблицей второго уровня), являющимся главным в иерархии данного стандарта.

Еще одной особенностью БД является независимость таблиц разных стандартов друг от друга и соответствующих им групп аппаратуры, так же независимых друг от друга.

Т. е. при изменении данных или структуры таблиц одного стандарта (или ВВФ), таблицы всех других стандартов (или ВВФ) остаются без изменений. Очевидно, что в этом случае количество стандартов, хранящихся в БД, практически неограниченно и БД может быть расширена при появлении любого количества новых стандартов по стойкости к ВВФ.

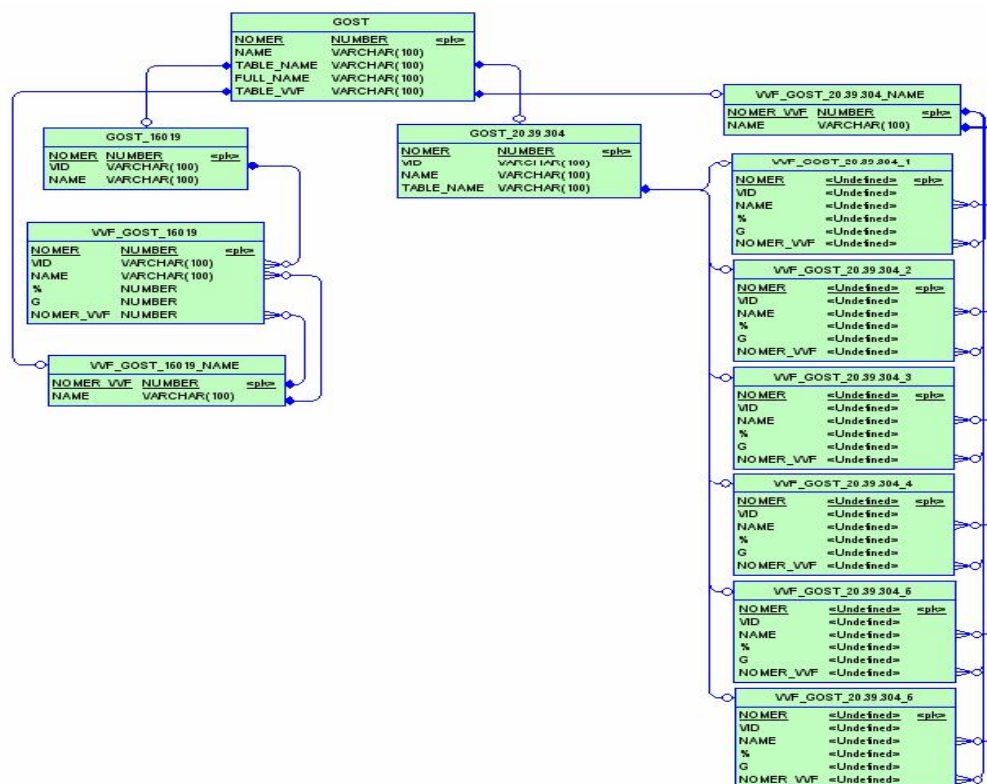


Рис. 2. Физическая модель базы данных по ВВФ

При проведении расчетов интенсивности отказов ЭРИ, кроме разработанной БД также используются и СЧБД ПК АСОНИКА-К. При работе модуля выполняется огромное число запросов к этим базам данных. В условиях, когда доступ к этим БД осуществляется через сеть, время выполнение расчета одного ЭРИ может достигать 1 минуты. Для устранения этого недостатка модуль сохраняет в памяти результаты предыдущих запросов (т. е. данные кешируются). При этом время расчета одного ЭРИ сокращается до 5–10 секунд и значительно снижается нагрузка на сервер БД и локальную сеть.

Разработанный модуль позволяет сократить время на разработку аппаратуры за счет более точного учета влияния ВВФ при оценке надежности ЭС и, в некоторых случаях, избежать дополнительных мероприятий по обеспечению надежности.

### Список литературы

1. ГОСТ РВ 20.39.304-98. КСОТТ. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования стойкости к внешним воздействующим факторам.
2. Жаднов, В. В. Автоматизация проектных исследований надёжности радиоэлектронной аппаратуры : науч. изд. / В. В. Жаднов, Ю. Н. Кофанов, Н. В. Малютин и др. – М. : Радио и связь, 2003. – 156 с.
3. Гаршин, А. А. Разработка метода анализа надёжности с учётом воздействия внешних факторов / А. А. Гаршин // Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ : тез. докл. – М. : МИЭМ, 2010. – С. 69.
4. ГОСТ 16019-2001. Аппаратура сухопутной подвижной радиосвязи.

## КРИТЕРИИ ВЫБОРА САД ПАКЕТОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

М. С. Учуватов, М. Л. Дектерев, С. И. Трегубов (научный руководитель)

*Институт инженерной физики и радиоэлектроники СФУ*  
660074, Красноярск, ул. Киренского, 26  
Email: Retfil88@mail.ru

Представлен анализ САД пакетов *Solid Works 2008*, *T-Flex CAD v. 10* и *Компас 3D v. 10* предназначенных для проектирования микроэлектромеханических и микроэлектронных устройств. Анализ проведен на основании исследования их функциональных возможностей в ходе проектирования пьезоэлектрического пленочного акустического резонаторного устройства.

Сегодня для создания конкурентоспособных электронных средств (ЭС) в условиях бурно развивающейся отрасли – электроники необходимо сократить время, затрачиваемое на их разработку и выпуск конструкторской документации (КД), а также сократить количество конструкторских ошибок. Тем самым уменьшить время этапа разработки и снизить стоимость продукции. Добиться этого возможно, лишь применяя современные информационные технологии и реализовав на их базе сквозного автоматизированного цикла проектирования изделий.

При организации взаимодействия различных участников жизненного цикла изделия необходимо обеспечить корректное взаимодействие между системами автоматизированного проектирования (САПР) типа *ЕСАД* и *МСАД* (электронные и механические САПР, соответственно). Это связано еще и с тем, что САПРы «от одного производителя» не обладают универсальностью и рассчитаны на решение ограниченного круга задач. Так, как большинство применяемых пакетов САПР среднего уровня (наиболее часто используемые на предприятиях) обладают различными возможностями, то необходимо аккуратно подходить при определении возможности их применения при сквозном автоматизированном проектировании ЭС.