

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ
СРЕДСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА АСОНИКА-К**
**AUTOMATION DESIGN STUDIES OF THE RELIABILITY OF ELECTRONIC EQUIPMENT
WITH THE USE OF THE SOFTWARE SYSTEM ASONIKA-K**

Валерий Жаднов

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Россия, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20, vzhadnov@hse.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы автоматизации проектных исследований надежности электронных средств. Дается анализ рынка отечественного программного обеспечения для автоматизации проектных исследований надежности технических систем. Приводятся основные характеристики систем программного комплекса АСОНИКА-К и показана возможность их применения для автоматизации расчетной оценки надежности электронных средств на ранних этапах проектирования.

Ключевые слова: Электронные средства, надежность, программное обеспечение, автоматизация проектирования, АСОНИКА-К

На ранних этапах проектирования электронных средств (ЭС) ответственного и специального назначения практически единственным способом подтверждения требуемого уровня показателей надежности является расчетная оценка.

Обеспечение требований по достоверности и воспроизводимости результатов расчетов надежности ЭС практически не возможно без применения программного обеспечения. Вместе с тем, для достижения этих целей требуется применение программ, ориентированных на требования национальных стандартов и квалификацию пользователей.

В обеспечение этого в комплекс государственных военных стандартов «Мороз-6» включены стандарты (РДВ), в которых не только регламентируются методы расчета надежности, но и программные средства автоматизации этих расчетов. Однако, все эти программы (ППП «МНС-3.98», ППП «КМН-3.98», ППП «РОКЗЭРСИЗ» и др.), созданные 22 ЦНИИИ МО РФ еще в 90-х годах прошлого века с тех пор ни разу не обновлялись и практически не применяются в практике проектирования ЭС. Исключением является система АСРН, и хотя ее последняя версия датируется 2006 г., она и сейчас широко применяется на предприятиях оборонного комплекса.

Однако, АСРН, предназначенная для расчетов надежности электрорадиоизделий (ЭРИ) и электронных модулей 1-го уровня (ЭМ1) не позволяет автоматизировать решения задач оценки надежности структурно-сложных (резервированных) и восстанавливаемых ЭС. Для автоматизации расчетов таких ЭС можно применять программные средства, такие как программные комплексы «АРБИТР» (ОАО «СПИК СЗМА»), «БАРС», (ОАО «СПБАЭП»), CRISS 4.0 (ФГУП «ОКБМ им. И.И. Африкантова») и др., которые можно рассматривать как функциональные аналоги ППП «МНС-3.98» и ППП «КМН-3.98». но они не позволяют проводить расчетов надежности ЭМ1 (АСРН) и решать задачи оценки и расчета запасов в комплексах ЗИП (ППП «РОКЗЭРСИЗ»).

Таким образом, пожалуй, единственным отечественным программным средством, позволяющим автоматизировать проектные исследования надежности ЭС является программный комплекс АСОНИКА-К, разработанный в МИЭМ (ныне МИЭМ НИУ ВШЭ).

Программный комплекс расчета АСОНИКА-К создан для автоматизации процессов информационной технологии обеспечения надежности сложных ЭС военного и специального назначения [1], в обеспечение КГВС «Мороз-6» и «Климат-7» и предназначен для расчетной оценки показателей надежности ЭРИ, компонентов компьютерной техники (ККТ), механических элементов (МЭ), ЭМ1, резервированных и реконфигурируемых ЭС и показателей достаточности систем ЗИП.

Программный комплекс позволяет проводить расчеты показателей надёжности ЭС, а именно:

- вероятности безотказной работы за заданное время - $P(t)$;
- средней наработки до отказа в режиме эксплуатации - $T_{0Э}$;
- средней наработки на отказ в режиме эксплуатации - T_0 ;
- средней наработки до отказа в режиме хранения - $T_{0Хр}$;
- коэффициента готовности - K_T ;
- коэффициента оперативной готовности $K_{ог}$;
- коэффициента готовности системы ЗИП - $K_{гзип}$;
- среднего времени задержки удовлетворения заявок - Δt .

Состав программного комплекса расчета показателей надёжности ЭС приведен на рис.

1.

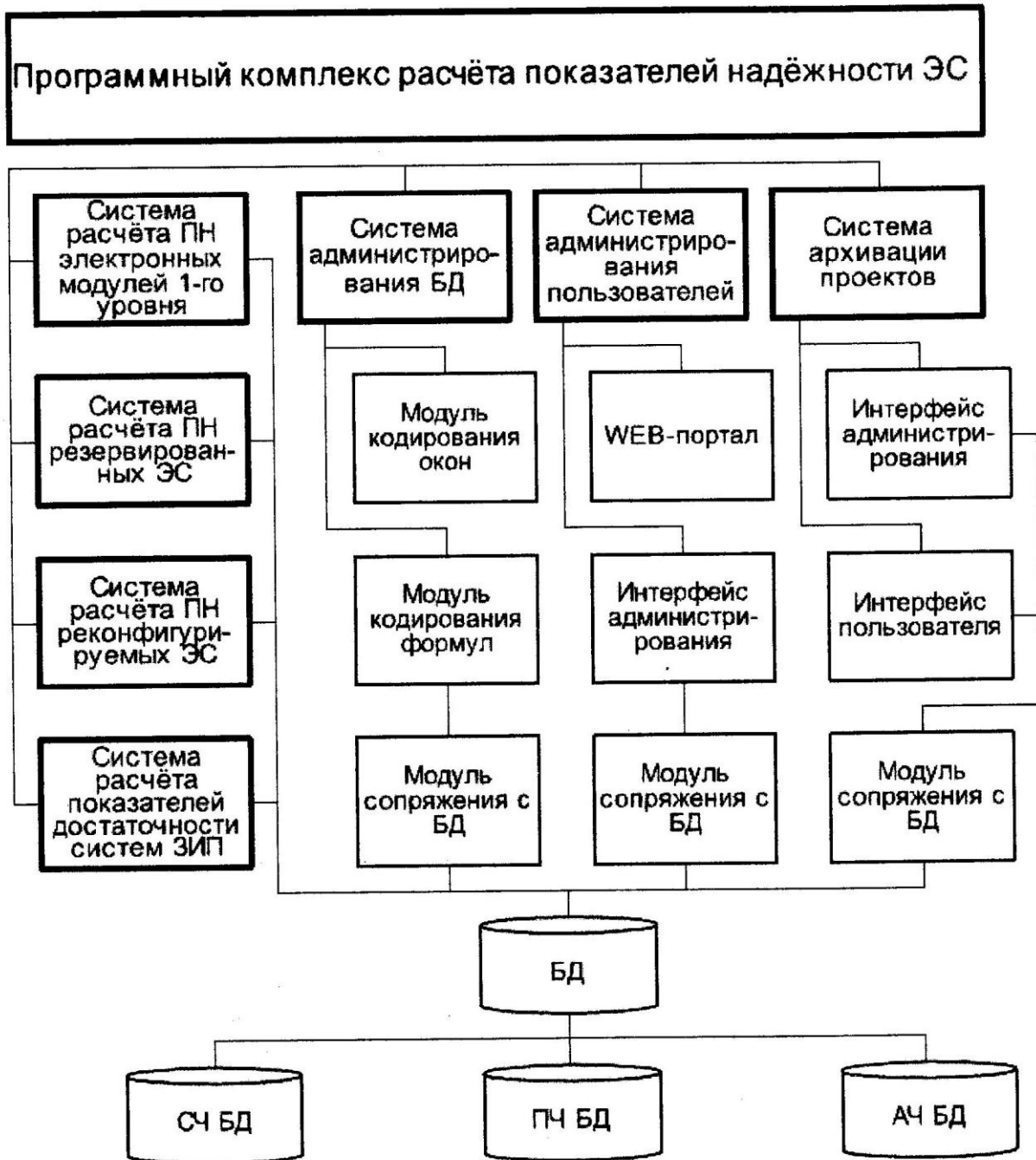


Рис. 1. Состав программного комплекса расчета показателей надёжности ЭС

Система расчета показателей надежности электронных модулей 1-го уровня АСОНИКА-К-СЧ (рис. 2) предназначена для расчетной оценки показателей надежности ЭМ1 (модулей, не имеющих резервирования и состоящих из ЭРИ) по данным о характеристиках надежности ЭРИ, ККТ и МЭ и параметрам режимов применения [1-4].

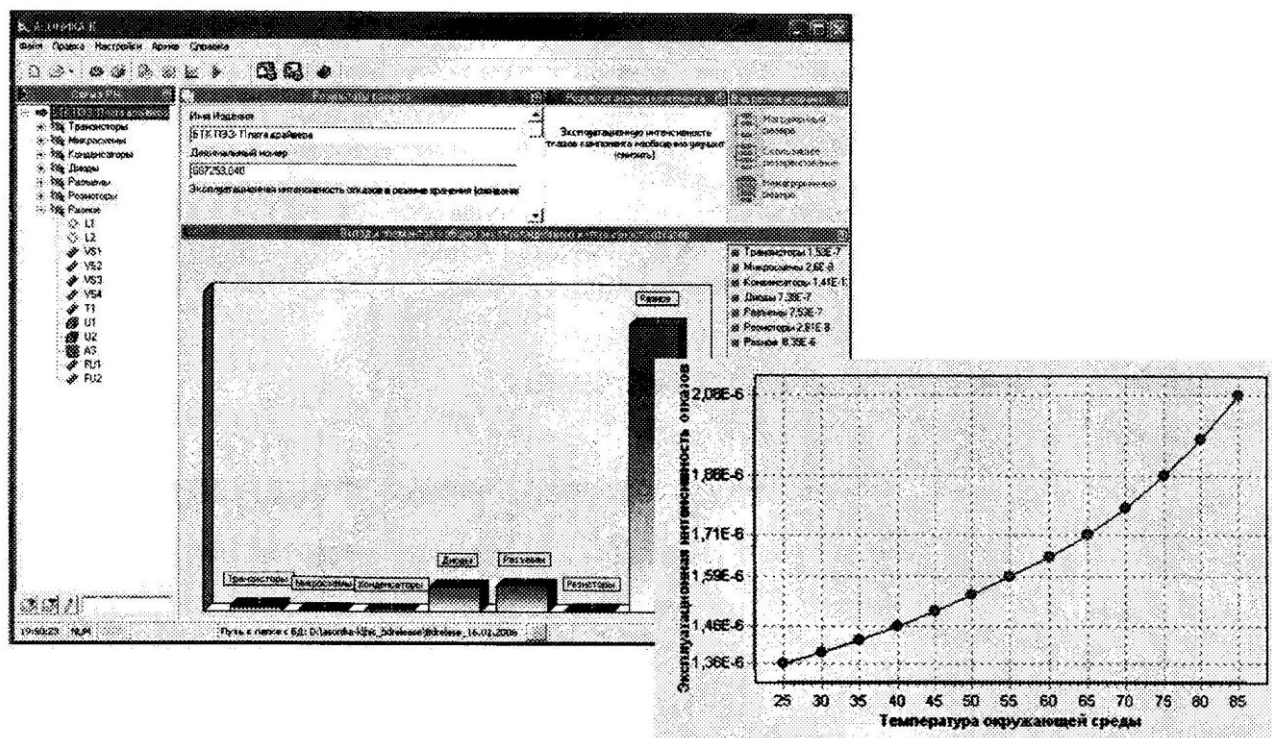


Рис. 2. Система АСОНИКА-К-СЧ

Система ориентирована на инженеров-проектировщиков ЭМ1, не являющихся специалистами в области надежности и имеющих минимальные навыки работы на персональном компьютере. Это достигается за счет:

- использования технологии «Wizard» для ввода информации в интерфейсе пользователя;
- создания справочной системы, содержащей все необходимые подсказки и рекомендации, необходимые для работы с системой;
- создания базы данных, содержащей как информацию об ЭРИ, ККТ и стандартизованных и унифицированных СЧ, так и информацию о рассчитываемых ЭМ1.

Пользователь системы имеет возможность получать дополнительную информацию о степени влияния каждого из ВВФ (температуры и др.) и каждого ЭРИ на общий уровень рассчитанных показателей. Анализ этой информации позволяет своевременно выявить «слабые места» разрабатываемых модулей и дать обоснованные рекомендации по изменению схемы, конструкции и элементной базы с целью обеспечения требований частного технического задания (ЧТЗ) в части показателей надежности электронных модулей.

Система позволяет рассчитывать показатели надежности ЭМ1 на основе данных по характеристикам надежности ЭРИ, ККТ и МЭ, приведенных в отечественных справочниках МО РФ «Надежность ЭРИ» (ред. 2006 г.), «Надежность ЭРИ ИП» (ред. 2006 г.), «Перечень серийно производимых и перспективных базовых средств вычислительной техники, разработанных в рамках КПЦ «Интеграция-СВТ-2015» и «Военная микроэлектроника» на основе унифицированных архитектурных, системных, программных и конструктивных решений и отечественной элементной базы», справочнике Ассоциации заказчиков и потребителей унифицированных изделий электронной техники (Фонд УНИЭТ) «Номенклатура высокотехнологичных ИЭТ, рекомендуемых к разработке в РФ и применению в РЭА», РМ 25 446-87, зарубежных «MIL-HDBK-217F», GJB/Z 299B, NSWC-11, а также справочниках ООО «СИНЦ» «Надежность ЭРИ зарубежного производства» и «Надежность ККТ», непрерывно

обновляемых на основе результатов мониторинга и данных, представляемых предприятиями-пользователями программного комплекса.

Встроенные интерфейсы связи позволяют экспортировать и конвертировать данные промышленных отечественных САПР/АСПИ и экспортировать данные в программные средства автоматизированного выпуска карт рабочих режимов.

В системе реализован метод расчета, рекомендованный в ОСТ 4Г 0.012.242-84, показателей надёжности ЭМ1 для оценки следующих показателей надёжности:

- вероятности безотказной работы за заданное время - $P(t)$;
- средней наработки до отказа в режиме эксплуатации - $T_{0Э}$;
- средней наработки до отказа в режиме хранения - $T_{0Хр}$.

Система расчета показателей надёжности резервированных ЭС АСОНИКА-К-СИ (см. рис. 3) предназначена для расчетной оценки показателей надёжности «структурно-сложных» ЭС (ЭС, имеющих резервирование) по данным о характеристиках надёжности СЧ и параметрам резервированных групп [1, 4].

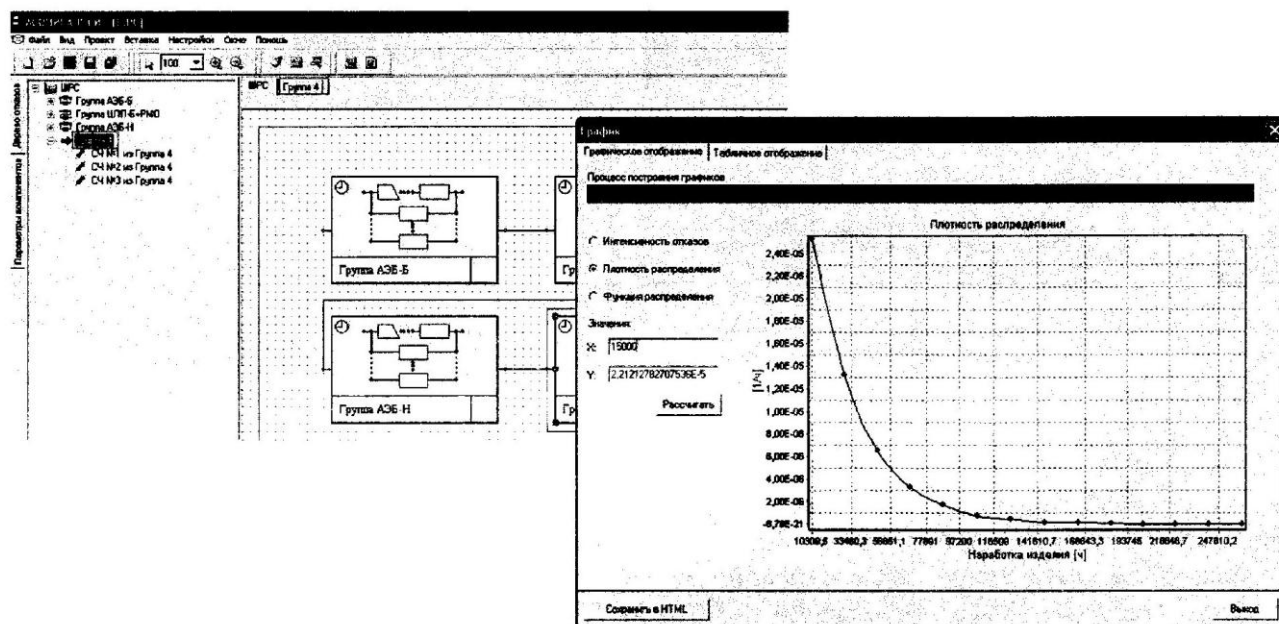


Рис. 3. Система АСОНИКА-К-СИ

В системе реализован метод статистических испытаний, что позволяет проводить расчеты показателей надёжности ЭС, у которых схема расчета надёжности (СРН) представляют собой «неприводимые» графы. СРН в интерфейсе пользователя системы представляется в виде дерева групп (ДГ), при этом расчетное ядро системы может поддерживать практически неограниченное количество иерархических уровней ДГ, число которых определяется только техническими характеристиками ЭВМ, на которой она установлена.

Система позволяет проводить расчеты следующих показателей надёжности:

- вероятности безотказной работы за заданное время - $P(t)$;
- средней наработки до отказа - T_0 ; коэффициента готовности - K_G ;
- коэффициента оперативной готовности - $K_{ОГ}$.

Система расчета показателей надёжности реконфигурируемых ЭС АСОНИКА-К-РЭС (см. рис. 4) предназначена для расчетной оценки показателей надёжности «реконфигурируемых» ЭС (ЭС, перестраивающих свою структуру при отказах СЧ) по данным о характеристиках надёжности СЧ и алгоритмах реконфигурации [1, 5, 6].

Математическое обеспечение системы реализует методологию статистического (имитационного) моделирования. Система позволяет проводить расчеты следующих показателей надёжности:

- вероятности безотказной работы за заданное время - $P(t)$;
- средней наработки до отказа - T_0 ;

- среднего времени восстановления - T_B ;
- коэффициента готовности - K_G ,
- коэффициента оперативной готовности - K_{OG} .

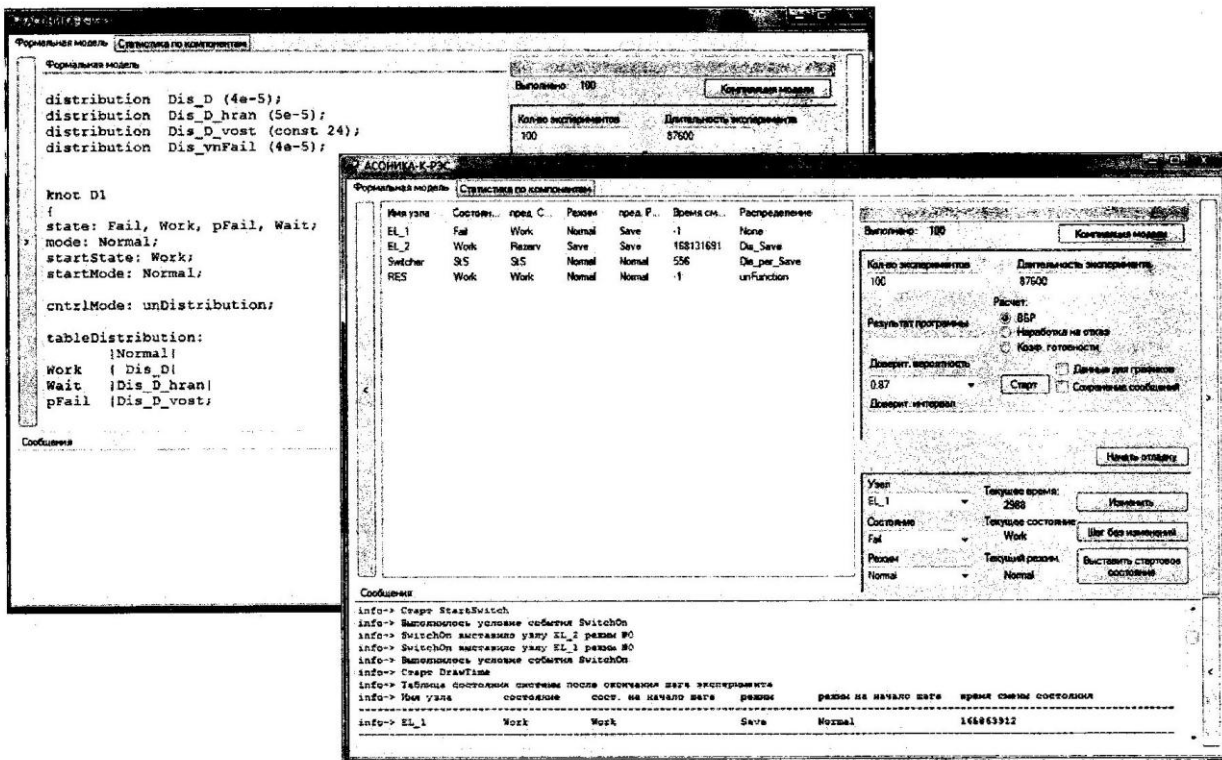


Рис. 4. Система АСОНИКА-К-РЭС

В отличие от системы расчета показателей надежности резервированных ЭС АСОНИКА-К-СИ в системе применяются дискретно-событийные модели и моделирование жизненного цикла ЭС от момента запуска в эксплуатацию. При этом также разыгрываются непрерывные случайные величины (времена нахождения СЧ в текущем состоянии). В ходе выполнения имитационного эксперимента моделируются события, возникающие при отказах СЧ, в соответствии с алгоритмом реконфигурации ЭС. Описание алгоритмов реконфигурации осуществляется на специализированном языке.

Система расчета показателей достаточности систем ЗИП восстанавливаемых электронных средств АСОНИКА-К-ЗИП (см. рис. 5) предназначена для расчетной оценки показателей достаточности систем ЗИП и оптимизации начального уровня запасов в их комплексах по данным о характеристиках надежности СЧ, структуре системы ЗИП, стратегии пополнения запасов и др. [1, 7].

В системе реализованы все методы ГОСТ РВ 27.3.03-2005, что позволяет проводить расчеты показателей достаточности как для одноуровневых систем ЗИП, так и двухуровневых, при этом расчетное ядро системы может поддерживать практически неограниченное количество запасов в системе ЗИП, число которых определяется только техническими характеристиками ЭВМ, на которой она установлена.

Система позволяет проводить расчеты следующих показателей достаточности систем ЗИП:

- коэффициента готовности - $K_{ГЗИП}$;
- среднего времени задержки удовлетворения заявки - Δt .

Система администрирования базы данных предназначена для обновления справочной части базы данных (СЧБД) по характеристикам надежности ЭРИ, ККТ и МЭ [2, 4].

Система администрирования пользователей предназначена для разграничения прав доступа пользователей к системам и информационным ресурсам (базам данных) программного комплекса [2, 4].

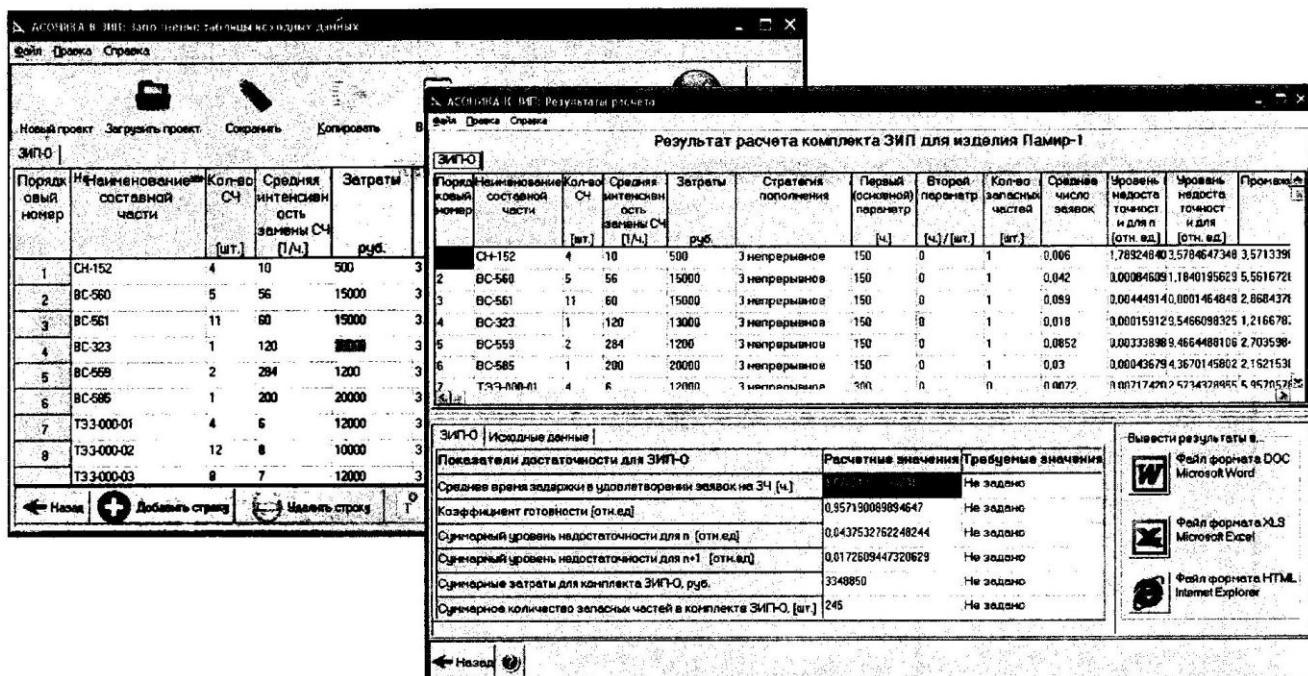


Рис. 4. Система АСОНИКА-К-ЗИП

Система архивации проектов предназначена сопровождения архивной части базы данных (АЧБД) программного комплекса [2, 4].

Как показала практика использования ПК АСОНИКА-К на промышленных предприятиях обороной, космической и др. отраслей, он позволяет для вновь разрабатываемых ЭС обеспечить требуемые уровни показателей надёжности и существенно повысить показатели надёжности при модификации ранее созданной аппаратуры, приборов, устройств и оборудования ответственного и специального назначения.

Данное научное исследование (номер проекта 14-05- 0038) выполнено при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2014 г.

Список литературы

1. Абрамешин, А.Е. Информационная технология обеспечения надёжности электронных средств наземно-космических систем: научное издание. / А.Е. Абрамешин, В.В. Жаднов, С.Н. Полесский; отв. ред. В.В. Жаднов. - Екатеринбург: Форт Диалог-Исеть, 2012. - 565 с.
2. Жаднов, В.В. Автоматизация проектных исследований надёжности радиоэлектронной аппаратуры: научное издание. / В.В. Жаднов, Ю.Н. Кофанов, Н.В. Малютин. - М.: Радио и связь, 2003. - 156 с.
3. Шалумов, А.С. Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадёжных радиоэлектронных средств на принципах CALS-технологий; под ред. Ю.Н. Кофанова, Н.В. Малютина, А.С. Шалумова. / А.С. Шалумов, Ю.Н. Кофанов, В.В. Жаднов. - М.: Энергоатомиздат, 2007. - т. 1.
4. Жаднов, В.В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронных средств: учебное пособие. / В.В. Жаднов, А.В. Сарафанов - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2012. - 464 с. - Сер. «Библиотека инженера».
5. Жаднов, В.В. Прогнозирование надёжности структурно-сложных радиоэлектронных средств методами имитационного моделирования. / В.В. Жаднов, А.Н. Тихменев. // Качество. Инновации. Образование. - 2013. - № 3. - с. 50-56.
6. Жаднов, В.В. Имитационное моделирование в задачах оценки надёжности отказоустойчивых электронных средств. / В.В. Жаднов, А.Н. Тихменев. // Надёжность. - 2013. - № 1. - с. 32-43.
7. Жаднов, В.В. Проблемы расчёта показателей достаточности и оптимизации запасов в системах ЗИП. / В.В. Жаднов, Д.К. Авдеев, А.Н. Тихменев. // Надёжность. - 2011. - № 3. - с. 53-60.