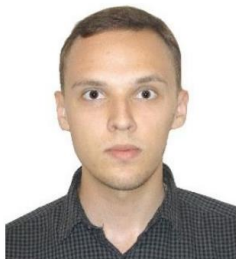


УДК [621.382.2/3:004.6]-027.45

ПРОГРАММНЫЕ МОДУЛИ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ОБЪЁМОВ ДАННЫХ ПРИ СТАТИСТИЧЕСКОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ НАДЁЖНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ



Н.И. Цырельчук
Аспирант БГУИР,
магистр
технических наук



С.М. Боровиков
Доцент кафедры
проектирования ин-
формационно-ком-
пьютерных си-
стем, кандидат
технических наук,
доцент



В.О. Казючиц
Магистрант
БГУИР



В.В. Хорошко
Заведующий кафедр-
рой проектирования
информационно-ком-
пьютерных систем
БГУИР, кандидат
технических наук, до-
цент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь
E-mail: bsm@bsuir.by, vladisgenerator@gmail.com

Аннотация. Описываются программные модули, используемые для обработки больших объёмов статистических данных о параметрах и свойствах полупроводниковых приборов и получения по результатам обработки прогнозирующих правил для оценки надёжности новых экземпляров или партий однотипных приборов. Программные модули интегрированы в промышленный программный комплекс оценки показателей надёжности аппаратуры и изделий электронной техники.

Ключевые слова: полупроводниковые приборы, большие объёмы данных, программный модуль.

Разработанный в 2016 году Белорусским государственным университетом информатики и радиоэлектроники программный комплекс «АРИОН-плюс» представляет собой систему для автоматизированной оценки показателей надёжности электронной аппаратуры [1]. В 2017 году на основе методов анализа надёжности и эффективности сложных технических систем [2] были разработаны программные модули оценки показателей надёжности и эффективности функционирования систем. Разработанные модули предназначены для оценки надёжности сложных технических систем, использующих в своём составе структурное резервирование составных частей. Определение показателя надёжности системы выполняется по результатам анализа возможных технических состояний системы. Для выполнения анализа используется модель в виде структурной схемы надёжности системы. Эта схема строится с учётом сформулированных условий работоспособности исследуемой системы и её структурной схемы (электрической или деления). Для анализа также необходима информация о вероятностях работоспособного или неработоспособного состояний составных частей системы. Анализ возможных состояний системы и расчёт итогового показателя надёжности системы выполняется автоматически с учётом построенной структурной схемы надёжности.

Система «АРИОН-плюс» не была рассчитана на оценку надёжности изделий электронной техники для заданных будущих наработок. В 2018 году начата работа по разработке программных модулей, предназначенных для решения задач по прогнозированию надёжности полупроводниковых приборов с помощью различных методик.

К настоящему времени разработаны программные модули, позволяющие:

- выполнять прогнозирование возможного постепенного отказа конкретного экземпляра (транзистора) методом реакции функционального параметра на имитационное воздействие;
- проводить отбор изделий электронной техники повышенного уровня надежности методом пороговой логики [3];
- выполнять оценку параметрической надёжности выборок однотипных электронных изделий (здесь имеет место групповое прогнозирование надёжности [3]).

Разработанные модули интегрированы в систему «АРИОН-плюс» и в совокупности представляют собой программный комплекс автоматизированной оценки надежности электронных элементов, аппаратуры и систем.

Вид стартового окна программного комплекса представлен на рисунке 1.

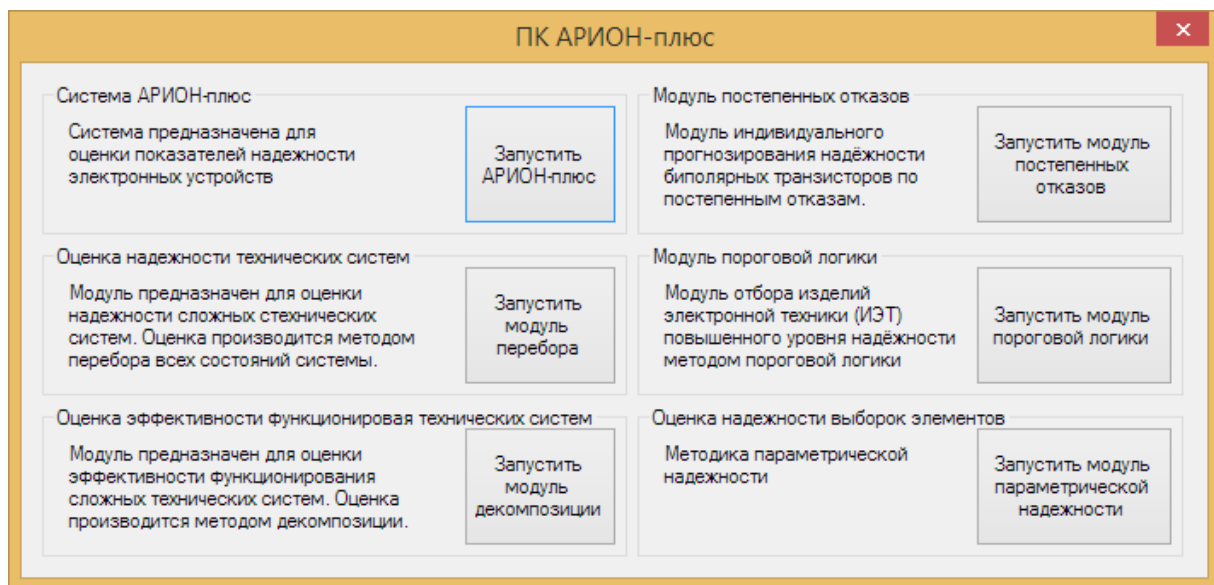


Рисунок 1. Вид стартового окна программного комплекса

Ниже на примере модуля постепенных отказов приводится пояснение процедуры получения прогнозирующего правила и его применения для оценки надёжности биполярных транзисторов для будущих наработок.

Рассматриваемый модуль позволяет по реакции конкретного экземпляра биполярного транзистора на имитационное воздействие F для заданной наработки t спрогнозировать значение функционального параметра P и принять решение о наличии или отсутствии постепенного отказа по параметру P для этой наработки. Соответствие рассматриваемого экземпляра требованию надёжности по постепенным отказам для заданной наработки t определяется путём сравнения прогнозного значения P с нормой, записанной в технических условиях (ТУ) на биполярные транзисторы рассматриваемого типа, или со значением, указанным потребителем. Уровень имитационного воздействия F , соответствующий заданной наработке t , определяется заранее по функции пересчёта заданной наработки t на имитационное воздействие F . Для интересующего типа транзисторов эту функцию получают один раз с помощью экспериментального исследования определенной выборки транзисторов данного типа. Эти экспериментальные исследования называют обучающим экспериментом, а выборку – обучающей.

Для проведения экспериментальных исследований формируется выборка биполярных транзисторов рассматриваемого типа. Её общий объём N включает обучающую выборку размером n и контрольную размером m (рисунок 2).

Объем выборки $n+m =$

Количество точек для $F =$

Количество точек для $t =$

Рисунок 2. Окно ввода исходных данных о выборке и точках имитационного фактора

Выборку объемом N , включающую обучающую и контрольную выборки, будем называть объединённой. Отбор N экземпляров объединённой выборки должен выполняться случайным образом из одной и той же партии биполярных транзисторов. Результаты испытаний обучающей выборки используют для получения функции пересчёта (имитационной модели), результаты испытаний контрольной выборки – для определения ошибок прогнозирования, используя имитационную модель. Экспериментальные исследования обеих выборок экономически целесообразно проводить одновременно.

Далее, согласно алгоритма работы программного модуля, в предлагаемые таблицы необходимо ввести экспериментальные данные каждого экземпляра исследуемой выборки – параметры F , P и t (рисунок 3).

Планирование | Ввод данных | Обучение | Экзамен | Прогнозирование

Зависимость среднего значения P экземпляров обучающей выборки от имитационного фактора F

№ значения	Значение F	Значение P
1	1	1.800
2	2	2.800
3	3	4.400

Зависимость среднего значения P экземпляров обучающей выборки от наработки t

№ значения	Значение t	Значение P
1	1	3.800
2	2	5.600
3	3	6.800

Рисунок 3. Окно ввода параметров F , P и t

Для получения функции пересчёта наработки t на значение имитационного фактора F необходимо получить две функциональные зависимости, а именно: первая – зависимость среднего значения параметра P от наработки t , вторая – зависимость среднего значения параметра P от наработки t . Программный модуль получает эти зависимости в автоматическом режиме. Пользователь при необходимости может просмотреть на экране монитора ЭВМ

любую из зависимостей и выполнить их редактирование. В качестве примера показан график зависимости параметра P от имитационного фактора F (рисунок 3).

Располагая указанными двумя зависимостями, программный модуль строит функцию пересчёта (имитационную модель) вида

$$F_{\text{им}} = \varphi(t), \quad (1)$$

где: φ – оператор функциональной зависимости, подлежащий определению.

Программный модуль в автоматическом режиме получает функцию пересчёта (1), лучшую с точки зрения выбранного критерия [3].

Используя результаты испытаний контрольной выборки ЭВМ в автоматическом режиме определяет пригодность функции пересчёта (1) для прогнозирования значения параметра P при наработках в диапазоне $0 \dots t_{\text{max}}$, где t_{max} – максимальное значение наработки при испытании объединённой выборки. Решение о пригодности функции пересчёта (1) принимают по ошибке прогнозирования параметра P путём сравнения его действительных и прогнозных значений. Прогнозные значения получают с использованием функции (1).

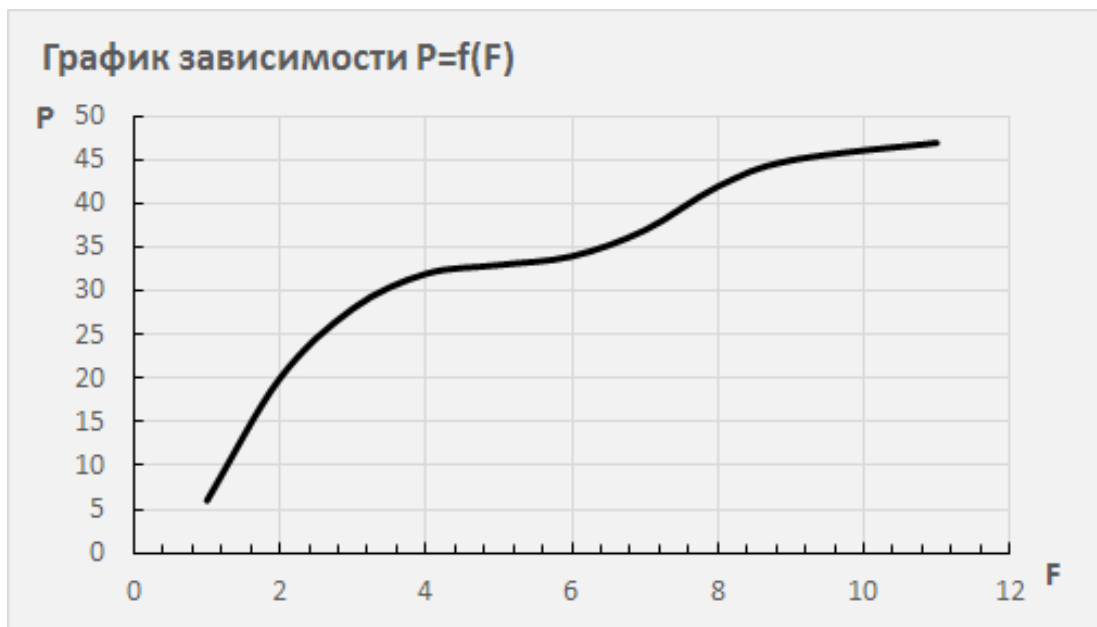


Рисунок 4. График зависимости параметра P от имитационного фактора F

Непосредственно само индивидуальное прогнозирование включает две следующие операции, выполняемые применительно к конкретному экземпляру:

- получение с помощью программного модуля значения имитационного фактора, соответствующего заданной наработке t_3 – значения $F_{\text{им}}$;
- измерение значения параметра P в условиях действия имитационного фактора уровня $F_{\text{им}}$.

Результат измерения рассматривается для данного экземпляра в качестве прогнозного значения параметра P для заданной наработки t_3 .

Вывод. Использование программного комплекса позволяет быстро и качественно обработать большие объёмы входных экспериментальных данных о выборке полупроводниковых приборов, а также очень большие массивы промежуточных данных (помещаемых во внутреннюю память ЭВМ) на этапе получения прогнозирующих моделей, используемых в дальнейшем для прогнозирования надёжности полупроводниковых приборов.

Список литературы

- [1]. Разработка программного комплекса автоматизированной оценки надёжности электронных устройств и систем : отчет о НИР (заключ.) / БГУИР ; научный руководитель С. М. Боровиков ; отв. исполнитель Е. Н. Шнейдеров. – Минск , 2016. – 45 с. - № ГР 20121425
- [2]. Надёжность технических систем : справочник / Ю. К. Беляев [и др.] ; под ред. И. А. Ушакова. – М. : Радио и связь, 1985. – 608 с.
- [3]. Боровиков, С. М. Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадёжных изделий электронной техники: монография / С. М. Боровиков. - М.: Новое знание, 2013. — 343 с.

PROGRAM MODULES FOR PROCESSING BIG DATA IN STATISTICAL FORECASTING OF RELIABILITY OF SEMICONDUCTOR PRODUCTS

N.I. TSYRELCHUK
*Postgraduate student
BSUIR, Master of engineering*

S.M. BOROVIKOV, PhD
Associate Professor, Department of Information and Computer Systems Design BSUIR

V. KAZIUCHITS
Master student of the Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics

V. Horoshko, PhD
Head of the department of design information and computer systems of the BSUIR, Associate professor

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus
E-mail: bsm@bsuir.by, vladisgenerator@gmail.com*

Abstract. The software modules used to process large volumes of statistical data on the parameters and properties of semiconductor devices and obtain predictive rules based on the results of processing for evaluating the reliability of new copies or batches of the same type of devices are described. The software modules are integrated into the industrial software package for evaluating the reliability of equipment and electronic products.

Key words: semiconductor devices, big data, software module.