

УДК 004.421.4

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЁЖНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ ПО ЗНАЧЕНИЯМ ИХ ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Грачёва А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Боровиков С. М. – к. т. н., доцент, доцент кафедры ПИКС

Аннотация. Разработана учебная компьютерная программа для получения по результатам выполненного обучающего эксперимента модели прогнозирования класса надёжности полупроводниковых приборов интересующего типа для заданного времени работы. Модель получают методом пороговой логики, позволяющим представить её в виде логической таблицы, что исключает необходимость выполнения математических расчётов перед принятием решения о классе надёжности экземпляров, не участвовавших в обучающем эксперименте, по значениям их информативных параметров. Выполняется только измерение информативных параметров, преобразование их в двоичный или троичный код, используя заранее полученные пороги, и определение по логической таблице класса надёжности прогнозируемого экземпляра. Компьютерная программа написана на языке программирования *JavaScript*, её можно запускать как обычную программу в ОС *Windows*.

Ключевые слова: полупроводниковые приборы, прогнозирование, надёжность, обучающий эксперимент, модель прогнозирования.

Введение. В данной статье рассматривается разработанная автором компьютерная программа, предназначенная для автоматизации процедуры прогнозирования класса надёжности полупроводниковых приборов по значениям их информативных параметров в начальный момент времени. Как основа для разработки компьютерной программы использована методика, разработанная учреждением образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» в рамках выполнения с ОАО «ИНТЕГРАЛ» договора о научно-техническом сотрудничестве №20-4029 от 20 мая 2020 г. на выполнение научно-исследовательской работы по разработке методики прогнозирования надёжности полупроводниковых приборов большой мощности по значениям их информативных параметров в начальный момент времени.

Методика предназначена для применения её к полупроводниковым приборам, прошедших выходной контроль в условиях производства и признанных годными к использованию в составе электронной аппаратуры.

Основная часть. Прогнозирование индивидуальной надёжности полупроводниковых приборов (ППП) осуществляется в начальный момент времени (до постановки приборов в электронные устройства). Процесс прогнозирования начинается с обучения на основе экспериментальных данных, полученных при выполнении обучающего эксперимента [1, 2]. С помощью обработки результатов обучающего эксперимента получают модель прогнозирования, которую в технической литературе [1...4] называют также прогнозирующим правилом. Модель прогнозирования позволяет классифицировать экземпляры (ППП), которые не использовались при проведении обучающего эксперимента, на два класса с точки зрения их работоспособности для заданного времени работы: *K1* – класс надёжных экземпляров, *K2* – класс потенциально ненадёжных экземпляров. Особенностью экземпляров класса *K2* является то, что они успешно прошли выходной контроль на предприятии-изготовителе, в начальный момент времени отвечают требованиям технической документации и признаны годными для использования в составе электронной аппаратуры, но из-за невыявленных на этапе

изготовления скрытых производственных дефектов потеря их работоспособности с большой степенью вероятности наступит раньше нормативного времени работы (заданной наработки), указанного в технической документации или установленного изготовителем электронных устройств.

В качестве заданной наработки может рассматриваться гарантированная наработка, приводимая в технических условиях на ППП рассматриваемого типа, или наработка, указываемая конкретным потребителем. Решение о классе надёжности, к которому экземпляр будет принадлежать для заданной наработки, принимается путём измерения у конкретного экземпляра информативных параметров и обработки их по прогнозирующему правилу (иначе – модели прогнозирования). Это правило для однотипных ППП получают заблаговременно один раз, выполняя обучающий эксперимент и обрабатывая его результаты [1, 2].

Методика регламентирует правила и методы проведения обучающего эксперимента, указывает алгоритм обработки результатов обучающего эксперимента и получения прогнозирующего правила (модели прогнозирования).

Полученное прогнозирующее правило используется для прогнозирования индивидуальной надёжности однотипных экземпляров, не принимавшим участия в обучающем эксперименте.

В качестве основного языка программирования для написания компьютерной программы выбран *JavaScript*. На этапе проектирования компьютерной программы были внедрены:

- библиотека *React*, позволяющая удобно разрабатывать интерфейсы приложения благодаря компонентному подходу;
- библиотека *Redux Toolkit*, используемая для управления состоянием приложения и передачи данных между компонентами;
- библиотека *MUI Material*, обеспечивающая удобные и стилизованные компоненты для пользовательского интерфейса;
- библиотека *xlsx* для работы с таблицами *Excel*.

Главное окно разработанной компьютерной программы показано на рисунке 1.

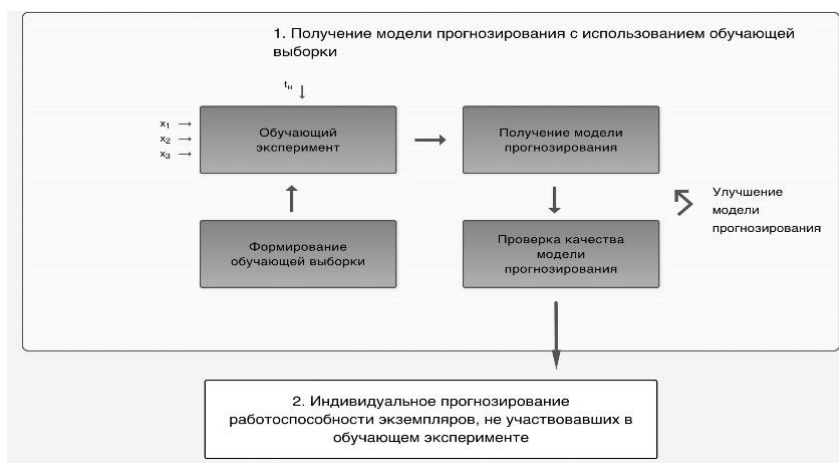


Рисунок 1 – Главное окно компьютерной программы

Функции, выполняемые модулями компьютерной программы (см. рисунок 1):

1 «Обучающий эксперимент», выполняемые действия:

- получение входных данных, вводимых вручную с помощью клавиатуры или загружаемых из файла формата *Excel*;
- группировка данных на два класса: *K1* и *K2*.

2 «Получение модели прогнозирования», выполняемые действия:

- выбор метода расчёта пороговых значений, необходимых для преобразования информативных параметров в двоичные или троичные сигналы;
- преобразование информативных параметров каждого экземпляра обучающей выборки в двоичный [1–3] или троичный [4] кодовый сигнал;

– выбор вида и подсчёт значения прогнозирующей функции для каждого экземпляра обучающей выборки с учётом полученных для них дискретных кодовых сигналов [1–4];

– построение модели прогнозирования и определение значения порога разделения экземпляров обучающей выборки на классы K_1 и K_2 ;

– представление модели прогнозирования в виде логической таблицы.

3 «Проверка качества модели прогнозирования», выполняемые действия:

– оценка качества модели прогнозирования путём её применения к экземплярам обучающей выборки, действительный класс которых для заданной наработки известен;

– определение класса по прогнозу экземпляров обучающей выборки, пользуясь логической таблицей;

– вычисление основных характеристик качества прогнозирования по известным формулам [1, 2];

– принятие решения об использовании построенной логической таблицы для индивидуального прогнозирования новых экземпляров, не участвовавших в обучающем эксперименте (в случае соответствия расчётных характеристик заданным требованиям);

– уточнение (корректировка) модели прогнозирования путём изменения порога разделения классов надёжности K_1 и K_2 (в случае, если качество модели прогнозирования не отвечает требованиям).

Заключение. Разработана учебная компьютерная программа для индивидуального прогнозирования надёжности полупроводниковых приборов по значениям их информативных параметров начальный момент времени. Программа позволяет автоматизировать процедуру получения методом пороговой логики модели прогнозирования в виде логической таблицы, проверить пригодность этой модели и при необходимости выполнить её корректировку.

Список литературы

1. Боровиков, С.М. Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадёжных изделий электронной техники: монография / С.М. Боровиков. – М.: Новое знание, 2013. – 343 с.
2. Прогнозирование надёжности изделий электронной техники / С.М. Боровиков, И.Н. Цырельчук, Е.Н. Шнейдеров [и др.] – Минск: МГВРК. 2010. – 308 с.
3. Метод прогнозирования надёжности изделий электронной техники / С.М. Боровиков, А.В. Емельянов, А.А. Хмыль [и др.] // Доклады НАН Беларуси. – 2006. – Т. 50, № 4. – С. 105–109.
4. Прогнозирование класса надёжности изделий электронной техники методом преобразования информативных параметров в дискретный код / В.О. Казюиц, С.М. Боровиков, М.П. Батура, Е.Н. [и др.] // Доклады ТУСУР. – 2023. – Т. 26, № 1. – С. 91–97.

UDC 004.421.4

COMPUTER PROGRAM FOR OBTAINING A MODEL FOR PREDICTING THE RELIABILITY OF SEMICONDUCTOR DEVICES BASED ON THE VALUES OF THEIR INFORMATIVE PARAMETERS

Grachova A.A.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Borovikov S.M. – Cand. of Sci., assistant professor, associate professor of the department of ICSD

Annotation. A computer program has been developed to obtain, based on the results of a training experiment, a model for predicting the reliability class of semiconductor devices of the type of interest for a given operating time. The model is obtained using the threshold logic method, which allows it to be presented as a logical table, which eliminates the need to perform mathematical calculations before making a decision on the reliability class of samples that did not participate in the training experiment, based on the values of their informative parameters. Only the informative parameters are measured, converted into binary or ternary code using previously obtained thresholds, and determined by the logical table of the reliability class of the predicted sample. The computer program is written in the JavaScript programming language, it can be launched as a regular program in Windows OS.

Keywords: semiconductor devices, forecasting, reliability, learning experiment, forecasting model.