

- понижение стоимости проезда до доступного для всех людей;
- повышение безопасности процесса;
- улучшение показателей комфортности;
- уменьшить временную продолжительность поездки;
- также необходимо увеличивать сохранность багажа пассажиров.

#### Список литературы

1. Поугарт В.Р., Чичерина Н.В. Управление рисками в системе качества организации / В сб.: НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ сборник научных трудов: в 9 частях. 2016. С. 271-273.
2. Афанасьев А.А, Быстрицкая А.Ю. Развертывание функций системы управления качеством предприятия методом "дом качества" //Сборник научных статей 8-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 3 томах.2018. –С. 46-48.
3. Адлер Ю.П. Дом качества. [Электронный ресурс]— Режим доступа: <http://quality.eur.ru/MATERIALY4/house-q.htm>, (дата обращения: 11.09.2019).
4. Метод структурирования функции качества. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.deming.ru / TehnUpr/StrFunKa.htm>
5. ГОСТ Р 51004-96. Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества. [Электронный ресурс]— Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51004-96>, (дата обращения: 11.09.2019).
6. Системный анализ в менеджменте : учебное пособие / В.Н. Попов, В.С. Касьянов, И.П. Савченко ; под ред. д-ра экон. наук, проф. В.Н. Попова. — М.: КНОРУС, 2007. — 304 с.

658.562.42:621.396.6

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЙ

*Бадрутдинова Дарья Рашидовна, Вавилова Галина Васильевна*  
*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*  
E-mail: [dasha.badrutdinova@gmail.com](mailto:dasha.badrutdinova@gmail.com)

*Сергеев Виктор Яковлевич*  
*Карагандинский государственный технический университет, г.Караганда*  
E-mail: [vitja.sergeev.56@mail.ru](mailto:vitja.sergeev.56@mail.ru)

### DEVELOPMENT OF THE OPTIMAL METHODOLOGY OF CONTROL TESTS COMPONENTS OF ELECTRICAL RADIO PRODUCTS

*Badrutdinova Daria Rashidovna, Vavilova Galina Vasilyevna*  
*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

*Sergeev Victor Yakovlevich*  
*Karaganda State Technical University, Karaganda*

**Аннотация:** Статья посвящена разработке оптимальной методики отбраковочных испытаний оптоэлектронных транзисторов, которая позволит максимально снизить риск их отказа в приборе на финальных этапах изготовления прибора.

**Abstract:** The article is devoted to the development of an optimal method for screening tests of optoelectronic transistors, which will minimize the risk of their failure in the device at the final stages of manufacturing the device.

**Ключевые слова:** электрорадиоизделия; механизм отказа; дефект; отбраковочные испытания; оптоэлектронные транзисторы.

**Keywords:** electrical equipment; failure mechanism; defect; screening tests; optoelectronic transistors.

Для бортовой аппаратуры с длительным сроком активного существования (10 – 19 лет) важным показателем является безотказность функционирования в условиях внешней среды. Как показывает практика, на этапе эксплуатации преобладают неисправности, связанные с отказами покупных электрорадиоизделий (ЭРИ). Одним из способов обеспечения качества применяемых партий ЭРИ являются программа отбраковочных испытаний (ОИ), проводимая в испытательных технических центрах.

Цель этих испытаний заключается в уменьшении интенсивности отказов за счет выявления изделий с явными и скрытыми дефектами [1]. Практический опыт показывает, что внедрение отбраковочных испытаний существенно повышает средний уровень надежности комплектующих ЭРИ бортовой аппаратуры и оправдывает затраты финансовых и трудовых ресурсов.

Состав ОИ устанавливается в технической документации [2], исходя из особенностей конструкции и технологии изготовления приборов, с учетом видов дефектов и механизмов отказов, присущих конкретному типу прибора, а также определяется назначением прибора.

Структурная схема алгоритма проведения программы отбраковочных испытаний представлена на рисунке 1.

Программа отбраковочных испытаний для аппаратуры с длительным сроком эксплуатации включает в себя проведение входного контроля, дополнительных отбраковочных испытаний (ДОИ), диагностический неразрушающий контроль, радиационные испытания, разрушающий физический анализ.

Настоящие исследования направлены на разработку оптимальной методики отбраковочных испытаний оптоэлектронных транзисторов, позволяющей максимально снизить риск их отказа в приборе на финальных этапах изготовления прибора. Для этого необходимо сначала определить механизмы отказа, которые могут возникнуть у оптоэлектронных транзисторов.

При проведении исследований в испытательном техническом центре:

- проведен контроль электрических параметров оптоэлектронных транзисторов в соответствии с нормативными документами [3-5];
- проведен контроль внутренней конструкции оптопар транзисторных с помощью рентгеновской установки Microme|x180 [6-9];
- проведен контроль внутренней конструкции оптопар транзисторных с помощью растрового электронного микроскопа (система с электронным и сфокусированным ионным пучками Quanta 203D).

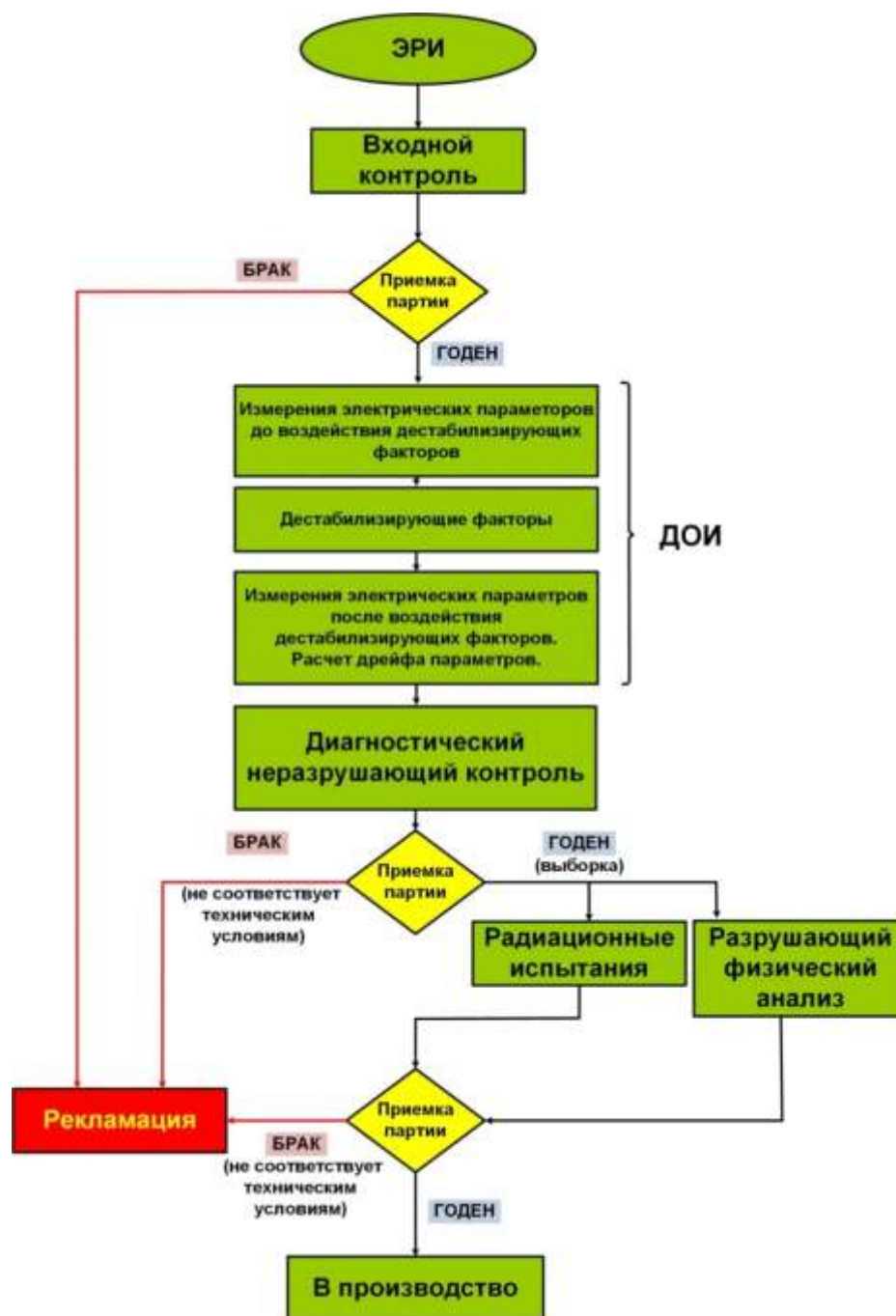


Рисунок 1 – Структурная схема программы проведения отбраковочных испытаний

При анализе полученных данных установлено, что отказ оптоэлектронных транзисторов произошел из-за механического обрыва золотой проволоки внутренних выводов от сварных соединений на контактных площадках кристалла входного диода. Следов превышения электрических нагрузок на изделия в виде оплавлений, потемнений, выгораний металла не обнаружено. Наличие повторной сварки, мусора в виде оборванных кусков золотой проволоки, шариков межсоединений свидетельствует о нарушении технологии изготовления и небрежности оператора при сборке элементов. Также следует отметить, что при микросварке не соблюдалось требование к формированию проволоочной петли. Выводы от шарикового сварного соединения резко загнуты и находятся в натянутом состоянии без запаса длины (см. рисунок 2).



*Рисунок 2 – Натяжение внутренних выводов, обрыв золотой проволоки от сварного соединения*

Учитывая фиксирование выхода из строя элементов в приборе после воздействия температурных испытаний, можно сделать вывод, что механизм отказов связан с чрезмерными механическими нагрузками в области обрыва проволоки входного диода под воздействием движения кремнийорганического компаунда за счет его теплового расширения в совокупности с натяжением внутренних выводов.

Для устранения отказа оптоэлектронных транзисторов в первую очередь нужно исключить возможность попадания в производство изделий, имеющих дефектные межсоединения с помощью введения дополнительных операций контроля в программу отбраковочных испытаний.

С учетом установленного механизма отказа проведена модификация существующей программы испытаний и включены следующие дополнительные операции контроля для 100 % элементов:

- 1) рентгеновский контроль;
- 2) испытания на воздействие изменения климатических условий;
- 3) контроль электрических параметров при минимальной эксплуатационной температуре, указанной в технических условиях.

Благодаря продуктивному информационному сотрудничеству с заводом изготовителем, научно обоснованному выбору и введению дополнительной операции контроля были отсеяны изделия, предрасположенные к обрыву внутреннего термокомпрессионного соединения, что позволит повысить качество и надежность выпускаемой продукции.

#### **Список литературы**

1. Патраев В. Е., Максимов Ю. В. Методы обеспечения надежности бортовой аппаратуры космических аппаратов длительного функционирования// Известия высших учебных заведений. Приборостроение – 2008. – № 8. - Т. 51. – С. 5-12.
2. Горлов М., Строганов А., Арсентьев А. и др. Отбраковочные испытания как средство повышения надежности партий ИС//Технология в электронной промышленности. – 2006. – № 1. – С. 70-75.
3. ГОСТ 24613.16-77. Микросхемы интегральные оптоэлектронные. Метод измерения начального остаточного напряжения коммутаторов аналоговых сигналов [Электронный ре-

сурс]. – Введ. 1978.06.30. – с измен. 2018.09.12. – Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/15388/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 15.06.2019).

4. ГОСТ 24613.2-81 Микросхемы интегральные оптоэлектронные и оптопары. Метод измерения тока утечки [Электронный ресурс]. – Введ. 1982.06.30. – с измен. 2018.09.12. – Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/22684/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 15.06.2019).

5. ГОСТ 24613.3-81 Микросхемы интегральные оптоэлектронные и оптопары. Метод измерения входного напряжения [Электронный ресурс]. – Введ. 1982.06.30. – с измен. 2018.09.12. – Режим доступа: URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/22763/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 15.06.2019).

6. Устройство рентгеновской трубки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.texnic.ru/tools/rentgen/rentgen6.htm>, свободный – Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения 01.05.2019).

7. Горбачев С.В., Казтаев А.Ж., Сырямкин В.И., Богомолов Е.Н., Вавилова Г.В. Калибровка детектора рентгеновского цифрового микротомографа на основе нечеткой сети кохонена // Контроль. Диагностика. – 2012. – № 13. – С. 94-96.

8. Рентгеновские аппараты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ncontrol.ru/catalog/rentgenovskiy\\_kontrol/rentgenovskie\\_apparaty](http://www.ncontrol.ru/catalog/rentgenovskiy_kontrol/rentgenovskie_apparaty), свободный – Загл. с экрана. Яз. рус. (дата обращения 28.04.2019).

9. Сырямкин В.И., Осипов А.В., Куцов М.С., Вавилова Г.В. Восстановление и анализ изображений в цифровых рентгеновских микротомографах // Контроль. Диагностика. – 2012. – № 13. – С. 100-106.

УДК 502.533

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ОЦЕНКЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПАВОДОКОВОЙ ОБСТАНОВКИ НА РЕКЕ ИРТЫШ В ВОСТОЧНО- КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

*Бектенов Диас Елеубекулы*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*

*E-mail: tpu@mail.ru*

## **EVALUATION AND FORECASTING OF A FLOODING SITUATION ON THE IRTYSH RIVER IN THE BESKARAGAY DISTRICT OF THE EAST KAZAKHSTAN REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

*Bektenov Dias Eleubekuly*

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk*

**Аннотация:** Паводки являются наиболее часто встречающимся явлением в нашей стране. В данной работе представлена оценка и прогнозирование затопления в период весеннего паводка и приводятся результаты исследования прогноза на территории Бескарагайского района, ВКО, Республики Казахстан.

**Abstract:** Floods are the most common phenomenon in our country. This work represents the assessment and forecasting of flooding during the spring flood and presents the results of the study of the forecast on the territory of Beskaragay district, East Kazakhstan region, the Republic of Kazakhstan.

**Ключевые слова:** паводки; наводнения; чрезвычайная ситуация; Бескарагайский район; силы и средства.

**Keywords:** floods; emergency; Beskaragai district; forces and means.