*федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования*

|  |  |
| --- | --- |
| **Gerb-BMSTU_01** | ***«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»******(МГТУ им. Н.Э. Баумана)*** |

|  |  |
| --- | --- |
| ФАКУЛЬТЕТ | Информатики и систем управления |
|  |  |
| КАФЕДРА | Проектирования и технологии производства ЭА |

**РАСЧЁТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**к домашнему заданию:**

по курсу «Технологии конструирования ЭВМ»

на тему «Системный подход в методах оценки качества»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент |  | . |
|  | (Подпись, дата) | (И.О.Фамилия) |
| Руководитель домашнего задания |  |  |
|  | (Подпись, дата) | (И.О.Фамилия) |
| Консультант  |  |  |
|  | (Подпись, дата) | (И.О.Фамилия) |
|  |  |  |
|  |  |  |
| Отметки о сдачи домашнего задания: |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Москва, 2016

*федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования*

***«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)***

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДАЮ |
|  | Руководитель секции | *ИУ4* |
|  | « » | (Индекс) |
|  |  |  |
|  |  | (И.О.Фамилия) |
|  | « » |  | 2016 г. |

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение домашнего задания**

по курсу «Технологии конструирования ЭВМ

«Системный подход в методах оценки качества»

 (Тема домашнего задания)

Студент         \_\_\_\_\_\_\_

(Фамилия, инициалы, индекс группы)

***1. Техническое задание***

Провести исследовательскую работу с материалами из источников. Дать общие понятия основ конструирования ЭВМ. Рассмотреть системный подход в методах оценки качества.         \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

***2. Оформление домашнего задания***

2.1. Расчетно-пояснительная записка на 22 листах формата А4.

2.2. Перечень графического материала (плакаты, схемы, чертежи и т.п.) Расчётно-пояснительная записка домашнего задания содержит схемы.        \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата выдачи задания « 21 » октября 2016 г.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Руководитель домашнего задания** |  |  |
|  | (подпись, дата) | (И.О.Фамилия) |
| **Студент** |  |  |
|  | (подпись, дата) | (И.О.Фамилия) |

Примечание:

1. Задание оформляется в одном экземпляре, который хранится у студента.

2. Итоговая оценка выставляется с учетом оценок, полученных на аттестациях.

**Аннотация.**

В данной работе ставится задача рассмотреть системный подход в методах оценки качества. Дано описание теоретических основ конструирования ЭВМ. В рамках исследования были определены особенности системного подхода к оценке качества и обнаружено, что системность в данном случае подразумевает контроль качества на всех этапах жизненного цикла электронного устройства. Дается объяснение понятия сущности системного подхода и их реализации

**Annotation.**

This work seeks to examine a systematic approach in evaluating quality. The description of theoretical bases of designing of a computer. The study defined the characteristics of a systematic approach to quality assessment and discovered that the consistency in this case is the quality control at all stages of the life cycle of the electronic device. Explains the concept of the essence of the system approach and implementation.

**Ключевые слова и выражения**

 Оценка качества, системный подход, показатели надежности, ЭВМ, безотказность, ремонтопригодность, сохраняемость, долговечность.

**Keywords and expressions**

 Quality assessment, a systematic approach, reliability, computer reliability, maintainability, persistence, durability.

**Оглавление**

[Введение 6](#_Toc465788228)

[1 Теоретические основы конструирования ЭВМ 7](#_Toc465788229)

[1.1 Электронные вычислительные машины. Технология конструирования ЭВМ 7](#_Toc465788230)

[1.2 Оценка качества технологии конструирования ЭВМ 9](#_Toc465788231)

[2 Системный подход в методах оценки качества 13](#_Toc465788232)

[2.1 Сущность системного подхода 13](#_Toc465788233)

[2.2 Реализация системного подхода к оценке качества технологии конструирования ЭВМ 14](#_Toc465788234)

[Заключение 20](#_Toc465788235)

[Список литературы 21](#_Toc465788236)

# Введение

Последние достижения в области информатизации прочно внедрились во многие сферы социально-экономической жизни российского общества.

Одним из факторов успешного развития любого предприятия становятся информационное обеспечение и автоматизированное сопровождение, цель которых – организация системы оптимального использования информационных ресурсов.

Информационные ресурсы будем рассматривать как такие данные, которые имеют определенную ценность для предприятия, выступают в роли материальных ресурсов. К подобным ресурсам можно отнести текстовую, графическую, видео-, аудио информацию и др.

Разработка и внедрение новых электронно-вычислительных машин сопровождается довольно большими затратами (единовременные затраты, эксплуатационные расходы, человеческие ресурсы). Именно поэтому необходимо проведение исследования процесса оценки качества технологии конструирования ЭВМ для обоснования целесообразности осуществления таких крупных затрат. Таким образом, решение такой проблемы, как поиск метолов оценки оценка качества ЭВМ является актуальным.

В рамках выполнения реферата была поставлена следующая цель:

провести анализ системного подхода в методах оценки качества.

Для достижения цели необходимо решение следующих задач:

* Провести обзор литературы и Интернет-источников по вопросам конструирования ЭВМ и оценки качества данного процесса;
* выделить основные понятия ЭВМ;
* определить критерии надежности ЭВМ;
* выявить особенности системного подхода оценки качества.

# 1 Теоретические основы конструирования ЭВМ

## 1.1 Электронные вычислительные машины. Технология конструирования ЭВМ

Электронно-вычислительные машины (ЭВМ) классифицируется по различным признакам, в частности, по способам организации вычислительного процесса, функциональным возможностям, способности к параллельному выполнению программ и др. Однако чтобы определить место персональных ЭВМ (ПЭВМ) в широком разнообразии средств вычислительной техники, следует рассмотреть классификацию вычислительных машин по таким показателям, как габариты и производительность (см. рис. 1).



Рисунок 1 - Классификация ЭВМ[[1]](#footnote-0)

ПЭВМ – это ЭВМ, которую может эксплуатировать непрофессиональный пользователь без помощи профессионального программиста.

Выделим особенности ПЭВМ[[2]](#footnote-1):

* развитый человеко-машинный интерфейс;
* малогабаритные носители информации;
* небольшие габариты;
* отсутствие специальных требований к условиям окружающей среды;
* малое электропотребление;
* высокая надежность работы;
* большое количество прикладных программ.

Классификация ПЭВМ представлена на рисунке 2.

Рисунок 2. Классификация ПЭВМ

Универсальная ЭВМ предназначена для индивидуального использования и ориентирована на решение широкого круга задач различных пользователей, в том числе - не специалистов в области вычислительной техники. Среди задач, решаемых, данном типом ПЭВМ моно выделить набор текстов, ведение бухгалтерского учета, формирование финансовых отчетов, автоматизация вычислений, обмен данными и др.

Мобильные ПЭВМ представляют собой переносные устройства. К данному классу относят ноутбуки, карманные компьютеры (КПК), компьютеры-телефоны и т.д.

К специализированным ПК относятся сетевые компьютеры, рабочие станции и серверы высокого уровня.

Суперкомпьютерные системы служат инструментом обработки больших объемов информации и нашли сове применение в атомной и ядерной физике, в кино и на телевидении, в космических исследованиях и т.д.

Конструкция современной ЭВМ - комплекс различных по природе деталей, определенным образом объединенных электрически и механически друг с другом и призванных выполнять заданные функции в заданных условиях и режимах эксплуатации.

Процесс проектирования можно подразделить на ряд направлений. В частности, возможны следующие деления[[3]](#footnote-2):

* фазы (во времени) конструирования системы;
* этапы (логические) конструирования системы;
* аппарат (математический и научный) конструирования системы;
* части (функциональные) системы;
* подсистемы общей системы.

##  1.2 Оценка качества технологии конструирования ЭВМ

В современных условиях широкого развития и применения информационных технологий и автоматизированных систем проблема обеспечения надежности и безопасности сложных объектов заключается в необходимости поддержки надежности и безопасности отдельных ЭВМ, которые, выступая объектом защиты, являются достаточно сложным формированием.

Надежность определяется возможностью объекта реализовывать заданный набор функций, оставляя при этом неизменными значения показателей эксплуатации. Отметим, что в качестве объектов могут выступать и сами системы, и их отдельные элементы.

Надежность может быть охарактеризована некоторыми состояниями и событиями, к числу которых следует отнести следующие:

* исправность (соответствие требованием нормативно-технической документации);
* работоспособность (способность совершать необходимые функции, сохраняя при этом установленные нормативно-технической документацией значения).

В роли показателей надежности ЭВМ оптимальным будет использование таких показателей, которые будут способны охарактеризовать надежность всех функциональных элементов системы, а также определить уровень риска аварийных ситуаций.

Специалисты выделяют два направления описания надежности ЭВМ. Первое ориентировано на выделение отдельных элементов системы; второе – на объединение нескольких составляющих и оценивание через комплекс показателей надежности.

Следует отметить, что надежность является комплексным свойством ЭВМ и включает в себя следующие простые свойства:

* безотказность;
* долговечность;
* ремонтопригодность;
* сохраняемость;

Безотказность следует рассматривать как такое свойство объекта, при котором возможно непрерывное сохранение работоспособности в определенный промежуток времени (или в течение некоторой наработки). Долговечность является показателем возможности сохранения работоспособности до момента наступления предельного состояния (при это должна функционировать система ремонта и технического обслуживания). Ремонтопригодность – это такое свойство, которое характеризует приспособленность объекта к своевременному обнаружению неполадок и возможность восстановления работоспособности после ремонта или технического обслуживания. Важным является и свойство сохраняемости, которое заключается в возможности объекта сохранять эксплуатационные показатели в периоды транспортировки или хранения.

Под аппаратной надежностью будем понимать «надежность комплекса технических средств»[[4]](#footnote-3).

Аппаратная надежность вместе с надежностью персонала являются базовыми свойствами, то есть можно сделать вывод о том, что надежность технических средств является гарантом нормального функционирования всей системы в целом.

По экспертному мнению, специалистов основной проблемой при организации управления объектами средствами ЭВМ является высокая вероятность аппаратных отказов, причиной которых может стать, например, полная потеря работоспособности отдельно взятого ее элемента. Существует так же риск сбоев (кратковременных отказов).

Отметим, что сбои не требуют проведения технических работ по их устранению (подобные отказы способны «самоустраниться»).

Специалисты утверждают, что необходимым условием стабильной работы ЭВМ является постоянное осуществление обслуживания технических компонентов системы. Обязательным является профессиональный подход, который способен обеспечить должный уровень безопасности, а также наличие факторов, положительно влияющих на функционирование всех видов обеспечения.

Комплексное обслуживание технического парка может включать в себя монтажные работы, настройку серверов, аналитические исследования оборудования с учетом его вида и состава системы в целом.

# 2 Системный подход в методах оценки качества

## 2.1 Сущность системного подхода

Системный подход предполагает раскрытие целостности объекта, выявление и изучение его внутренней структуры, а также связей с внешней средой.

При этом объект представляется как часть реального мира, которая выделяется и исследуется в связи с решаемой задачей построения модели. Кроме этого, системный подход предполагает последовательный переход от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит цель проектирования, а объект рассматривается во взаимосвязи с окружающей средой.

Сложный объект может быть разделен на подсистемы, представляющие собой части объекта, удовлетворяющие следующим требованиям:

1) подсистема является функционально независимой частью объекта. Она связана с другими подсистемами, обменивается с ними информацией и энергией;

2) для каждой подсистемы могут быть определены функции или свойства, не совпадающие со свойствами всей системы;

3) каждая из подсистем может быть подвергнута дальнейшему делению до уровня элементов.

В данном случае под элементом понимается подсистема нижнего уровня, дальнейшее деление которой нецелесообразно с позиций решаемой задачи.

Таким образом, систему можно определить как представление объекта в виде набора подсистем, элементов и связей с целью его создания, исследования или усовершенствования. При этом укрупненное представление системы, включающее в себя основные подсистемы и связи между ними, называется макроструктурой, а детальное раскрытие внутреннего строения системы до уровня элементов – микроструктурой.

## 2.2 Реализация системного подхода к оценке качества технологии конструирования ЭВМ

Системный подход к оценке качества технологии конструирования ЭВМ может быть реализован через рассмотрение ЭВМ как совокупности взаимосвязанных элементов. Кроме того, стоит отметить, что оценка должна охватывать все стадии жизненного цикла электронного устройства.

ЭВМ на некоторых этапах конструирования и эксплуатации может сама выступать в роли элемента определенной системы (например, автоматизированной системы управления). При этом она обнаруживает внешнее качество.

На стадии проектирования ЭВМ представляет собой модель на текстово - графическом языке. В этом случае стоит оценить соответствие документации (техническое задание, эскизный и технический проекты и т.д.) действующим стандартам. Помимо прочего, необходимо сделать вывод о принципах построения ЭВМ, обосновать подход к реализации этих принципов, выполнить анализ проведенных исследований. Оценка качества на настоящем этапе может дать отрицательный результат, показывающий, что на современном уровне развития науки и техники реализация поставленной задачи невозможна или преждевременна.

Большое внимание на стадии технического предложения уделяют анализу алгоритмов, определяющих логическую структуру ЭВМ, последовательность выполнения логических и арифметических операций.

В процессе изготовления ЭВМ проводятся приемосдаточные испытания отдельных узлов и блоков, а после изготовления— приемосдаточные испытания опытного образца (одного или нескольких) по электрическим, механическим, климатическим и другим требованиям.

Испытания проводятся представителями отдела технического контроля (ОТК) и представителями заказчика в соответствии с техническими условиями, которые составляются разработчиком на узлы, блоки и изделие в целом на основе требований ТЗ. Технические условия обязательно входят в состав конструкторской документации, передаваемой на завод-изготовитель. По результатам опытной эксплуатации и государственных испытаний проводится окончательная корректировка документации.

На данном этапе будет правильным оценить показатели надежности ЭВМ.

Показатели безотказности

Анализ литературы позволил выделить четыре основных показателя безотказности (см. рис. 3).



Рисунок 3 – Показатели безотказности

Вероятность безотказной работы показывает вероятность того, что объект будет исправно работать на определенном промежутке времени[[5]](#footnote-4).

Плотность вероятности отказов – это количество отказов в интервал времени, отнесенное к первоначальному числу изделий.

Специалисты утверждают, что физический смысл рассматриваемой характеристики состоит в «вероятности отказа в достаточно малую единицу времени»[[6]](#footnote-5).

С понятием «плотность отказов» тесно связано понятие «интенсивности отказов» - условная плотность вероятности того, что объект будет исправен. Для данного параметра задается условие – до исследуемого времени отказов не было[[7]](#footnote-6).

Вычисление интенсивности отказов возможно по следующей формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| $$λ\left(t\right)=\frac{f(t)}{P(t)},$$ | (1) |

где f(t) – плотность распределения наработки до отказа, P(t) – вероятность безотказной работы за время t.

Средняя наработка до отказа – это «математическое ожидание наработки объекта до первого отказа»[[8]](#footnote-7). Отметим, что измерение данной величины возможно в единицах времени, объема, длины, веса, площади и т.д.

Показатели ремонтопригодности

По экспертному мнению специалистов возможно выделение двух основных показателей ремонтопригодности (см. рис. 4).



Рисунок 4 – Показатели ремонтопригодности

Среднее время восстановления – это «отношение математического ожидания общего времени работоспособного состояния объекта к математическому ожиданию суммарного времени существования объекта»[[9]](#footnote-8).

Среднее время восстановления вычисляется по формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| $$t\_{b\_{ср}}=\frac{1}{m}\sum\_{j=1}^{m}t\_{b\_{j}},$$ | (2) |

где tbср – время, затраченное на поиск и устранение отказа.

Вероятность восстановления работоспособного состояния – это «вероятность того, что время восстановления работоспособности не превысит заданного»[[10]](#footnote-9).

Вероятность восстановления работоспособного состояния вычисляется как значение функции распределения времени восстановления при

|  |  |
| --- | --- |
| $$t\_{в}=Т\_{з},$$ | (3) |

где Тз – заданное время восстановления.

Показатели долговечности

К показателям долговечности можно отнести четыре показателя (см. рис. 5).



Рисунок 5 – Показатели долговечности

Определения названных показателей приведены в таблице 1.

Таблица 1- Показатели долговечности[[11]](#footnote-10)

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Описание |
| Гамма-процентный ресурс | Данный показатель определяется как суммарная наработка, в рамках которой система не доходит до предельного состояния с определенной вероятностью. Вероятность выражается в процентах. |
| Средний ресурс | Показатель представляет собой математическое ожидание ресурса системы. |
| Гамма-процентный срок службы | Длительность эксплуатации, в рамках которой система не доходит до предельного состояния с определенной вероятностью. Вероятность выражается в процентах. |
| Средний срок службы | Показатель представляет собой математическое ожидание срока службы системы. |

Показатели сохраняемости

К показателям сохраняемости следует отнести два основных показателя (см. рис. 6).



Рисунок 6 – Показатели сохраняемости

Средний срок сохраняемости вычисляется по формуле[[12]](#footnote-11):

|  |  |
| --- | --- |
| $$T\_{c\_{ср}}=\int\_{0}^{\infty }tf\left(t\right)dt,$$ | (4) |

где f(t) - плотность распределения наработки до срока сохраняемости.

Гамма-процентный срок сохраняемости - это «срок сохраняемости, достигаемый объектом с заданной вероятностью»[[13]](#footnote-12). Данный показатель вычисляется по следующей формуле:

|  |  |
| --- | --- |
| $$1-\int\_{0}^{Т}f\left(t\right)dt=\frac{γ}{100},$$ | (5) |

Где Т – гамма-процентный срок сохраняемости.

Таким образом, были рассмотрены основные показатели надежности - безотказности ремонтопригодности долговечности сохраняемости, - выделены их особенности и правила расчета.

Следующим этапом становится выпуск установочной серии ЭВМ и запуск в серийное (массовое) производство.

Особое место в оценке качества ЭВМ занимают эксплуатационные условия. Особенность эксплуатации ПЭВМ зависит от типа машины. Так, например, мобильные устройства работают от аккумулятора, а не от сети. Можно отметить так же, что особенность ноутбука – высокая температура внутри. Экономия рабочего пространства неизбежно приводит производителей этой техники к необходимости уменьшать и системы внутреннего охлаждения.

# Заключение

Если ранее на ЭВМ могли в основном работать только профессиональные программисты (практически для любой задачи приходилось создавать свою программу), то теперь ситуация коренным образом изменилась. В настоящее время разработаны десятки тысяч программ по всем областям знаний. С ними работают десятки миллионов квалифицированных пользователей.

Знание характеристик ПЭВМ поможет квалифицированному пользователю выбрать оптимальную конфигурацию персонального компьютера для решения поставленной практической задачи.

Проблема надёжности ЭВМ является комплексной. Проведенное исследование позволило сделать вывод, что применение разрозненных мероприятий не может стать эффективным средством повышения надежности систем. Важным становится комплексное проведение ряда мероприятий, направленных на получение качественно новых результатов.

Следует выделить тот факт, что надежность ЭВМ определяется надежностью всех ее составляющих компонентов – аппаратного и программного обеспечения; управляющих элементов; средств контроля и восстановления системы.

В рамках исследования были определены особенности системного подхода к оценке качества технологии конструирования ЭВМ и выявлено, что системность в данном случае подразумевает контроль качества на всех стадиях жизненного цикла электронного устройства - от разработки технической документации до эксплуатации машины.

Таким образом, можно сделать вывод о достижении цели и решении задач, определенных во введении.

# Список литературы

Методические указания по организации и проведению итоговой государственной аттестации бакалавров и магистров по направлению «Конструирование и технология электронных средств»: Учебное пособие под ред. В.А.Шахнова. - М.: Изд-во НИИ РЛ МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2015. - 164 с.: ил.

1. Аверьянов О.И., Солдатов В.Ф. Основы проектирования и конструирования: Учебное пособие [Текст]/ О.И. Аверьянов, В.Ф. Солдатов. – М.: МГИУ, 2008. – 152с.
2. Алексеев А.Е. Диагностика надежности автоматизированных систем: Учебное пособие [Текст]/ А.Е. Алексеев. – Архангельск: Издательство ГОУ АГТУ, 2004. – 75с.
3. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник [Текст]/ В.Л. Бройдо. – СПб.: Питер, 2011. – 554с.
4. Гвоздева В.А., Лаврентьева И.Ю. Основы построения автоматизированных информационных систем: учебник [Текст]/ В.А. Гвоздева, И.Ю. Лаврентьева. - M.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2013. — 320 с.
5. Гниденко И.Г. Информатика. 4-е изд. – СПб.: Издательский дом «Нева», 2011. – 320с.

Жданов В.В. Анализ методов определения показателей долговечности электронных средств по справочным данным / В.В. Жданов// Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2015. – с.289-294

Жиров М.В., Гончаров А.В., Солдатов В.В. Диагностика и надежность автоматизированных систем: Учебно-методический комплекс дисциплины [Текст]/ сост. М.В. Жиров, А.В. Гончаров, В.В. Солдатов. – М.: МГУТУ, 2012. –620с.

Келим Ю.М. Вычислительная техника: Учеб. Пособие для студ. сред. проф. Образования.-М.: Издательский центр «Академия», 2010.-384с.

Колесниченко О.В. Аппаратные средства ПК. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 800с.

Левин Б.Р. Справочник надежности / Б.Р. Левин. – М.: Рипол Классик, 2013. –350с.

1. Леонтьев В.П. Новейшая энциклопедия. Компьютер и Интернет 2013. – М.: ОЛМА Медиа Групп, 2012. – 960с.
2. Минько Э.В., Смирнов В.П. Качество и конкурентоспособность продукции и процессов [Текст]/ Э.В. Минько, В.П. Смирнов. – СПб.: Издательство СПбГУАП, 2010. – 240с.
3. Семенов В.С. Оценка надежности систем автоматического и автоматизированного управления [Текст]/ В.С. Семенов// Вестник Самарского государственного технического университета. – 2015. - №2. – с. 42-47
4. Соломенчук В.Г. Аппаратные средства персональных компьютеров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 512с.
5. Ступина А.А., Ежеманская С.Н. Технология надежностного программирования задач автоматизации управления в технических системах: Монография [Текст]/ А.А. Ступина, С.Н. Ежеманская. – Новосибирск: Сибирский федеральный университет, 2011. – 165с.
6. Черкесов Г.Н. Оценка надежности систем с учетом ЗИП: Учебное пособие [Текст]/ Г.Н. Черкесов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 480с.
7. Шуремов Е.Л., Чистов Д.В., Лямова Г.В. Информационные системы управления предприятиями [Текст]/ Е.Л. Шуремов, Д.В. Чистов, Г.В. Лямова. – М.: Бухгалтерский учет, 2006. – 112с.
1. Келим Ю.М. Вычислительная техника: Учеб. Пособие для студ. сред. проф. Образования.-М.: Издательский центр «Академия», 2010.-384с. [↑](#footnote-ref-0)
2. Леонтьев В.П. Новейшая энциклопедия. Компьютер и Интернет 2013. – М.: ОЛМА Медиа Групп, 2012. – 960с. [↑](#footnote-ref-1)
3. Колесниченко О.В. Аппаратные средства ПК. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 800с. [↑](#footnote-ref-2)
4. Жиров М.В., Гончаров А.В., Солдатов В.В. Диагностика и надежность автоматизированных систем: Учебно-методический комплекс дисциплины [Текст]/ сост. М.В. Жиров, А.В. Гончаров, В.В. Солдатов. – М.: МГУТУ, 2012. –с.6 [↑](#footnote-ref-3)
5. Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов: Учебное пособие [Текст]/ Г.Н. Черкесов. – СПб.: Питер, 2010. –с.205 [↑](#footnote-ref-4)
6. Аверьянов О.И., Солдатов В.Ф. Основы проектирования и конструирования: Учебное пособие [Текст]/ О.И. Аверьянов, В.Ф. Солдатов. – М.: МГИУ, 2008. –с.97 [↑](#footnote-ref-5)
7. Левин Б.Р. Справочник надежности [Текст]/ Б.Р. Левин. – М.: Рипол Классик, 2013. –с.38 [↑](#footnote-ref-6)
8. Аверьянов О.И., Солдатов В.Ф. Основы проектирования и конструирования: Учебное пособие [Текст]/ О.И. Аверьянов, В.Ф. Солдатов. – М.: МГИУ, 2008. –с.96 [↑](#footnote-ref-7)
9. Минько Э.В., Смирнов В.П. качество и конкурентоспособность продукции и процессов [Текст]/ Э.В. Минько, В.П. Смирнов. – СПб.: Издательство СПбГУАП, 2010. –с.130 [↑](#footnote-ref-8)
10. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации: Учебник [Текст]/ В.Л. Бройдо. – СПб.: Питер, 2011. –с.495 [↑](#footnote-ref-9)
11. Жданов В.В. Анализ методов определения показателей долговечности электронных средств по справочным данным [Текст]/ В.В. Жданов// Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2015. – с.289-294 [↑](#footnote-ref-10)
12. Черкесов Г.Н. Оценка надежности систем с учетом ЗИП: Учебное пособие [Текст]/ Г.Н. Черкесов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. –с.320 [↑](#footnote-ref-11)
13. Левин Б.Р. Справочник надежности [Текст]/ Б.Р. Левин. – М.: Рипол Классик, 2013. –с.250 [↑](#footnote-ref-12)