

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА"

## ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ И КОМПЛЕКСОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

*Утверждено Редакционно-издательским советом  
университета в качестве методических указаний  
к практическим занятиям*

САМАРА  
Издательство СГАУ  
2008

УДК 681.3

Составитель В.А. Колпаков  
Рецензент: зав. каф. информационных систем и технологий, д-р.  
техн. наук, проф. С.А. Прохоров

**Основы стандартизации и сертификации программных средств и комплексов автоматизированных систем управления:** метод. указания к практическим занятиям / сост. В.А. Колпаков. – Самара: Изд-во СГАУ, 2008. – 34 с.

В методических указаниях рассматриваются основные термины, понятия и методы в области стандартизации, сертификации программных средств и комплексов автоматизированных систем управления, создание программных средств и их компонентов в соответствии с заданными требованиями, включая оформление проекта и эксплуатационной документации, подготовку материалов, необходимых для проверки работоспособности и соответствующего качества программных продуктов, материалов, необходимых для организации обучения персонала и т.д.

Предназначены для студентов специальности 010200 «Прикладная математика и информатика» и являются циклом работ по курсу «Стандартизация и сертификация научно-технической продукции» (информационные системы, технологии и телекоммуникации). Выполнены на кафедре технической кибернетики.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, Администрации Самарской области и Американского фонда гражданских исследований и развития (грант CRDF RUX0-014-SA-06) в рамках российско-американской программы «Фундаментальные исследования и высшее образование» (BRHE).

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет,  
2008

Цель работы – закрепление знаний в области основных понятий, терминов и методик, характеризующих механизмы стандартизации, сертификации программных средств и комплексов.

## 1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

1. По конспекту лекций, данным методическим указаниям и рекомендованной литературе изучить основы стандартизации и сертификации программных средств (ПС) и комплексов.

2. Освоить единую систему терминов и понятий в области стандартизации и сертификации.

3. Провести анализ процессов создания ПС и их компонентов в соответствии с заданными требованиями.

4. Изучить классификацию жизненных циклов программных средств в соответствии со стандартом ISO 12207.

5. Выполнить анализ моделей жизненного цикла ПС.

6. Выделить особенности ПС, соответствующие стандарту ISO 12207.

7. Освоить методы разработки требований и внешнего проектирования программных средств.

8. Освоить методы внутреннего проектирования ПС.

9. Изучить особенности проектирования и программирования модулей.

10. Подготовить ответы по методам тестирования и отладки ПС.

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

Для улучшения качества программных средств и комплексов необходимо обеспечение учебного процесса единой системой терминов и понятий, позволяющих значительно повысить достоверность понимания современной документации, в том числе унифицированных систем документации, используемых в области стандартизации и сертификации. Данная задача в настоящей работе решается путем приведения основных определений, положений, методов моделирования ПС, стандартизации и сертификации, позволяющих значительно повысить эффективность усвое-

ния курса «Стандартизация и сертификация научно-технической продукции».

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ

1. **СТАНДАРТИЗАЦИЯ.** Стандартизация – это установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определённой области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности, для достижения всеобщей оптимальной экономики при соблюдении условий эксплуатации и требований безопасности. Стандартизация, основанная на объединённых достижениях науки, техники и передового опыта, определяет основу не только настоящего, но и будущего развития промышленности. Из определения следует, что стандартизация – это плановая деятельность по установлению обязательных правил, норм и требований, выполнение которых обеспечивает экономически оптимальное качество продукции, повышение производительности общественного труда и эффективности использования материальных ценностей при соблюдении требований безопасности.

2. **СТАНДАРТ.** Стандарт – нормативно-технический документ по стандартизации, устанавливающий комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и утверждённый компетентным органом. Стандарт, разработанный на основе науки, техники, передового опыта, должен предусматривать оптимальные для общества решения. Стандарты разрабатывают как на материальные предметы (продукцию, эталоны, образцы веществ и т. п.), так и на нормы, правила, требования к объектам организационно-методического и общетехнического характера. Стандарт – это самое целесообразное решение повторяющейся задачи для достижения определённой цели. Стандарты содержат показатели, которые гарантируют возможность повышения качества продукции и экономичности её производства, а также повышения уровня её взаимозаменяемости.

3. **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ СТАНДАРТИЗАЦИИ.** Главная цель Государственной системы стандартизации (ГСС) – с помощью стандартов, устанавливающих показатели, нормы и требования, соответствующие передовому уровню отечественной и зарубежной науки, техники и производства, содействовать обеспечению пропорционального развития всех отраслей народного хозяйства

страны. Эта система имеет также следующие цели: улучшение качества работы, продукции и обеспечение его оптимального уровня; обеспечение условий для развития специализации в области проектирования и производства продукции, снижения её трудоёмкости, металлоёмкости и улучшения других показателей; обеспечение увязки требований продукции с потребностями обороны страны; создание условий для широкого развития экспорта товаров высокого качества, отвечающих требованиям мирового рынка; рациональное использование производственных фондов и экономия материальных и трудовых ресурсов; развитие международного экономического и технического сотрудничества; обеспечение охраны здоровья населения, безопасности труда рабочих, охраны природы и улучшения использования природных ресурсов.

Для достижения указанных целей необходимо решить следующие задачи: установление прогрессивных систем стандартов на основе комплексных целевых программ, определяющих требования к конструкции изделий, технологии их производства, качеству сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, а также создающих условия для формирования требуемого качества конечной продукции на стадии её проектирования, серийного производства и эффективного использования; определение единой системы показателей качества продукции, методов и средств контроля и испытаний, а также необходимого уровня надёжности в зависимости от назначения изделий и условий их эксплуатации; установление норм, требований и методов в области проектирования и производства продукции с целью обеспечения её оптимального качества и исключения нерационального многообразия видов, марок и типоразмеров продукции; развитие унификации промышленной продукции и агрегатирования машин как важнейшего средства специализации, повышения экономичности производства, производительности труда, уровня взаимозаменяемости, эффективности эксплуатации и ремонта изделий; обеспечение единства и достоверности измерений в стране, создание и совершенствование государственных эталонов единиц физических величин, а также методов и средств измерений высшей точности; установление единых систем документации, в том числе унифицированных систем документации, используемых в автоматизированных системах управления, установление систем клас-

сификации и кодирования технико-экономической информации, форм и систем организации производства и технических средств научной организации труда; установление единых терминов и обозначений в важнейших областях науки и техники, а также в отраслях народного хозяйства и др.

Одной из основных задач Госстандарта является разработка мер по повышению эффективности стандартизации в улучшении качества выпускаемой продукции и экономичности её производства путём внедрения систем стандартов при комплексной и опережающей стандартизации, развития межотраслевой унификации, создания общетехнических систем стандартов, обеспечения единства и достоверности измерений в стране и др. Руководство стандартизацией в каждой отрасли осуществляют отделы стандартизации министерств, а также отделы в главных управлениях министерств; головные организации по стандартизации, создаваемые при наличии в системе министерства нескольких базовых организаций по стандартизации; базовые организации по стандартизации, выделяемые из ведущих научно-исследовательских, проектно-конструкторских организаций и предприятий; научно-исследовательские и конструкторские отделы (лаборатории, бюро) стандартизации в НИИ, КБ и на предприятиях.

**4. КАТЕГОРИИ СТАНДАРТОВ.** В зависимости от сферы действия ГСС предусматривает следующие категории стандартов: государственные (ГОСТ), отраслевые (ОСТ), республиканские (РСТ) и стандарты предприятий (СТП). Государственные стандарты обязательны для всех предприятий, организаций и учреждений страны в пределах сферы их действия. Отраслевые стандарты используют все предприятия и организации данной отрасли (например, станкостроительной), а также другие предприятия и организации (независимо от ведомственной принадлежности), разрабатывающие, изготавливающие и применяющие изделия, которые относятся к номенклатуре, закреплённой за соответствующим министерством. Республиканские стандарты обязательны для предприятий республиканского и местного подчинения данной республики независимо от их ведомственной принадлежности. Стандарты предприятий (объединений) действуют только на предприятии, утвердившем данный стандарт. Государственные стандарты устанавливают требования преимущественно к про-

дукции массового и крупносерийного производства широкого и межотраслевого производства, к изделиям, прошедшим государственную аттестацию, экспортным товарам; они устанавливают также общие нормы, термины и т. п. Исходя из этого, можно указать на следующие объекты государственной стандартизации: общетехнические и организационно-методические правила и нормы; нормы точных изделий межотраслевого применения; требования к продукции, поставляемой для эксплуатации в различных климатических условиях, методы их контроля; межотраслевые требования и нормы техники безопасности и производственной санитарии; научно-технические термины, определения и обозначения; единицы физических величин; государственные эталоны единиц физических величин и общесоюзные поверочные схемы; методы и средства проверки средств измерений; государственные испытания средств измерений; допускаемые погрешности измерений; системы конструкторской, технологической, эксплуатационной и ремонтной документации; системы классификации и кодирования технико-экономической информации и т. д. Отраслевые стандарты устанавливают требования к продукции, не относящейся к объектам государственной стандартизации, к технологической оснастке, инструменту, специфическим для отрасли, а также на нормы, правила, термины и обозначения, регламентация которых необходима для обеспечения взаимосвязи в производственно-технической деятельности предприятий и организаций отрасли и для достижения оптимального уровня качества продукции. Объектами отраслевой стандартизации могут быть машины, оборудование, приборы и другие изделия серийного производства, детали и составные части этих изделий; сырьё, материалы, топливо, полуфабрикаты, применяемые в отрасли; типовые технологические процессы внутриотраслевого применения и др. ОСТы разрабатывают также для ограничения, например, типоразмеров крепёжных деталей, полей допусков и посадок и др. Стандарты предприятий (объединений) распространяются на нормы, правила, методы, составные части изделий и другие объекты, имеющие применение только на данном предприятии; на нормы в области организации и управления производством; на технологические нормы и требования, типовые технологические процессы, оснастку, инструмент и т. п. Стандарты предприятий могут также уста-

навливать ограничения по применяемой номенклатуре деталей, составных частей, материалов, предусмотренные государственными, отраслевыми или республиканскими стандартами.

**5. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ И УТВЕРЖДЕНИЯ СТАНДАРТОВ.** Целесообразность разработки каждого стандарта обосновывается потребностями народного хозяйства и ожидаемым техническим и экономическим эффектом. Для этого предварительно подбирают и анализируют литературные и производственные данные, устанавливают тенденции развития и перспективные потребности промышленности по стандартизуемым объектам или параметрам. Обязательным этапом является анализ зарубежного опыта и достигнутого там уровня качественных показателей стандартизуемых объектов. Номенклатура показателей качества должна быть достаточной, чтобы всесторонне и полно характеризовать изделие не только с точки зрения изготовителя, но и с точки зрения потребителя. Например, для покупателя телевизора важны размеры экрана, четкость изображения, гарантийный срок, внешний вид и его ремонтпригодность, т.е. возможность быстрого обнаружения повреждений и замены неисправных элементов. Для завода-изготовителя, кроме указанного, важное значение имеют совершенство конструкции и технологичность составных частей телевизора, определяющих трудоемкость и экономичность его производства, и т.д. ГСС устанавливает шесть стадий разработки стандартов: организация разработки стандарта, составление и утверждение технического задания; разработка проекта стандарта и рассылка его на отзыв; анализ отзывов и разработка окончательной редакции проекта стандарта; подготовка, согласование и представление стандарта на утверждение; рассмотрение, утверждение и регистрация стандарта; издание стандарта и информации о нем.

## **ПОНЯТИЯ, ПРОЦЕССЫ, МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ**

### **1. Жизненный цикл программных средств (ЖЦ ПС)**

**Программное средство** – это набор компьютерных программ, процедур и связанных с ними документации и данных.

**Жизненный цикл (ЖЦ) ПС** – это период времени, который начинается с момента принятия решения о необходимости создания ПС и заканчивается в момент его полного изъятия из эксплуатации.

**Процесс** – это совокупность взаимосвязанных действий, преобразующих некоторые входные данные в выходные.

**Основной нормативный документ**, регламентирующий состав процессов ЖЦ ПС, – международный стандарт **ISO/IEC 12207**. Стандарт определяет структуру ЖЦ, содержащую процессы, действия и задачи, выполняемые в процессе создания.

#### **Стандарты для ПС:**

- ISO (International Organization of Standardization) – Международная организация по стандартизации
- IEC (International Electro-technical Commission) – Международная организация по электротехнике
- ISO/IEC 12207 – стандарт, принятый в 1995 году для разработки ПС.

В соответствии со стандартом ISO 12207 все процессы ЖЦ разделены на следующие:

- Основные процессы;
- Вспомогательные процессы, обеспечивающие выполнение основных процессов;
- Организационные процессы.

#### **К основным процессам относятся:**

- приобретение;
- поставка;
- разработка;
- эксплуатация;
- сопровождение.

#### Приобретение

Действия заказчика, приобретающего ПС:

- инициирование приобретения;
- подготовка заявочных предложений;
- подготовка и корректировка договора;
- надзор за деятельностью поставщика;

- приемка и завершение работы.

#### Поставка

Действия и задачи поставщика, который снабжает заказчика программным продуктом или услугой:

- инициирование поставки;
- подготовка ответа на заявочное предложение;
- подготовка договора;
- планирование;
- выполнение и контроль;
- проверка и оценка;
- поставка и завершение работы.

#### Разработка

Действия и задачи, выполняемые разработчиком.

Охватывает работы по созданию ПС и его компонентов в соответствии с заданными средствами, включая оформление проекта и эксплуатационной документации, подготовку материалов, необходимых для проверки работоспособности и соответствующего качества программных продуктов, материалов, необходимых для организации обучения персонала и т.д.

Разработка включает:

- подготовительную работу;
- анализ требований к системе;
- проектирование архитектуры системы;
- анализ требований к ПС;
- проектирование архитектуры ПС;
- детальное проектирование ПС;
- кодирование и тестирование ПС;
- интеграцию ПС;
- квалификационное тестирование;
- интеграцию системы;
- квалификационное тестирование системы;
- установку ПС;
- приемку ПС.

#### Эксплуатация

Охватывает действия и задачи оператора организации, эксплуатирующей ПС.

Процесс включает в себя следующие действия:

- подготовительная работа;
- эксплуатационное тестирование;
- эксплуатация системы;
- поддержка пользователей.

#### Сопровождение

Предусматривает действия, выполняемые сопровождающей организацией. Это внесение изменений в ПС в целях исправления ошибок, повышения производительности или адаптации к изменившимся условиям работы. Изменения, вносимые в ПС, не должны нарушать его целостность.

Процесс сопровождения включает в себя следующие действия:

- подготовительная работа;
- анализ проблем и запросов на модификацию ПС;
- модификация ПС;
- проверка и приемка;
- перенос ПС в другую среду;
- снятие ПС с эксплуатации.

#### **К вспомогательным процессам относятся:**

- документирование;
- управление конфигурацией;
- обеспечение качества;
- верификация;
- аттестация;
- совместная оценка;
- аудит;
- разрешение проблем.

#### **Организационные процессы:**

- управление;
- создание инфраструктуры;
- усовершенствование;
- обучение.

#### **Модели жизненного цикла ПС**

Под моделью ЖЦ ПС понимается структура, определяющая последовательность выполнения и взаимосвязь процессов, действий и задач на протяжении ЖЦ.

#### **Модель ЖЦ зависит от:**

- спецификации;

- масштаб;
- условий.

**Модель ЖЦ** определяет характер процессов его создания, который представляет собой совокупность упорядоченных во времени, взаимосвязанных и объединенных в стадии работ, выполнение которых необходимо и достаточно для создания ПС, соответствующего заданным требованиям.

**Стадия создания ПС** – часть процесса создания ПС, ограниченного некоторыми временными рамками и заканчивающегося созданием конкретного продукта, определенного заданными для данной стадии требованиями.

#### **По рациональному планированию в состав стадий входят:**

- анализ и формирование требований к программному обеспечению (ПО);
- проектирование;
- реализация;
- тестирование;
- ввод в действие;
- эксплуатация и сопровождение;
- снятие с эксплуатации.

#### ***Каскадная модель (1970-1985)***

Особенностью каскадного подхода является то, что переход на следующую стадию осуществляется только после того, как будет завершена работа на текущей стадии, и возвратов на пройденные стадии не предусматривается. Каждая стадия заканчивается получением результатов, которые служат исходными данными на следующей стадии. Каждая стадия заканчивается выпуском полного комплекта документации, достаточной для того, чтобы разработка могла быть продолжена другой командой разработчиков. Критерием качества разработки является точность выполнения спецификаций технического задания (рис 1).

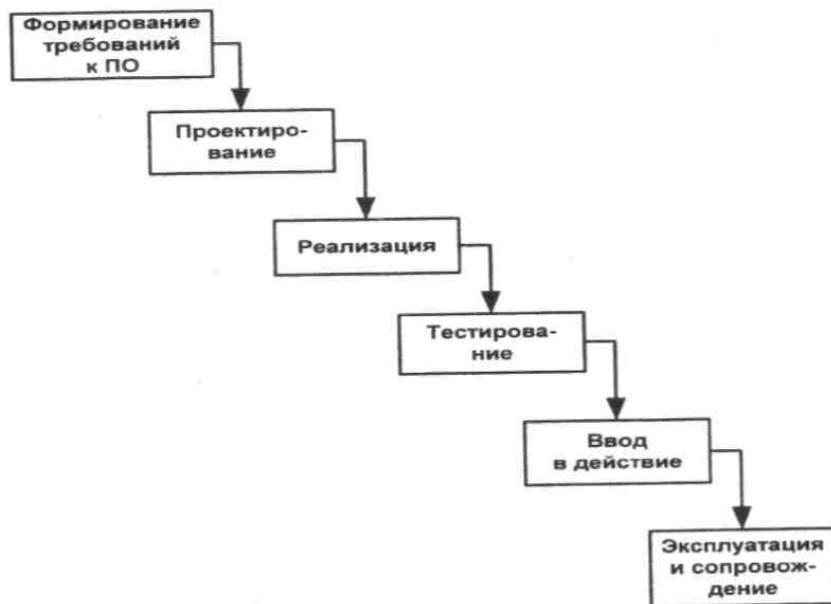


Рис. 1. Каскадная модель разработки ПС

Основным недостатком каскадного подхода являются существенное опаздывание с получением результатов и, как следствие, достаточно высокий риск создания системы, не удовлетворяющей изменившимся потребностям пользователей. Практика показывает, что на начальной стадии проекта полностью и точно сформулировать все требования к системе не удастся. В случае неточного изложения требований или их изменения в течение длительного периода создания ПС пользователи получают систему, не удовлетворяющую их потребностям.

### *Спиральная модель (1985-1995)*

Особенностью спирального подхода является то, что прикладное ПС создается не сразу, а по частям с использованием метода прототипирования. Под прототипом понимается действующий программный компонент, реализующий отдельные функции и внешние интерфейсы разрабатываемого ПС. Создание прототипов осуществляется в несколько витков спирали. Каждый виток соответствует созданию фрагмента или версии ПС, где уточняют-

ся цели и характеристики проекта, оценивается качество и планируются работы следующей итерации.

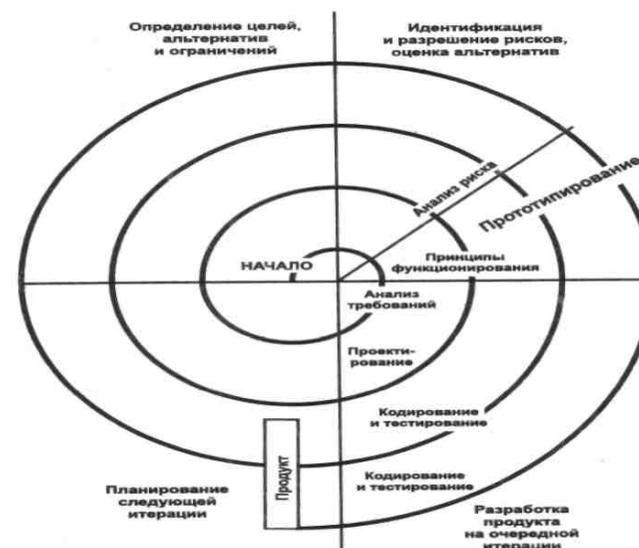


Рис. 2. Спиральная модель

### **Понятие метода и технологии проектирования ПС**

**Метод проектирования ПС** представляет собой организованную совокупность процессов создания ряда моделей, которые описывают различные аспекты, разрабатывают системы с использованием четко определенной нотации.

Методы реализуются через конкретные технологии и поддерживающие их методики, стандарты и инструментальные средства, которые обеспечивают выполнение процессов ЖЦ ПС.

**Технологии проектирования ПС** определяются как совокупность технологических операций программирования в их последовательности и взаимосвязи, приводящая к разработке проекта.

#### Принципы технологии:

- Структурированное построение ПС и его компонентов.
- Применение системы взаимосвязанных языков программирования, поддерживающих все этапы технологического процесса.
- Раздельная компиляция программных и информационных модулей с использованием общих библиотек и баз данных проекта.
- Эффективное использование ресурсов ЭВМ, на которой rea-

лизуется ПС.

- Развитая система автоматизации тестирования и отладки программных модулей и ПС в целом. Обеспечение высокого качества надежности программы.
- Применение системы автоматизации разработки программ.
- Использование интерактивного режима и работ профессиональных ЭВМ.
- Выпуск программной документации в соответствии с нормативно-техническими документами и машинных носителей с управляемым расположением на них программной информации.

### **РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ И ВНЕШНЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ**

#### **Анализ и разработка требований к ПС:**

- а) проекты, управляемые пользователем;
- б) проекты, утверждаемые пользователем;
- в) проекты, не зависящие от пользователя.

**В процессе разработки требований необходимо решить следующие задачи:**

- Выявить наличие информации, необходимой для выполнения планируемых функций.
- Определить трудоемкость и стоимость предстоящей работы.
- Обеспечить полноту и точность определения функций, подлежащих выполнению ПС, и их взаимосвязь.
- Выявить пространственно-временные ограничения, налагаемые на систему, а также средства системы, которые в будущем могут претерпеть изменения.

**Результатом по выработке требований является соответствующий документ, который должен быть:**

- достаточным для идентификации целей ПС, его среды, преимуществ и недостатков ПС для пользователя, состава и конфигурации ресурсов для его работы;
- достаточно полным, чтобы в последующем при разработке исключить серьезные модификации к пересмотру требований;
- достаточным для просмотра и утверждения администрацией на основе его реализованности в соответствии с выбранными критериями.

#### **Определение целей создания ПС**

**Цели проекта** – это цели, которые должны быть достигнуты в процессе проектирования.

В общем случае цели могут быть сгруппированы в 10 самостоятельных категорий:

- Универсальность.
- Человеческие факторы.
- Адаптируемость.
- Сопровождаемость.
- Безопасность.
- Документация.
- Стоимость.
- Календарный план.
- Производительность (эффективность).
- Надежность.

Сформулированные цели ПС, рассматриваемые с точки зрения пользователя, обычно включают следующую информацию:

- Краткое описание.
- Определение пользователя.
- Подробное описание функциональных задач.
- Документация.
- Эффективность.
- Совместимость.
- Конфигурация.
- Безопасность.
- Обслуживание.
- Установка.
- Надежность.

**Внешнее проектирование** – процесс описания планируемого поведения разработанного ПС с точки зрения потенциального пользователя.

Целью этого процесса является конкретизация внешних взаимодействий будущего ПС без детализации внутреннего устройства.

**Внешний проект** представляет собой внешние спецификации ПС, предназначенные для каждой группы специалистов: пользователей и разработчиков.

**Предварительный внешний проект** содержит основные компоненты разрабатываемого ПС.

**Детальный внешний проект** каждой функции пользователя включает:

- описание входных данных;
- описание выходных данных;
- преобразование системы;
- характеристика надежности;
- эффективность;
- замечания по программированию.

## **ВНУТРЕННЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ**

*(Цели и порядок внутреннего проектирования, модульная структура ПС)*

**Внутреннее проектирование ПС** начинается с изучения внешних спецификаций, разработанных на предыдущем этапе.

Далее формируются структура ПС и общие правила взаимодействия компонентов ПС.

Процесс проектирования ПС включает:

Анализ и декомпозицию задач и данных в соответствии с принятым методом проектирования и завершается построением иерархической схемы, отражающей взаимосвязи между всеми модулями, описанием функций каждого модуля и интерфейса между модулями.

**Правила формирования структуры и взаимодействия модулей ПС**

- Структура ПС и правила оформления каждого модуля должны быть унифицированы.
- Каждый модуль должен характеризоваться функциональной законченностью, автономностью и независимостью в оформлении от модулей, которые его используют и которые он вызывает.
- Применяются стандартные правила организации связей с другими модулями по управлению и информации.
- Структура ПС должна быть представлена в виде совокупности небольших программных модулей, связанных иерархическим об-

разом, что дает возможность полностью и относительно просто пояснить функцию и правила работы отдельных частей ПС в целом.

- Должен отсутствовать эффект последствия очередного исполнения программного модуля на последующие исполнения.

**Свойства модулей:**

- **Связанность** – мера независимости частей модуля. Чем выше связанность, тем лучше результат проектирования. Для обозначения связанности используется понятие силы связанности модуля.
- **Сцепление модуля** – мера взаимозависимости модулей по данным. Характеризуется как способом передачи данных, так и свойствами самих данных. Чем меньше сцепление, тем больше независимость модулей.

**Критерии проектирования модулей:**

- Сложность взаимодействия модуля с другими модулями должна быть меньше сложности его внутренней структуры.
- Хороший модуль снаружи проще, чем внутри.
- Хороший модуль проще использовать, чем построить.

Кроме внутренней связанности (по виду) и внешней связанности (по виду сцепления) степень независимости модуля определяется следующими факторами:

- Размер модуля оказывает влияние на независимость, читаемость, сложность тестирования.
- Предсказуемые модули – модуль, работа которого не зависит от предыстории его использования.
- Структура принятия решения.
- Минимизация доступа к данным – объем данных, на который модуль может ссылаться, должен быть сведен к минимуму.

**Свойства программного модуля (ПМ)**

- ПМ должен иметь один вход и один выход.
- ПМ должен решать самостоятельную задачу по принципу: один программный модуль – одна функция. Работа ПМ не должна зависеть от:

входных данных,  
того, какому ПМ предназначены выходные данные;  
предыстории вызовов ПМ.

- ПМ должен возвращать управление тому ПМ, который его вызвал.
- ПМ может вызывать любой ПМ.
- Размер ПМ желательно ограничивать одной -двумя страницами текста.
- ПМ должен иметь спецификацию.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ МОДУЛЕЙ

*(Внешнее проектирование модулей, проектирование и кодирование модулей, стиль программирования)*

В процессе **внешнего проектирования** модулей разрабатываются внешние взаимосвязи модулей, которые представляют собой внешнюю спецификацию каждого модуля. Внешняя спецификация модуля не должна содержать никакой информации о внутреннем устройстве модуля, об особенностях реализованного в нем алгоритма. Кроме того, недопустимо, чтобы спецификация содержала какие-либо ссылки на вызывающие модули или контексты, в которых этот модуль используется

**Внешняя спецификация модуля содержит следующую информацию:**

- Имя модуля.
- Функцию, назначение модуля (без подробностей).
- Список параметров.
- Входные параметры
- Выходные параметры
- Внешние эффекты

**Проектирование и кодирование**

- Выбор языка программирования.
- Проектирование внешних специфик модуля.
- Проверка правильности внешних спецификаций модуля.
- Выбор алгоритма и структуры данных.
- Оформление начала и конца будущего модуля в соответствии с требованиями выбранного языка программирования.
- Объявление всех данных, используемых в качестве параметров.

- Объявление оставшихся данных.
- Детализация логики программы.
- Окончательное оформление текста программы.
- Проверка правильности программы.
- Компиляция модуля.

**Пошаговая детализация** – процесс разложения функции модуля на подфункции. Применяется при декомпозиции модуля.

**Структурное программирование** – метод, предполагающий создание улучшенных программ. Служит для организации проектирования и кодирования программ таким образом, чтобы предотвратить большинство логических ошибок и обнаружить те, которые допущены.

**Структурное программирование:**

- Проектирование сверху вниз.
- Модульное программирование.
- Структурное кодирование.

**Стиль программирования**

**Стиль программирования** – набор приемов и методов программирования, позволяющих создавать корректные, эффективные и доступные для чтения и понимания программы.

**Существует набор рекомендаций:**

- Требование простоты, ясности и удобочитаемости программы.
- Использование программистом особенностей языка программирования.
- Стремление программиста повысить эффективность программы не путем ее улучшения до завершения отладки, а в результате тщательного анализа структур данных, используемых ресурсов и выбора алгоритма реализации.

## ТЕСТИРОВАНИЕ И ОТЛАДКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

*(Общие положения о тестировании и отладке, принципы тестирования, методы тестирования, проектирование теста, тестирование модулей и комплекса программ, отладка программ и обработка результатов тестирования)*

**Общие положения о тестировании и отладке.**

**Тестирование** – этап ЖЦ (40-60% от всего ЖЦ).

**Цель тестирования** – процесс многократного выполнения программы с целью обнаружения ошибок. Результатом тестирования являются исходные данные для отладки.

**Отладка** – процесс, позволяющий получить программу, функционирующую с требуемыми характеристиками в заданной области изменения входных данных.

**Процесс отладки включает:**

- Действия, направленные на выявление ошибок (тестирование).
- Диагностику и локализацию ошибок (определение характера и местонахождения ошибок).
- Внесение исправлений в программу с целью удаления ошибок.

**Существуют различные формы тестирования:**

- Доказательство.
- Контроль.
- Испытания.
- Аттестация.

**Принципы тестирования**

- Хорош тот текст, для которого высока вероятность обнаружения ошибки, а не тот, который демонстрирует правильную работу программы.
- Одна из самых сложных проблем – определить момент окончания тестирования.
- Невозможно тестировать свою программу.
- Необходимая часть всякого теста – описание ожидаемых выходных данных или результатов.
- Избегайте невоспроизводимых тестов.
- Готовьте тесты как для правильных, так и для неправильных входных данных.
- По мере того как число ошибок, обнаруженных в некотором компоненте ПС, увеличивается, растет также относительная вероятность существования в ней необнаруженных ошибок.
- Никогда не изменяйте процедуру, чтобы облегчить ее тестирование.

**Методы тестирования** (рис.3,4)

- Ручные методы тестирования.
- Машинные методы.



Рис. 3. Методы тестирования

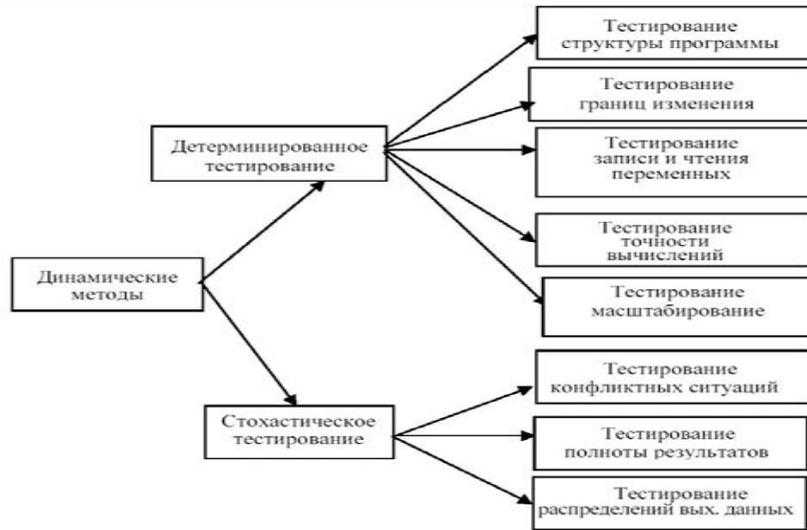


Рис. 3. Окончание

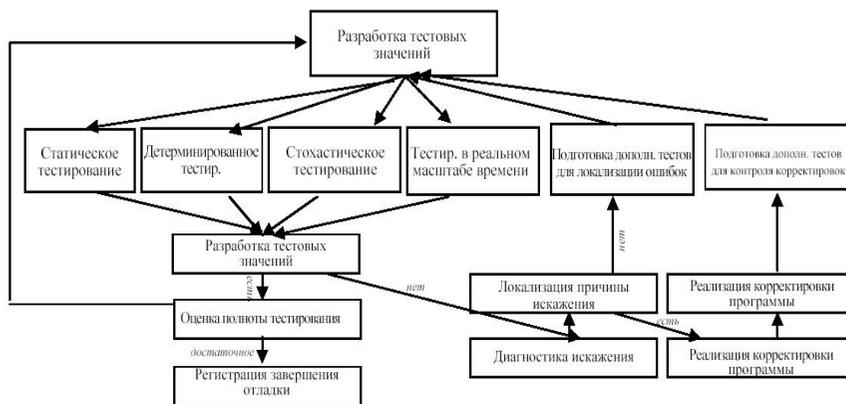


Рис. 4. Разработка тестовых значений

## ТЕСТИРОВАНИЕ МОДУЛЕЙ

**Детерминированное тестирование** – контролируется каждая комбинация исходных данных и соответствующие им результаты выполнения программы.

Существует два метода проектирования тестовых наборов данных:

- Стратегия структурного тестирования – тестирование программы как «белого ящика», т.е. стратегия тестирования, управляемая логикой программы.
- Стратегия функционального тестирования – тестирование программы как «черного ящика», т.е. тестирование по входу и выходу.

### Структурное тестирование

Детальное изучение текста программы и построение тестовых наборов входных данных осуществляются на основе одного из четырех критериев:

- Покрытие операторов.
- Покрытие узлов ветвлений (решений).
- Покрытие условий.
- Комбинаторное покрытие условий.

### Функциональное тестирование.

Существует три метода:

- 1) Метод эквивалентного разбиения.
  - Выделение классов эквивалентности.
  - Построение тестов.
- 2) Метод анализа граничных значений – исследование ситуаций, возникающих на и вблизи границ эквивалентного разбиения.
- 3) Метод функциональных диаграмм.

- В спецификации программы выделяются причины и следствия.
- Каждой причине и следствию присваивается уникальный номер.
- Анализируются семантическое содержание спецификации, ко-

торое преобразуется в граф, связывающий причины и следствия.

- Диаграмма снабжается примечаниями.
- По функциональной диаграмме строится таблица решений.
- Столбцы решений преобразуются в тесты.

### **Методика тестирования ПС.**

- Тестирование элементов (модулей), проверяющее результаты кодирования ПС.
- Тестирование интеграции, ориентированное на выявление ошибок этапов проектирования ПС.
- Тестирование правильности, проверяющее корректность этапа анализа требований к ПС.
- Системное тестирование, выявляющее дефекты этапа системного анализа ПС.

### **Тестирование модулей**

Тестированию подвергаются:

- Интерфейс.
- Внутренние структуры данных.
- Независимые пути.
- Пути обработки ошибок.
- Граничные условия.

При тестировании путей обнаруживаются следующие категории ошибок:

- Ошибочные вычисления.
- Некорректные сравнения.
- Неправильный поток управления.

Для тестирования модуля необходимы дополнительные средства:

- Драйвер – управляющая программа, которая принимает исходные данные и ожидаемые результаты тестовых вариантов, запускает в работу тестируемый модуль, получает из модуля реальные результаты и формирует донесение о тестировании.
- Заглушка – замещает модули, которые вызываются тестируемым модулем.

### **Тестирование комплекса программ**

Цель сборки и тестирования комплекса программ (интеграций) – взять модули, протестированные как элементы, и построить программную структуру, требуемую проектом.

Два способа комбинирования модулей в систему:

- Монолитное тестирование – каждый модуль тестируется независимо друг от друга, последовательно или параллельно, затем модули собираются в программу за «один раз». Преимущество: можно распараллелить процесс, тем самым ускорить его выполнение.
- Пошаговое тестирование – постепенно тестируем либо нисходящее (можно показать программу сразу), либо восходящее тестирование (система не существует до тех пор, пока не будет добавлен последний модуль)

Признаки критического модуля:

- Реализует несколько требований к системе.
- Имеет высокий уровень управления.
- Имеет высокую сложность или склонность к ошибкам.
- Имеет определенные требования к производительности обработки.

Тестирование функций. Тестирование системы

- Тестирование удобства использования.
- Тестирование на предельных объемах.
- Тестирование на предельных нагрузках.
- Удобства эксплуатации.
- Защита.
- Производительность.
- Требования к памяти.
- Конфигурация оборудования.
- Совместимость.
- Удобства установки.
- Надежность.
- Восстановление.
- Удобства обслуживания.
- Документация.

Приемо-сдаточные испытания

Критерии завершения тестирования:

- Выбирается какое-то количество заранее установленных ошибок или время проверки.

- При проведении тестирования тесты должны стать неудачными.

- По графику.

#### Тестирование правильности

Цель – подтвердить, что функции, описанные в спецификации требований, соответствуют ожиданиям заказчика.

Проверка конфигураций ПС – совокупность всех элементов информации, вырабатываемых в процессе разработки ПС:

- Системная спецификация.
- План программного проекта.
- Спецификация требований к ПС.
- Руководство пользователя.
- Спецификация проектирования.
- Листинги исходных текстов программ.
- План и методика тестирования.
- Руководство по работе и инсталляции.
- .exe код выполняемой программы.
- Описание БД.
- Руководство пользователя по настройке.
- Документ сопровождения.
- Стандарты и методики разработки программного средства.

#### **Отладка**

Отладка – совокупность действий:

- Разработка тестовых данных.
- Динамическое и статическое тестирование.
- Диагностика, локализация причин отклонения, корректировки, изменения.

Два исхода отладки:

- Причина ошибки найдена, уничтожена.
- Не найдена.

Методы отладки

- Аналитические – используют методы дедукции и индукции.
- Экспериментальные – методы «грубой силы»: трассировка, отладочная печать, трассировка переменных, потоков управления.

Принципы отладки:

- Использовать средства отладки как вспомогательные.
- Избегать экспериментирования.

- Думать.
- Остерегаться ошибок при процессе корректировки.
- Все исправления следует документировать.

#### **Документирование ПС**

*Цели, принципы и стандарты документирования программных средств*

Основная цель любой документации по программному обеспечению – информировать заинтересованного читателя о функциях ПС на таком детальном уровне, который обеспечивает понимание описываемых функций применительно к решаемым задачам.

В общем случае документация должна отвечать ряду существенных требований, среди которых основными являются следующие:

- 1) Соответствие запросам нескольких категорий технического персонала, связанного с проектированием и эксплуатацией разработанного ПС: руководитель проекта, системный программист, аналитик, программист, пользователь и начинающий обучение.
- 2) Возможность использования на различных этапах проектирования и эксплуатации ПС.
- 3) Обладание некоторыми качествами, способствующими обзорности построения и использования на любом этапе проектирования и эксплуатации, обновляемости по мере использования, автоматизации поиска и коррекции и т. д.

Имеется множество стандартов, процедур, методов, инструментальных средств и типов операционной среды для разработки, развития и совершенствования документации на программные средства.

Основу отечественной нормативной базы в области документирования ПС составляет комплекс стандартов Единой системы программной документации (ЕСПД). Основная и большая часть комплекса ЕСПД была разработана в 70-80-е годы. Сейчас этот комплекс представляет собой систему межгосударственных стандартов стран СНГ (ГОСТ), действующих на территории Российской Федерации на основе международного соглашения по стандартизации.

Стандарты ЕСПД в основном охватывают ту часть документации, которая создается в процессе разработки ПС, и связаны по большей части с документированием функциональных характеристик ПС.

Стандарты ЕСПД носят рекомендательный характер. В соответствии с Законом РФ «О стандартизации» эти стандарты становятся обязательными на контрактной основе, то есть при ссылке на них в договоре на разработку (поставку) ПС.

Из 28 стандартов ЕСПД перечислим те, которые чаще могут использоваться на практике.

ГОСТ 19.201-78 ЕСПД. Техническое задание.

ГОСТ 19.202-78 ЕСПД. Составление спецификации.

ГОСТ 19.301-79 ЕСПД. Программа и методика испытаний.

ГОСТ 19.401-78 ЕСПД. Текст программы.

ГОСТ 19.402-78 ЕСПД. Описание программы.

ГОСТ 19.404-79 ЕСПД. Пояснительная записка.

ГОСТ 19.503-79 ЕСПД. Руководство системного программиста.

ГОСТ 19.504-79 ЕСПД. Руководство программиста.

ГОСТ 19.505-79 ЕСПД. Руководство оператора.

ГОСТ 19.508-79 ЕСПД. Руководство по техническому обслуживанию.

В РФ действует ряд стандартов в части документирования ПС, разработанных на основе прямого применения международных стандартов ИСО.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 9294-93. Информационная технология. Руководство по управлению документированием программного обеспечения. Стандарт полностью соответствует международному стандарту ИСО/МЭК ТО 9294:1990.

## **ИСПЫТАНИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, СОПРОВОЖДЕНИЕ, УПРАВЛЕНИЕ КОНФИГУРАЦИЕЙ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ**

*(Организация испытаний комплекса программ, цели и организация сопровождения ПС цели и организация процесса управления, цели, задачи, проблемы сертификации ПС, виды сертификационных испытаний программ, методы, технология, средства обеспечения сертификации ПС, стандарты сертификации ПС)*

## **Организация испытаний комплекса программ.**

**Цель** – определение степени соответствия созданного комплекса программ

### **Виды испытаний:**

- Испытание опытного образца ПС на полное соответствие требованиям ТЗ.
- Испытание рабочей версии ПС, адаптируемое к конкретным условиям применения.
- Испытание версии (модернизированного ПС при сопровождении).

### **Сопровождение ПС**

Процесс модификации ПС, обусловленный необходимостью устранения выявленных в нем ошибок, и/или изменение функциональных возможностей.

### **Конфигурационное управление**

Процесс применения административных и технических процедур на всем протяжении жизненного цикла для:

- идентификации, определения и базирования единиц ПС в информационных системах;
- управления модификацией и выпуском версий ПС;
- фиксирования и сообщения о состоянии версии ПС;
- для управления и контролирования хранения обращения и поставок ПС.

**Цель:** – обеспечить управляемое и контролируемое развитие структуры ПС.

### **Сертификация ПС**

#### **Цели сертификации ПС:**

Основная – защита интересов пользователей:

- Контроль качества.
- Обеспечение высоких потребительских свойств.
- Повышение эффективности затрат.

Формальная – выдача сертификата:

- Полнота, точность эталонных данных.
- Адекватные показатели качества ПС.
- Методологии интерпретации данных.

**Сертификат соответствия** – документ, издаваемый в соответствии с правилами системы сертификации, удостоверяющий, что

обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствуют конкретным стандартам или другим нормативным документам.

Сертификация соответствия определена как действие третьей стороны, доказывающая, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствуют конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Задачи: распределение экономической и юридической ответственности между испытателями, разработчиками и заказчиками за качество сертифицированной продукции и за возможный ущерб при ее несоответствии документированному и объявленному качеству.

#### **Сертификация:**

- Обязательная.
- Добровольная.

#### **Организационная структура системы сертификации**

- Госстандарт РФ.
- Ведомственные органы те же функции, но в ограниченном объеме и для конкретных классов продукции.
- Испытательные лаборатории сертификации (ИЛС):
  - проводят испытания согласно действующим государственным нормативным документам;
  - испытывают ПС по поручению органов госнадзора России, заказчиков или разработчиков ПС;
  - оформляют в установочном порядке протоколы испытаний.

#### **Госстандарт РФ**

- Организует ведение обязательной сертификации продукции по поручению органов законодательной или исполнительной власти.
- Организует и финансирует разработку, а также утверждает основополагающие нормативно-технические и методические документы системы сертификации.
- Утверждает документы, устанавливающие порядок сертификации конкретных видов продукции.
- Проводит аккредитацию ИЛС и выдает аттестат аккредитации.
- Признает иностранные сертификаты соответствия.

- Регистрирует и аннулирует сертификаты соответствия и лицензии.
- Организует периодическую публикацию по сертификации.

#### **Стандарты сертификации**

ISO - 0002 : 1983 - общие термины и определения в области стандартизации и смежных видах деятельности.

ISO - 0025 : 1983 – общие требования к оценке технической компетентности. ИЛС ISO - 0038 : 1983 – общие требования к приемке ИЛС ISO - 0043 : 1983 - организация и проведение проверки на компетентность ISO - 0045 : 1983 - руководящее положение по представлению результатов испытаний.

ISO - 0049 : 1983 – руководящее положение по разработке, руководство по качеству для испытаний лаборатории.

ISO - 0054 : 1983 – общие требования к приемке органов аккредитации.

ISO - 0055 : 1983 – система аккредитации ИЛС, общие требования к испытательной деятельности

### **3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Дать определение стандарта стандартизации.
2. Каковы цели и задачи стандартизации?
3. Категории стандартов и их роль в повышении качества программных средств.
4. В чем заключаются особенности методики разработки и утверждения стандартов?
5. Какие жизненные циклы содержат программные средства?
6. Что описывают модели жизненного цикла программных средств?
7. В чем заключаются анализ и разработка требований к программным средствам?
8. Какие требования и методы внешнего проектирования используются в области стандартизации и сертификации?
9. Каковы особенности внешнего и внутреннего проектирования?
10. Как используются методы внешнего проектирования модулей, проектирование и кодирование модулей, стиль программирования при стандартизации и сертификации программных средств?

11. Общие положения о тестировании и отладке программных средств.
12. Принципы тестирования, методы тестирования программных средств.
13. Методы проектирования теста, тестирования модулей и комплекса программ программных средств.
14. Каковы приемы отладки программ и обработки результатов тестирования?
15. Какова цель организации испытаний комплекса программ?
16. Что определяют цели и организация сопровождения программных средств?
17. В чем заключаются цели и организация процесса управления, цели, задачи, проблемы сертификации программных средств?
18. Какие виды сертификационных испытаний программ заложены в методах, технологии, средствах обеспечения сертификации программных средств, стандартах сертификации программных средств?
19. Для чего осуществляется сертификация научно-технической продукции?
20. Дать определения жизненного цикла программной продукции.

#### **РЕКОМЕНДУЕМЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Орлов, С.А. Технологии разработки программного обеспечения: учебник / С.А. Орлов. – СПб: Питер, 2002. – 464 с.
2. Липаев, В.В. Управление разработкой программных средств: Методы, стандарты, технология / В.В. Липаев. – М.: Финансы и статистика, 1993.
3. Липаев, В.В. Тестирование программ / В.В. Липаев. – М.: Радио и связь, 1986.
4. Липаев, В.В., Технология сборочного программирования / В.В. Липаев, Б.А. Позин, А.А. Штрик. – М.: Радио и связь, 1992.
5. Сертификация продукции. Международные стандарты и руководства ИСО/МЭК в области сертификации и управления качеством. – М.: Изд-во стандартов, 1990.

6. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и сертификация /И.М. Лифиц. –М.: Юрайт-издат, 2004. – 335 с.
7. Сертификация сложных технических систем /Л.Н. Александровская [и др.]. – М.: Логос, 2001. – 312 с.
8. Якушев, А.И., Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения / А.И Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.