



Институт системного программирования
Российской академии наук

В.В. ЛИПАЕВ

**ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ
СЛОЖНЫХ
ПРОГРАММНЫХ
СРЕДСТВ**

СИНТЕГ
Москва – 2005

Липаев В.В.

Документирование сложных программных средств. – М.: СИНТЕГ, 2005. - 124.с.

Рассматривается организация документирования сложных программных средств (ПС), а также формирование требований к документам проектов комплексов программ. Изложены особенности планирования документооборота проектов сложных ПС и организация работы специалистов при их документировании. Представлена структура и содержание вариантов шаблонов свыше шестидесяти документов охватывающих документирование: предварительных требований, спецификаций и ресурсов для разработки ПС; процессов проектирования и характеристик качества, а также разработки и программирования компонентов. Значительное внимание уделено документированию верификации и тестирования компонентов, квалификационного тестирования, испытаний и оценивания качества ПС. Представлены шаблоны документов поддерживающих сопровождение и управление конфигурацией программных средств и процессы эксплуатации программных средств. Изложено содержание комплекса базовых стандартов, регламентирующих документирование сложных программных средств и эксплуатационную документацию комплексов программ. Отдельный раздел отражает документирование сертификации качества программных продуктов и технологии их жизненного цикла.

Книга предназначена для заказчиков, руководителей и менеджеров крупномасштабных проектов программных средств, к которым предъявляются высокие требования к качеству документирования программных продуктов. Она может быть полезна системным аналитикам, исполнителям научных проектов и опытно-конструкторских работ, студентам и аспирантам, связанным с созданием и документированием программных продуктов.

© - Липаев В.В.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

Глава 1. Документация в жизненном цикле программных средств

- 1.1. Проблемы организации документирования сложных программных средств
- 1.2. Формирование требований к документации программных средств
- 1.3. Планирование документирования проектов сложных программных средств
- 1.4. Управление специалистами при документировании программных средств
- 1.5. Документооборот в жизненном цикле проектов программных средств

Глава 2. Стандартизация документирования процессов и продуктов сложных программных средств

- 2.1. Стандарты, регламентирующие документирование проектов сложных программных средств
- 2.2. Стандарты, регламентирующие эксплуатационную документацию программных средств
- 2.3. Документирование сертификации технологических систем и программных продуктов

Глава 3. Структура и содержание – шаблоны документов сложных программных средств

- 3.1. Документы предварительных требований, спецификаций и ресурсов для разработки программного средства
- 3.2. Документы проектирования и выбора характеристик качества программного средства
- 3.3. Документы процессов разработки и программирования компонентов программных средств
- 3.4. Документы верификации и тестирования компонентов программных средств
- 3.5. Документы квалификационного тестирования, испытаний и оценивания качества программных средств
- 3.6. Документы сопровождения и конфигурационного управления версиями программного средства
- 3.7. Документы процессов эксплуатации программных средств

Литература

Приложение 1. Перечень стандартов поддерживающих документирование программных средств

Введение

Документация является органической, составной частью программного продукта для ЭВМ и требуются значительные ресурсы для ее создания и применения. Тексты и объектный код программ для ЭВМ **могут стать программным продуктом** только в совокупности с комплексом документов, полностью соответствующих их содержанию и достаточных для его освоения, применения и изменения. Для этого документы должны быть корректными, строго адекватными текстам программ и содержанию баз данных – систематически, структурировано и понятно изложены, для возможности их успешного освоения и использования достаточно квалифицированными специалистами различных рангов и назначения. Качество и полнота отображения в документах процессов и продуктов в жизненном цикле (ЖЦ) программных средств (ПС) должны полностью определять достоверность информации для взаимодействия заказчиков, пользователей и разработчиков, а тем самым, корректность функций и достигаемое качество программных продуктов и соответствующих систем. Посредством документов (электронных или бумажных) специалисты взаимодействуют с программными средствами и данными в реализующих их вычислительных машинах, а также между собой.

Существует большая разница между тем, чтобы просто написать и запрограммировать некоторую функцию для индивидуального использования её разработчиком, и тем, чтобы изготовить её как качественный крупномасштабный программный продукт, отчуждаемый от разработчиков и поставляемый заказчику. Создание программного продукта требует значительных организационных усилий, ибо её документация – это сложный живой организм, подверженный постоянным изменениям, которые могут вноситься многими специалистами. Управление документацией должно непрерывно поддерживать её полноту, корректность и согласованность с программным продуктом. Необходимо обеспечивать возможность достоверного, формально точного общения всех участников проекта ПС между собой, с создаваемым продуктом и с документами для гарантии поступательного развития и совершенствования комплекса программ. Адекватность документации требованиям, состоянию текстов и объектных кодов программ должна инспектироваться и удостоверяться (подписываться) ответственными руководителями и заказчиками (при необходимости) проекта. **Ошибки и дефекты документов не менее опасны для применения ПС**, чем ошибки в структуре, интерфейсах, файлах текстов программ и в содержании данных. Поэтому к разработке, полноте, корректности и качеству документации необходимо столь же тщательное отношение, как к разработке и изменениям текстов программ и данных.

Реализация документов ПС в значительной степени определяет достигаемое качество сложных комплексов программных продуктов, трудоемкость и длительность их создания. Для этого должна формироваться и использоваться **регламентированная стратегия, стандарты, распределение ресурсов и планы создания, изменения и применения документов** на программы и данные сложных систем. В общем случае должен быть **выделены руководители и коллектив специалистов**, которые должны планировать, описывать, утверждать,

выпускать, распространять и сопровождать комплекты документов. Они должны стимулировать разработчиков ПС осуществлять непрерывное, полноценное документирование процессов и результатов своей деятельности, а также контролировать полноту и качество исходных, результирующих и отчетных документов ЖЦ ПС. Официальная, описанная и утвержденная стратегия документирования должна устанавливать дисциплину, необходимую для эффективного создания высококачественных документов на продукты и процессы в жизненном цикле ПС.

Методы и средства документирования каждой процедуры в стандартах обычно не раскрываются и адресуются к специальным нормативным документам различного уровня. Быстро оснащающиеся различными методами и инструментальными средствами этапы системного анализа, моделирования и проектирования ПС различных классов и назначения затрудняют стандартизацию этих процессов, достаточную для полной формализации структуры и содержания документов на программы и данные на уровне международных стандартов. Поэтому для этих этапов создаются нормативные документы – шаблоны на уровне стандартов де-факто, использующие, адаптирующие и дополняющие компоненты стандартов де-юре в разумной степени. Такие нормативные документы содержат выделенные фрагменты стандартов ЖЦ ПС и других стандартов, ***регламентирующих шаблоны программных документов на различных этапах проекта***. В результате создаются и применяются проблемно-ориентированные совокупности методических руководств, отражающие наиболее современные методы, формы и фрагменты стандартов и документов, для документальной поддержки этапов и процессов жизненного цикла ПС, определенного класса или функционального назначения.

Жизненный цикл программных средств в стандартах отражается набором исходных, результирующих и отчетных документов в последовательности выполнения и взаимосвязи работ, обеспечивающих регламентированное ведение разработки на всех стадиях от анализа и подготовки технического задания до завершения испытаний ряда версий и окончания эксплуатации ПС. При создании и применении сложных ПС и обеспечении их жизненного цикла документами, целесообразно ***применять выборку из всей совокупности стандартов***, детализирующих частные процессы, работы и документы. В результате на начальном этапе проектирования следует выделять и формировать целесообразный ***комплект шаблонов документов, обеспечивающих*** регламентирование всех этапов, процессов и документов при создании определенных проблемно-ориентированных проектов ПС. Для создания и реализации положений этих документов должны быть выбраны инструментальные средства, совместно образующие взаимосвязанный комплекс технологической поддержки и автоматизации ЖЦ и не противоречащие, предварительно скомпонованному набору нормативных документов.

Процессы документирования программ и данных входят органически в весь жизненный цикл сложных систем и ПС. Поэтому организация и реализация ***работ по созданию документов должны распределяться между специалистами***, ведущими непосредственное и преимущественное создание проектов комплексов программ и специалистами осуществляющими, в основном, разработку, контроль и издание документов. При создании особо сложных систем це-

лесообразно выделение специального коллектива, обеспечивающего организацию реализации основных системных работ документацией. Проводимые затраты на документирование крупных программных продуктов могут достигать 20 – 30% от общей трудоемкости проекта и необходимого числа (многие десятки) специалистов в жизненном цикле проекта ПС. В более простых случаях, организация работ может быть упрощена, затраты на документирование снижаются приблизительно до 10%, однако всегда целесообразно выделять специалистов, непосредственно ответственных за создание, адекватность и контроль полноценного комплекта документов на программный продукт. Состав и общий объем документов широко варьируется в зависимости от класса и характеристик объекта разработки, а также в зависимости от используемой технологии. Наиболее сложному случаю разработки *критических ПС реального времени высокого качества соответствует самая широкая номенклатура (см. главу 3) документов*. Такой перечень документов может быть использован как базовый для формирования на его основе состава и шаблонов документов в остальных более простых проектах.

Создание и применение ПС сложных систем сопровождается документированием этих объектов и процессов их жизненного цикла для обеспечения возможности освоения и развития функций программных средств и баз данных на любых этапах проекта ПС, а также для обеспечения интерфейса между разработчиками и с пользователями. По своему назначению и ориентации на определенные задачи и группы пользователей, *документацию ПС можно разделить на:*

- технологическую документацию процессов разработки и обеспечения всего жизненного цикла, включающую подробные технические описания, и подготавливаемую для специалистов, ведущих проектирование, разработку и сопровождение комплексов программ, обеспечивающую возможность отчуждения, детального освоения, развития и корректировки ими программ и данных на всем жизненном цикле ПС;
- эксплуатационную документацию программного продукта – объекта и результатов разработки, создаваемую для конечных пользователей ПС и позволяющую им осваивать и квалифицированно применять эти средства для решения конкретных функциональных задач систем.

Технологическая документация, непосредственно и в наибольшей степени должна отражать процессы жизненного цикла комплексов программ и данных и требования к этим документам. Стандарты и нормативные документы, входящие в жизненный цикл проекта ПС, должны: регламентировать структуру, состав этапов, работ и документов ЖЦ ПС. Они должны: формализовать выполнение и документирование конкретных работ при проектировании, разработке и сопровождении ПС; обеспечивать адаптацию документов к характеристикам среды разработки, внешней и операционной системы; регламентировать процессы обеспечения качества ПС и его компонентов, методы и средства их достижения, реальные значения достигнутых показателей качества. Для контроля возможных изменений целесообразно предусматривать и согласовывать с заказчиком специальный документ, регламентирующий правила применения и корректировки номенклатуры, а также состава и содержания документации поддерживаемой ЖЦ ПС.

Эксплуатационная документация должна обеспечивать отчуждаемость ПС от их первичных поставщиков – разработчиков и возможность освоения и эффективного применения комплексов программ достаточно квалифицированными специалистами – пользователями. Эксплуатационные документы должны исключать возможность некорректного использования ПС за пределами условий эксплуатации, при которых документами гарантируются требуемые показатели качества функционирования ПС. Основная ее задача состоит в фиксации, полноценном использовании и обобщении результатов функционирования объектов и процессов всего жизненного цикла ПС и системы.

Базой эффективного управления проектом ПС и его документированием должен быть **План**, в котором задачи исполнителей частных работ согласованы с выделяемыми для них ресурсами, а также между собой по результатам и срокам их достижения. План проекта должен отражать рациональное сочетание целей, стратегий действий, конкретных процедур, доступных ресурсов и других компонентов, необходимых для достижения поставленной основной цели с заданным качеством. Планирование реализации проектов и их документирования должно обеспечивать компромисс между характеристиками создаваемой системы и ресурсами, необходимыми на ее разработку и применение. Реализация плана зависит от результатов выполнения частных работ и документов и может требовать оперативной корректировки плана. Контроль обеспечивает исходные данные для координации элементов данной организации в соответствии с планом конкретной задачи. Для этого необходимо следить за ходом проекта и документирования на всем протяжении жизненного цикла и сравнивать запланированные и фактические результаты работ и документы. **Контроль является организационной функцией управления** и имеет ряд средств регулирования поведения отдельных специалистов и коллектива разработчиков в целом.

При подготовке этих планов целесообразно по возможности разделять их цели и функции. План управления разработкой следует ориентировать на организацию специалистов, непосредственно создающих компоненты и ПС в целом, на эффективное распределение и использование ими ресурсов и средств автоматизации. В Плане управления документированием и обеспечением качества ПС внимание специалистов должно акцентироваться на анализе достигнутых результатов разработки, методах и средствах достижения заданных заказчиком характеристик ПС. **При планировании и разработке комплексов документации должен проверяться и аттестовываться** на выполнимость и полноту в условиях ограниченных ресурсов, на корректность, адекватность и непротиворечивость отдельных документов.

Различия в организационных службах и процедурах, методах и стратегиях приобретения ПС, масштабах и сложности проектов, требованиях систем и методах их разработки влияют на способы разработки, применения и сопровождения документов. Во многих предприятиях используются собственные нормативные шаблоны документов на процессы и продукты ЖЦ ПС, адаптированные к конкретным условиям разработки и характеристикам создаваемых ПС. В них выделяются состав и шаблоны документов, наиболее важные для проекта и качества создаваемого ПС, а также для конкретных заказчиков и пользователей. Соответственно определяются технологические и эксплуатационные документы,

для которых регламентируются структура и основное содержание шаблонов документов.

Одна из важнейших задач документирования состоит в том, чтобы увязать четкими экономическими категориями взаимодействие разных специалистов в типовой производственной цепочке: заказчик – разработчик – изготовитель – пользователь. Для этого объект потребления – программный продукт, его документация и все процессы взаимодействия в цепочке должны быть связаны системой экономических и технических характеристик, в той или иной степени, использующих основные экономические показатели – **реальные затраты ресурсов: финансов, труда и времени специалистов на конечный программный продукт**. Сложность документирования, количество и полнота содержания комплекса документов в первую очередь зависят от **масштаба – размера проекта ПС**, что целесообразно оценивать в начале ЖЦ. Для решения этой задачи необходимо детально исследовать требуемые ресурсы современных процессов создания, документирования и использования программ различных классов и назначения – встроенных, коммерческих, административных, учебных, уникальных.

Особое внимание в последнее время уделяется **совершенствованию и детализации документов, обеспечивающих высокое качество создаваемых ПС**, а также возможности их эффективного итерационного развития длительное время в многочисленных версиях. Соответственно должны изменяться документы, отражающие состояние процессов и компонентов проектов. Для этого организация процессов документирования должна обеспечивать гибкое и точное изменение документов – **сопровождение и конфигурационное управление версиями и редакциями каждого документа**. Эти процессы и поддерживающие их средства автоматизации должны быть адекватными тем, которые применяются при сопровождении непосредственных объектов разработки – программ и данных. Они должны быть поддержаны организацией контроля, регистрации и утверждения версии каждого документа, в той степени и на том уровне, которые необходимы в данном проекте для определенного документа.

Для хранения, тиражирования и распространения документов, сложных ПС высокого качества, следует выделять группу специалистов, ответственных за **контроль, обеспечение и гарантированное сохранение документации**. Для критических, важных систем, документация на программы и данные должна храниться и дублироваться на различных типах носителей и эпизодически выводиться на бумажные носители. При определении схемы обеспечения сохранности документации разного содержания, следует учитывать ее важность, трудоемкость хранения и возможность аварийного восстановления. Кроме того, должна быть организована **служба контроля**, ответственная за соблюдение стандартов, нормативных и руководящих документов при подготовке документации всеми специалистами, участвующими в крупном проекте. Эта служба обязана обеспечить унификацию и высокое качество: содержания, структуры и оформления шаблонов документов.

Для обеспечения достоверных данных об объектах и процессах управления документами ПС, необходима автоматизированная **база данных – информационная система обеспечения и хранения документов проекта**. Такая информа-

ционная система документооборота представляет собой комплекс формальных и неформальных каналов поэтапного обмена информацией и документами между участниками проекта. Степень формализации документооборота может варьироваться от утверждаемых руководителями планов, технических заданий и документов на компоненты и версии ПС до личных бесед между разработчиками.

Представленные в книге методы и порядок документирования охватывают весь жизненный цикл программных средств от формирования концепции и требований к первой версии ПС до завершения его жизненного цикла. Предлагается **общая структура и набор шаблонов технологических и эксплуатационных документов** объектов и процессов жизненного цикла ПС, которые предназначены для использования в индустрии сложных систем. Эта структура документооборота содержит номенклатуру и шаблоны документов, которые рекомендуются для использования во время создания, применения и сопровождения программных средств, а также для определения, управления и совершенствования сложных комплексов программ.

Организация или подразделение конкретного предприятия, в зависимости от стоящей перед ними задачи, могут выбирать соответствующую группу и шаблоны документов, процессов и процедур для реализации своей конкретной цели документооборота и проекта. Они предназначены для использования, когда программный продукт и его документация является автономным объектом или встроенной и неотъемлемой частью системы управления и обработки информации. Изложенные положения рекомендуется применять к документированию при поставке, развитии, использовании и сопровождении различных программных средств.

Ниже приводятся **рекомендации по структуре и содержанию более шестидесяти типовых шаблонов документов**, сконструированных так, что возможна их адаптация в соответствии с характеристиками проектов ПС. Адаптация является процессом в основном выбора номенклатуры необходимых документов и исключения процедур и компонентов из шаблонов документов, излишних и не применимых в конкретном проекте. Добавление уникальных или специфических документов должно быть оговорено в контракте или конкретной методике проекта. Выполнение процессов или процедур ЖЦ ПС считается законченным, когда реализованы требуемые задачи и оформлены все документы в соответствии с установленными заранее критериями и требованиями, специфицированными в конкретной методике или контракте проекта ПС. Рекомендуемые состав и шаблоны документов базируются в основном **на серии международных стандартов**, многие из которых адаптированы как ГОСТы (Приложение 1). Эти стандарты охватывают жизненный цикл систем и программных средств, а также их документооборот. В главе 2 подробно изложено содержание нескольких, основных стандартов, непосредственно связанных с документированием проектов и их эксплуатацией, а также с сертификацией и обеспечением качества документов ПС.

Архитектура, подробное содержание и оформление документов на ПС, далее не конкретизируется в деталях. Не предписывается конкретная модель, метод или средство автоматизации документирования ПС. Эти задачи должны решаться в **Руководящих документах по подготовке и оформлению конкретных**

эксплуатационных и технологических документов для разработчиков и пользователей определенных проектов комплексов программ. Стороны – участники проекта ПС, ответственны за выбор модели комплекса документации для конкретного проекта и за адаптацию рекомендуемых ниже процессов и шаблонов документов применительно к выбранной модели документооборота проекта программного средства.

Глава 1. Документация в жизненном цикле сложных программных средств

1.1. Проблемы организации документирования сложных программных средств

Документы в жизненном цикле программных средств отражают сущность процессов и продуктов, доступную для анализа, освоения и изменения участниками и пользователями результатов проектов. Поэтому организация, планирование, формирование и реализация регламентированных требований к структуре и содержанию документов ПС являются определяющими *значительную часть успеха* при создании и применении сложных программных продуктов. Наибольшее влияние на качество документирования комплексов программ оказывают: класс программного средства, его масштаб, связь с реальным масштабом времени и степень использования готовых апробированных компонентов. Эти показатели являются основой для выбора технологической среды разработки, а также номенклатуры, структуры и содержания документов (см. гл. 3). При этом возникает ряд организационных, методологических и технологических проблем и задач, которые должны решаться при подготовке процессов документирования проектов программных средств.

Проблемы определения потребности документирования программных средств, которые следует решать в проектах, начинаются с анализа, с целью понять каждую решаемую проблему до начала разработки проекта и комплекса документов программного средства [3, 7, 10, 19]:

- выявить заинтересованных лиц и пользователей документов, чье коллективное мнение в конечном итоге определяет успех или неудачу проекта и его документации;
- определить, где приблизительно находятся функции, области и границы решения проблем документирования ПС;
- достигнуть соглашения с заказчиком по определению наличия и содержания конкретных проблем создания документов для жизненного цикла программного продукта;
- выделить основные причины и источники, определяющие появление проблем документирования;
- понять ограничения, которые могут сопутствовать или препятствовать решению проблем документирования.

Для анализа этих проблем применяются методы системной и программной инженерии, позволяющие осуществить разбиение сложной системы на подсистемы. Они помогают понять, где должны находиться программные средства и документы, а также каким общим целям системы они служат. Без лидера – человека, который будет регламентировать, определять и защищать требования к ПС и документации, а также поддерживать потребности заказчика и разработчиков нельзя быть уверенным в том, что будут приняты необходимые корректные решения. Поэтому следует *назначать лидера – менеджера*, который будет владеть базовым документом – концепцией и содержащимися в нем ос-

новными функциями проекта. В свою очередь, лидер и команда разработчиков должны создать совет по контролю за изменениями проекта и документов, который призван помогать лидеру в принятии действительно сложных решений и гарантировать, что изменения требований к документации будут приниматься только после их анализа и обсуждения специалистами.

Необходимость глубокого понимания потребностей и характеристик пользователей значительно усложняют задачу формирования реальных требований заинтересованных лиц к документам ПС. Так как разработчики проектов редко получают от заказчика совершенные спецификации требований к создаваемой системе и документации, они должны сами добывать информацию, необходимую для успешной работы. Чтобы решать эти проблемы и выявлять потребности заинтересованных лиц, следует использовать:

- интервьюирование и анкетирование заказчиков и потенциальных пользователей;
- совещания, посвященные анализу требований к проекту и его документам;
- прецеденты и аналоги успешных проектов программных средств;
- имитацию функционирования разработчиков и пользователей при использовании различных документов;
- создание и апробацию прототипов и версий документов.

Заинтересованными в проекте ПС являются различные группы лиц – клиентов, целевые рыночные сегменты и различные классы пользователей, входящих в эти сегменты. В профиль каждого заинтересованного в проекте лица включается следующая информация: основная ценность или преимущество, которое программный продукт принесет заинтересованным лицам и то, как продукт удовлетворит покупателей. Один из подходов к этому заключается в рассмотрении основных измеряемых параметров проекта: масштаба, функций, качества, графика реализации, затрат и кадров. В любом проекте каждый из этих параметров относится к одной из категорий:

- ограничение – лимитирующий фактор, в рамках которого должен оперировать менеджер проекта;
- ключевой фактор – важный фактор успеха проекта, ограниченно гибкий при допустимых изменениях;
- степень свободы – фактор, который менеджер проекта может до определенной степени изменять и балансировать относительно других параметров.

Владельцем документа об образе, масштабе и границах является тот, кто финансирует проект или несет соответствующую ответственность. Аналитик требований может вместе с этим специалистом разрабатывать документ об образе и границах проекта. Информация, касающаяся требований к документации, должны поступать от лиц, четко понимающих, почему они взялись за проект.

Описание пользователя должно содержать проблемы, с которыми он сталкивается при выполнении работы с конкретным программным продуктом. Следует описать характеристики рынка и пользователей, которые послужили мотивацией решений, касающихся создания продукта, а также оценить объем и перспективы роста рынка, ориентируясь на число потенциальных пользователей, которые будут решать задачи с помощью программного средства, какова репутация заказчика и разработчиков на этих рынках и как данный продукт по-

могает достижению цели заказчика. Описания пользователей должно содержать его технический уровень и опыт: основные обязанности; что делает пользователь и для кого; тенденции, упрощающие или усложняющие работу пользователя; проблемы, от которых зависит и в чем пользователь видит успех ПС. Цели и критерии успеха должны суммировать важные преимущества применения проекта, предоставляемые предлагаемым программным продуктом, в количественном и измеряемом виде, которым **заинтересованные лица будут определять и измерять успех проекта**. Необходимо установить факторы, которые максимально влияют на успех проекта, которые предприятие может контролировать, а также те, которые находятся вне сферы его влияния. Следует описать потребности типичных покупателей или целевых сегментов рынка, включая потребности, которые не удовлетворяют существующие программные продукты или информационные системы. В категории рисков входят рыночная конкуренция, временные факторы, приемлемость для пользователей, проблемы, связанные с реализацией, и возможные негативные факторы, влияющие на бизнес.

Проблемы формирования системы, функций и характеристик программного продукта – составляют процессы от понимания потребностей пользователя к определению решений, чтобы определить систему и документы для отражения каждой имеющейся проблемы. Существует **информационная иерархия**; она начинается с потребностей пользователей, переданных с помощью функций, которые затем превращаются в более подробные требования к программному средству, выраженные посредством прецедентов или традиционных форм описания документов. Эта иерархия отражает уровень абстракции при рассмотрении области проблем и области решений [3, 7, 10, 19].

В требованиях к документации должны быть полно зафиксированы потребности пользователей в таком виде, чтобы разработчик мог построить удовлетворяющее их ПС. Кроме того, требования должны быть достаточно конкретными, чтобы можно было определить, когда они удовлетворены. Если необходимо, документация требований может дополняться одним или несколькими более формальными либо более структурированными методами детализированных спецификаций. Среда пользователей ПС должны включать описание: сколько человек участвует в выполнении данной задачи; сколько времени длится цикл выполнения задачи; сколько времени отводится на выполнение каждого действия; существуют ли уникальные ограничения внешней среды; какие системные платформы используются. Альтернативы должны отражать известные конкурирующие варианты ПС, которые существуют или могут возникнуть с аналогичными функциями.

Функции и характеристика программного продукта должны содержать общее описание возможностей продукта, интерфейсов с другими ПС и конфигурациями систем и компонентов, как продукт взаимодействует со средой пользователя и между системами. Функции должны быть организованы так, чтобы они были понятны заказчику или тому, кто впервые читает данный документ. Атрибуты функций предоставляют в документах дополнительную информацию, которую можно использовать для оценки, отслеживания и определения очередности предлагаемых для реализации компонентов разработки, а также для управления ими. Требования к функциям должны отражать основные пре-

имущества, которые новая система даст ее заказчикам, покупателям и пользователям.

Функции продукта обеспечивают регистрацию необходимых возможностей для удовлетворения потребностей пользователей. Отчеты о их выполнении помогают пользователю лучше понять состояние проекта и документации. Поскольку концепция изучается широким кругом причастных к проекту лиц и служит основой для достижения соглашений, функции должны описываться на естественном языке пользователя. Каждая основная функция нового программного продукта или возможность, должна предоставляться пользователям, последовательно, подчеркивая те достоинства, которые отличают его от предыдущих или конкурирующих продуктов. Давая каждой функции уникальное имя, можно отследить соответствие каждой функции отдельным требованиям пользователей, функциональным требованиям, документам и другим компонентам систем.

Базовая версия отражает, в какой версии ПС предполагается впервые реализовать некоторую функцию. Стабильность проекта и документации определяется аналитиком и командой разработчиков, исходя из вероятности того, что может изменить новая функция или понимание функций ПС. Эта информация используется для того, чтобы помочь при определении приоритетов разработки и выявить те компоненты, для которых следующим действием должно стать дополнительное исследование выделенной функции. Статус изменений функций задается в результате переговоров и рассмотрения руководством проекта. Информация о статусе отражает процесс определения базового уровня проекта. Атрибут статуса функции может иметь следующие значения:

- предложена – используется для описания обсуждаемых функций, которые еще не рассмотрены и не приняты официальным органом, рабочей группой, состоящей из представителей разработчиков проекта, руководства и пользователей или заказчиков;
- принята – функции, которые официальный орган заказчика признал полезными и достижимыми и допустил к реализации;
- включена – функции, включенные в базовый уровень и документы ПС на данный момент времени.

Реализуются только функции, имеющие статус включенная, для которых определена базовая версия. Приоритеты изменения функций программного продукта задаются представителями маркетинга, менеджером продукта или аналитиком базового уровня ПС. Упорядочение функций по их относительной важности для конечного потребителя открывает диалог между заказчиками, аналитиками и членами команды разработчиков. Приоритеты используются для управления масштабом и определения очередности разработки функций:

- критические – основные функции, если их не удастся реализовать, система не будет удовлетворять потребности заказчика, в версии должны быть реализованы все критические функции, в противном случае успех разработки является нереальным;
- важные – функции, необходимые для успешной и эффективной работы системы в большинстве применений, если важные функции не войдут в реали-

зацию ПС, это может повлиять на удовлетворение пользователя или заказчика результатом работы или даже на доходы от продаж, но выпуск версии не должен задерживаться из-за нехватки даже важной функции;

- полезные – функции, которые нужны в менее распространенных версиях ПС, будут использоваться не так часто или их можно достаточно эффективно заменить другими действиями, если они не войдут в реализацию, это не окажет заметного воздействия на отношение заказчика или доходы.

Стратегический образ системы и ПС – *Концепция*, позволяющей выполнять требуемые задачи, обеспечивает основу для принятия решений в течение жизненного цикла ПС [3, 7, 10, 19]. В него не надо включать детали функциональных требований или информацию, связанную с планированием проекта. В этом документе следует отразить сбалансированный образ функций, удовлетворяющих различным заинтересованным лиц. Он может быть несколько идеалистичным, но должен быть основан на существующих или предполагаемых рыночных факторах, архитектуре предприятия, стратегическом направлении развития корпорации и ограничениях ресурсов.

Проблемы оценки и управления масштабом обусловлены тем, что проекты, как правило, иницируются с объемом функциональных возможностей, значительно превышающим тот, который разработчик может реализовать, обеспечив приемлемое качество и сроки выполнения. Тем не менее, необходимо ограничиваться, чтобы иметь возможность предоставить в требуемый срок проект с соответствующей документацией. Разработчики являются только исполнителями, а принимать и финансировать решения должны заказчики. Они должны решать – что обязательно должно быть сделано в следующей версии при имеющихся ресурсах проекта. Анализ укажет на размер проблемы, позволит разработчикам сконцентрировать свои усилия на критически важных подмножествах функций и в несколько этапов, предоставить высококачественные системы. Привлечение заказчика к решению проблемы управления масштабом проекта повышает взаимные обязательства сторон, способствует росту взаимопонимания и доверия между заказчиком и командой разработчиков ПС и документации.

Масштаб и ограничения проекта определяют концепцию и круг действия предложенных решений и функций [1, 13, 22]. В ограничениях указываются определенные возможности, которые не будут включены в продукт. Ограничения помогают установить реалистичные ожидания заинтересованных лиц. Иногда клиенты запрашивают функции, слишком дорогостоящие или выходящие за предполагаемые границы масштаба продукта. Требования, выходящие за границы ресурсов продукта, следует отклонять, если только они не настолько ценны, чтобы специально под них расширять проект, естественно, соответствующим образом изменив бюджет, график и кадровый состав разработчиков. Следует документировать отклоненные требования и причины отказа от них.

Размер первоначальной версии обобщает основные запланированные функции, включенные в базовую версию программного продукта. Зарегистрированные характеристики качества, позволят продукту предоставлять предполагаемые выгоды различным классам пользователей. Если задача – сосредоточиться на разработке и уложиться в график, следует избегать искушения включать в первую версию каждую функцию, которая когда-нибудь в буду-

щем может понадобиться какому-то потенциальному покупателю. Увеличение сроков и сдвиг графика – типичный результат такого расползания масштаба. Следует сосредоточиваться на наиболее ценных функциях, имеющих приемлемую стоимость, годных для самой широкой целевой аудитории, которые позволят создать проект как можно раньше.

Масштаб последующих версий представляет поэтапную эволюцию программного продукта за счет функций, которые были отложены, и желательные сроки последующих выпусков. В последующих версиях реализуются дополнительные варианты использования и функции, а также расширяются возможности первоначальных вариантов. Повышается производительность, надежность и другие характеристики качества по мере совершенствования продукта. Чем дальше, тем более расплывчатыми будут границы проекта. Придется передвигать некоторую функциональность с одного запланированного выпуска до другого и, возможно, добавлять незапланированные функции.

Проблемы построения корректной системы документов могут решаться путем использования требований и прецедентов аналогичных проектов в качестве основы архитектуры и реализации комплекта документов. Постоянно отслеживать эволюцию масштаба, функций и требований, а также состояния проекта и реализации документов позволяет верификация [3, 7, 12, 16]. Ее поддержка осуществляется путем использования методов трассировки, что позволяет связывать друг с другом части и документы проекта. С помощью трассировки можно удостовериться в том, что все компоненты проекта в документах учтены, и все они служат основной цели. Проверка правильности документации является составной частью испытаний, призванных подтвердить корректность построенной системы и ПС. Основное внимание при их проведении уделяется тестированию и использованию методов трассировки для отбора компонентов системы, нуждающихся в тестировании. Методы проверки правильности призваны гарантировать, что все компоненты надлежащим образом протестированы и все тесты служат некой полезной цели.

В процессе **установления стратегии, стандартов и руководств по документированию** конкретного проекта ПС необходимо осуществить:

- выбор модели жизненного цикла ПС и состава его документов;
- определение шаблонов, содержания и степени детализации каждого документа;
- определение необходимого качества каждого документа;
- определение форматов и системы обозначения документов;
- установление процедур реализации шаблонов документов;
- распределение ресурсов для документирования: персонала; технических средств; финансов, а также на планирование документирования.

Ниже представлены основные цели, методы и принципы стандартизации работ, а также исходные шаблоны документов, обеспечивающие регламентированное создание, развитие, модернизацию и повышение качества документации на программные средства (см. главу 3). Методы и стандарты ориентированы на коллективную, групповую работу специалистов по созданию документации для сложных, многоверсионных, тиражируемых ПС, с длительным, жизненным циклом. Внимание акцентировано на методах, документах и стандартах, которые непосредственно обеспечивают эффективное, высококачественное доку-

ментирование программных средств. При этом предполагается, что процессы и технология создания программ и документов опирается на совокупность современных, автоматизированных методов и инструментальных средств. В более простых случаях рекомендуемые положения, структуру и содержание документов следует адаптировать с учетом конкретных характеристик объектов, а также условий разработки и сопровождения ПС (см. п.1.5).

Проблемы организационной структуры коллектива, обеспечивающего документирование при создании и развитии конкретных комплексов программ и данных определяют [2, 4, 11, 19]:

- состав подразделений и должностных лиц предприятия, обеспечивающих документирование проекта ПС, и использующих при принятии решений документы сторонних организаций;
- основные функции и связи между подразделениями и отдельными должностными лицами, указанными на схеме документирования, и их подчиненность;
- описание регламента работ документирующих подразделений;
- перечень категорий специалистов, число штатных единиц и их функциональные обязанности.

Стратегия разработки, совершенствования, расширения функций и сферы применения ПС требует перехода к определенному, регламентированному порядку, который позволит специалистам в этой области говорить на одном языке и сделать процессы документирования программ и баз данных экономически эффективными (см. п.1.4). Создание и сопровождение документации на ПС должны обеспечивать длительный жизненный цикл, мобильность и повторное применение программных и информационных компонентов, независимо от их первичных разработчиков. Представленный ниже (п. 1.5 и гл. 3) порядок документирования охватывает весь жизненный цикл программных средств от формирования концепции и требований к первой версии ПС до завершения его жизненного цикла. Общая структура и комплекс шаблонов технологических и эксплуатационных документов объектов и процессов ЖЦ ПС, предназначены для использования в индустрии сложных систем управления и обработки информации. Эта структура содержит номенклатуру документов, которые должны быть использованы во время создания, применения и сопровождения программных средств, для определения, управления и совершенствования сложных комплексов программ. Предприятие, подразделение или руководство конкретного проекта, в зависимости от стоящей перед ними задачи, могут выбрать соответствующую группу документов, процессов и процедур для реализации своей конкретной цели. Они предназначены для использования в тех случаях, когда программный продукт и его документация является автономным объектом или встроенной и неотъемлемой частью системы. Для этого организаторы документирования и заказчики должны обеспечить специалистов, создающих ПС [4, 10, 16, 17]:

- официальными отчетами и руководствами по принятой стратегии документирования конкретного проекта ПС;
- стандартами и нормативными документами, определяющими все аспекты документирования программ и данных;

- опубликованными в описаниях инструментальных средств, и рекомендуемыми процедурами автоматизированного документирования ПС, его процессов и документов;
- вычислительными, трудовыми и временными ресурсами для реализации документирования программ и данных;
- планами документирования как органической части всего жизненного цикла конкретного ПС;
- контролем, управлением и консультациями для обеспечения полноценного и унифицированного документирования всех компонентов и процессов ЖЦ ПС.

Проблема согласования и утверждения требований заказчика и разработчиков на проект и документацию программного средства должны осуществляться, используя при этом принятую в соответствующем бизнесе терминологию [3, 7, 11, 24]. Выявляя требования заказчика, аналитики и менеджеры разработчика могут лучше понять задачи и осознать, какое место уготовано создаваемому ПС у заказчика. Аналитики должны отсортировать и выявить функциональные требования, цели и возможные решения в области создания и применения ПС. Конечный итог этого анализа – спецификация требований к программному средству и документам, представляющая собой соглашение между разработчиками и заказчиком о функциях, качестве, документах и ограничениях создаваемого продукта. Чтобы гарантировать, что новая система не будет автоматизировать неэффективные или устаревшие процессы, аналитики должны знать, почему существующие системы не годятся для заказчика. Иногда пользователи просят, чтобы продукт был дружелюбным, надежным или эффективным, однако эти термины слишком субъективны, чтобы помочь разработчикам. Поэтому аналитики должны выяснять и документировать конкретные характеристики, означающие эти пожелания.

Аналитику могут быть известны готовые программные компоненты и/или документы, которые практически полностью удовлетворяют некоторые потребности заказчика. В таком случае следует скорректировать отдельные требования, чтобы разработчики могли использовать имеющиеся компоненты ПС. Если считается разумным включить в продукт готовые коммерческие компоненты, следует проявить гибкость, поскольку характеристики таких компонентов вряд ли будут точно соответствовать исходным потребностям. Для принятия правильных решений необходимы данные об эффективности и стоимости предполагаемого изменения требований.

Только заказчик можете полноценно познакомить разработчиков с концепциями и терминологией своего проекта. Они обязаны потратить время на участие в совещаниях, интервью и прочих процедурах, необходимых для выявления реальных требований проекта. На этапах разработки участникам проекта необходимо устранять все неоднозначности и неточности спецификаций требований. Зачастую в таких случаях применяют метод прототипов и итераций – когда заказчики совместно с разработчиками формулируют и уточняют требования поэтапно и постепенно. При этом аналитик задает заказчику ряд вопросов и просит выбрать различные варианты и принять решения. Это может быть согласование противоречивых запросов от разных клиентов, выбор между конфликтующими атрибутами качества и оценками точности исходной информации.

Проблема, влияющая на выбор методов и технологии документирования, может быть объединена общим понятием – доступные ресурсы разработки [6, 13, 22] Они включают реальные финансовые, кадровые и аппаратные ограничения, в условиях которых предстоит разработка документов ПС. Некоторые ресурсы однозначно предопределяют параметры средств автоматизации разработки, а другие более или менее существенно влияют на выбор технологий и номенклатуры разрабатываемых документов.

Разработчики лучше всего способны оценить необходимые затраты, стоимость или трудоемкость реализации различных функций, хотя многие из них и не имеют опыта в этом деле. Может оказаться, что некоторые необходимые функции технически неосуществимы или их реализация слишком дорога, и просто недоступна. Изменения могут стоить дорого, и сроки будут нарушены, если клиент пожелает реализовать в практически законченном проекте новую функциональность. Для снижения негативного эффекта от таких изменений следует выполнять необходимые процедуры регулярного контроля их реализации. Это гарантирует, что никакое требование не потеряется, будет проанализирован эффект каждого изменения и все предполагаемые коррективы будут согласованы друг с другом. Сбор и проверка реализации требований к проекту и к документам – одна из самых трудных задач в разработке ПС.

Проблемы прогнозирования физического объема комплекса документов для конкретных проектов программного средства. Базой для таких оценок можно использовать соответствующую модель жизненного цикла ПС. Последующее изложение базируется на применении сокращенной каскадной модели жизненного цикла сложных программных средств (см. стандарт **ГОСТ Р 16326**, которая используется в п. 1.5 и главе 3 при структурировании групп шаблонов документов, поддерживающих выделенные этапы ЖЦ ПС. Ниже приводятся рекомендации по структуре и содержанию более шестидесяти шаблонов типовых документов, сконструированных так, что возможны их выбор и адаптация в соответствии с масштабом и характеристиками проектов ПС. Адаптация является процессом в основном исключения процедур и компонентов документов, не применимых в конкретном проекте. Добавление уникальных или специфических документов должно быть оговорено в контракте или конкретной методике. Архитектура и содержание шаблонов документов на ПС, далее не конкретизируется в деталях, как их реализовать, оформить и оценить суммарный объем комплекса документов для определенного проекта, вследствие большого числа неопределенных параметров. Эти задачи должны решаться индивидуально с использованием **Руководящих документов по подготовке и оформлению конкретных эксплуатационных и технологических документов** для пользователей и разработчиков определенных проектов ПС. Стороны ответственны за выбор и применение методов и инструментальных средств автоматизации разработки и оценки суммарных размеров совокупности документов, а также за выбор процедур и документов, подходящих для оценки конкретного проекта ПС или системы.

Оформление документации должно обеспечивать успешное сопровождение, внедрение и применение ПС. Нужно описывать цель и содержание технологических документов и руководств пользователей, их желаемый объем и уровень детализации. Структура шаблонов, содержание, стиль оформления и изло-

жения документов при реализации конкретных проектов ПС должны учитывать характеристик ряда документов:

- договоров между заинтересованными лицами проектов ПС;
- описаний компонентов, процессов и продуктов комплексов программ;
- руководств по разработке и применению программных средств;
- планов выполнения работ и процессов разработки документов;
- протоколов результатов и контроля качества процессов или продуктов;
- отчетов о проделанной работе или испытаниях программных продуктов;
- справочников о функциях и эксплуатации программных средств;
- учебных пособий для освоения и применения программных средств пользователями.

Следует учитывать возможные ограничения, связанные с форматированием и печатью. Многие проекты комплексов программ предлагают для помощи пользователям систему интерактивных подсказок. Подобные системы имеют уникальную природу: они сочетают в себе моменты программирования (создание гиперссылок) с моментами написания технических текстов. Могут быть важны применения некоторых компонентов ПС – руководства по установке, инструкции по конфигурированию. В качестве стандартного компонента иногда включается файл Read Me. Он может содержать разделы описаний продукта, что нового в очередной версии и обсуждение совместимости с более ранними версиями.

Современные коммерческие программные продукты должны иметь соответствующее внешнее оформление, которое начинается с упаковки продукта и его объявления в инсталляционных меню, открывающихся экранах, системах подсказок, диалогах. Примерами являются отметки об авторском праве и патентовании, а также логотипы компаний, стандартизованные пиктограммы и другие графические элементы.

1.2. Формирование требований к документации сложных программных средств

Масштаб проектов комплексов и компонентов программ является одним из важнейших факторов, влияющим на *формирование, структуры и содержание документации*, поддерживающей весь жизненный цикл ПС. Оценки масштаба проекта ПС должны быть проанализированы и скорректированы для установления в договоре между заказчиками и разработчиками исходного компромиссного масштаба, допустимого для разработки первичных требований к комплексу документации. Некоторые требования могут потребовать изменения (обычно увеличения) масштаба, и соответственно ресурсов на этапах предварительного и детального проектирования для обеспечения возможности реализации требуемой функциональной пригодности. Таким образом, требования к функциональной пригодности, к конструктивным характеристикам ПС, к *форматам и структуре документации должны быть согласованы с масштабом проекта* и доступными ресурсами для реализации, на ранних этапах его жизненного цикла. Для этого необходимо использовать адекватные методы и единицы измерения масштаба проектов ПС [16, 17, 19].

Формированию требований к комплексу программ должно сопутствовать создание требований, отражающих его документооборот, вследствие чего эти процессы во многом подобны. От масштаба ПС непосредственно зависят затраты ресурсов для их документирования и не всегда целесообразно создавать и использовать в реальных проектах весь комплекс шаблонов документов, отраженных в главе 3. Масштаб проекта и спецификация требований к ПС, непосредственно отражаются на составе, содержании и объеме документации, необходимой различным участникам проекта. Каждый из разработчиков в той или иной степени должен привлекаться к управлению требованиями, как к проекту, так и его документации. Разработчикам необходимо выработать профессиональные приемы для понимания и изложения в документах потребностей пользователей, управления масштабом проекта, построением системы и документации, удовлетворяющих достаточно полно эти потребности, которые включают:

- команда разработчиков ПС, получает представление о сложности и размере создаваемого продукта и составе его документации;
- менеджеры проекта, – базу для расчета содержания спецификаций, графиков, затрат и ресурсов;
- группа тестирования, – планы тестирования, варианты испытаний и процедуры проверок;
- специалисты по сопровождению и поддержке, получают представление о функциональности каждой составной части продукта;
- клиенты отдела маркетинга и специалисты по продажам, будут иметь представление о конечном программном продукте;
- составители документации, создающие шаблоны документов, руководства для пользователей и справки на основании спецификации требований к ПС получают проект пользовательского интерфейса;
- специалисты, ответственные за обучение персонала, получают спецификации требований к ПС и документацию для пользователей, а также для разработки обучающих материалов;
- персонал, занимающийся юридической стороной проекта, проверит, соответствуют ли требования к продукту существующим законам и постановлениям.

Размер или масштаб комплексов программ в настоящее время приводится в публикациях в различных единицах, что может изменять их численные значения для одних и тех же программ в несколько раз [6, 13, 27]. В качестве таких единиц чаще всего используются численные значения: строк текста программы на языке программирования, предложений на ассемблере в тексте программы, байт или команд в объектном коде после трансляции. Каждая из этих единиц измерения может иметь некоторые преимущества при определенных целях исследования или проектирования. Влияние единиц измерения размера программ на оценку рационального объема документации можно значительно изменять, если учесть их принципиальные особенности и, прежде всего, выделить две группы единиц измерения масштаба проектов ПС [1, 8, 22]:

- группу, характеризующую размер исходных текстов программ, которые *разрабатываются и анализируются специалистами – человеком*, отражающую,

сложность, трудоемкость и длительность создания ПС, его компонентов и основных документов;

- группу, отражающую размер программ и данных, *размещаемых в реализующей (объектной) ЭВМ*, и характеризующую объем памяти и производительность ЭВМ, необходимые для рабочего функционирования и исполнения комплекса программ в соответствии с его назначением.

Эти две группы единиц отражают размер программ и документов, с разных позиций, и должны использоваться в зависимости от целей анализа и применения значений масштаба проекта. Хотя между ними есть корреляция, но в общем случае размеры программы, измеренные различными группами единиц, трудно сопоставлять из-за наличия между ними промежуточного звена – преобразователя (транслятора) с различными, не полностью определенными и трудно учитываемыми характеристиками. Это обусловлено особенностями трансляторов, которые преобразуют исходные тексты программ, разработанные человеком – программистом, в разделы памяти для исполнения реализующей ЭВМ, заполненные командами, константами или выделенные под данные, а также особенностями языков программирования, структуры и содержания машинных команд.

Основная цель оценки масштаба ПС – подготовить возможность принять обоснованное решение о допустимости дальнейшего продвижения проекта в область системного анализа, разработки требований, предварительного проектирования и документирования. Если оказывается, что рассчитанные первично масштаб и требуемые ресурсы не могут быть обеспечены для продолжения проекта, то возможны кардинальные решения: либо изменение некоторых выделяемых ресурсов, либо прекращение проектирования данного ПС.

Один из путей оценки размера ПС и состава комплекса документов, заключается в сравнении его функциональных задач и свойств с уже существующими аналогами. Конечно, данный метод не является точным, поскольку при написании компонентов прототипов и документов могли использоваться различные языки программирования, относящиеся к разным областям приложений. Также могли применяться разнообразные алгоритмы, имеющие различные уровни сложности и функциональные свойства. Их выбор зависит от конкретных условий разработки проекта, а также от возможностей использования информации о ранее созданных прототипах с близкими функциональными характеристиками ПС.

Когда впервые рассматривается масштаб нового проекта ПС, интуитивные и экспертные *оценки его масштаба и состава требуемой документации* заказчиками и разработчиками могут отличаться от конечного значения в несколько раз. Такая достоверность оценок обусловлена уровнем неопределенности на начальном этапе знаний о функциях, содержании и возможной сложности программного продукта. Для уменьшения этих неопределенностей и возможных методических ошибок необходимо определить основные понятия и единицы измерения масштаба комплексов программ. С самого начала работы над проектом ПС важно вести постоянный учет данных о его действительной трудоемкости, стоимости, содержании и комплексе документов и сравнивать эти данные с реальными оценками этих характеристик аналогичных проектов. Следует согласовывать цели оценивания масштаба документирования с по-

требностями в информации, зафиксированной в документах, способствующей принятию решений для планирования развития проекта, затрат труда и других ресурсов при последующем применении.

Для продолжения разработки набора документов после оценки масштаба комплекса программ, необходимо выполнить цикл поэтапного определения и формирования совокупности спецификаций требований к компонентам и документации проекта ПС. Первым этапом является создание **Концепции проекта ПС и комплекса первичных требований спецификаций** к иерархическому набору функций, на которые могут быть разбиты предполагаемые фактические компоненты ПС. В дальнейшем разбиение может структурироваться и детализироваться, формируя упрощенный или более точный уровень абстракции и взаимодействия компонентов. Цель документа – Концепция, состоит в сборе, анализе и определении высокоуровневых потребностей пользователей, функций и документов программного продукта. Основное внимание должно уделяться возможностям и функциям, в которых нуждаются будущие разработчики и пользователи, и причинам существования этих потребностей.

После первичной оценки масштаба проекта ПС итерационно выполняется поэтапная разработка спецификаций требований проекта и документов ПС. Ограничения при прогнозировании требований к документам, определяются, прежде всего, имеющимися данными, которые могут быть использованы в качестве исходных аналогов или обобщенных характеристик. Будучи конечным хранилищем комплекса требований к продукту и документов, спецификация требований к ПС должна быть ясной и понятной, дабы у разработчиков и заказчиков не оставалось ни малейших возможностей для разночтения. Не обязательно составлять спецификацию для всего продукта до начала разработки, но необходимо зафиксировать требования для каждой составляющей перед ее созданием. При работе над любым проектом необходимо достичь согласованности решений по каждому набору требований и документов до начала их реализации разработчиками. Согласованность решений представляет собой процесс изучения и одобрения документов к ПС. В общем случае для оценки, прогнозирования и обоснования спецификаций требований нового комплекса документов необходимы **исходные данные**:

- обобщенные характеристики использованных ресурсов для документирования и технико-экономические показатели завершенных разработок – прототипов ПС, а также оценки влияния на них функций, различных факторов объектов и среды разработки;
- реализованные планы документирования и обобщенные перечни выполненных работ, реальные графики проведенных ранее оценок и разработок, различных ПС и документов;
- цели и содержание частных работ в процессе создания предыдущих, сложных комплексов программ и различных документов для обеспечения необходимого качества ПС в целом;
- структура и содержание полного комплекта документов, являвшегося результатом выполнения отдельных работ конкретного проекта.

Составлять спецификацию требований к документации ПС следует таким образом, чтобы все заинтересованные в проекте лица смогли в ней разобраться [3, 4, 18]:

- разделы, подразделы и отдельные требования должны быть названы согласованно;
- полезно использовать средства визуального выделения (такие, как полужирное начертание, подчеркивание, курсив и различные шрифты) последовательно, иерархически и в разумных пределах;
- создавайте оглавление, а также алфавитный указатель, чтобы облегчить пользователям поиск необходимой информации;
- нумеровать все рисунки и таблицы, ссылки на них, используя присвоенные номера.

Чтобы легко отслеживать и модифицировать документы, каждое функциональное требование должно быть представлено уникально и неизменно. Это позволит ссылаться на определенные требования документов в запросе на изменения, в хронологии изменений, в перекрестных ссылках или матрице для отслеживания реализации требований. При этом также упрощается многократное использование документированных требований в нескольких проектах.

Для устранения или снижения ошибок состава и рисков документации до допустимых пределов может быть необходимо изменение требований к функциональной пригодности и/или к конструктивным характеристикам и доступным ресурсам проекта ПС. Поэтому на этапах проектирования **последовательно должны определяться** [2, 14, 23, 28]:

- при проектировании концепции и первичной оценке масштаба проекта – предварительные требования к назначению, функциональной пригодности, к составу и номенклатуре необходимых конструктивных характеристик качества и к первичному перечню набору документов ПС;
- при предварительном проектировании – уточненная оценка масштаба проекта, требования к функциональным и конструктивным характеристикам качества, к ориентировочной структуре и содержанию набора шаблонов документов в жизненном цикле ПС с учетом общих ограничений ресурсов;
- при детальном проектировании – подробные спецификации требований к функциональным и конструктивным характеристикам качества с детальным учетом и распределением реальных ограниченных ресурсов, а также полный состав и содержание шаблонов документов в жизненном цикле ПС.

Разработку и утверждение спецификаций требований к функциональным характеристикам, к качеству, составу и номенклатуре документов ПС, целесообразно проводить **итерационно на этапах предварительного и детального проектирования**. Полная и однократная формализация требований к характеристикам и комплекту документов в начале жизненного цикла сложного ПС обычно невозможна, прежде всего, из-за разных представлений заказчика и разработчиков о деталях его назначения, функций и возможностей реализации при доступных ресурсах. Чем крупнее и сложнее проект ПС и соответственно выше его стоимость, тем тщательнее следует разрабатывать требования к его характеристикам, к составу и содержанию документов, а также распределять ресурсы на их реализацию. Поэтому при средней и относительно невысокой сложности ПС во многих случаях можно удовлетвориться подготовкой требований к комплексу программ с подробностью анализа, соответствующего предварительному проектированию. Для крупномасштабных и особо сложных про-

ектов необходим более детальный анализ факторов при разработке набора документов (см. п. 1.5 и главу 3) и требований их оптимизации по критерию качество/затраты в детальном проекте.

При первоначальном определении требований к функциональной пригодности и к конструктивным характеристикам, заданные заказчиком ограничения ресурсов не всегда могут учитывать ряд особенностей проекта, что может обусловить недопустимое снижение (или завышение) требований к некоторым характеристикам и документам ПС. Кроме того, возможно, что некоторые характеристики противоречивы или принципиально нереализуемы в данном проекте. В результате **не сбалансированные требования** и доступные ресурсы проявятся в виде потерь в качестве или в потребности дополнительных ресурсов.

В зависимости от сложности проекта окончательным результатом работ при предварительном или детальном документировании проекта должны быть детализированные и утвержденные документы спецификаций к номенклатуре, свойствам, значениям качества и документации проекта ПС, которые достаточны для его полноценного рабочего проектирования и последующей, эффективной эксплуатации. Эти **требования к документам закрепляются в контракте и техническом задании**, по которым разработчик впоследствии должен отчитываться перед заказчиком при завершении проекта. Однако на последующих этапах жизненного цикла и при конфигурационном управлении, документы могут изменяться по согласованию между заказчиком и разработчиком, которые чаще всего приурочиваются к подготовке новой версии ПС. Для этого необходим мониторинг масштаба проекта, комплекта документов, спецификаций требований и реализаций характеристик в течение всего ЖЦ ПС.

Для разработчиков особенно важно формализовать требования к качеству и согласовать их с заказчиком при утверждении контракта и технического задания на проект ПС. Требования к функциональным характеристикам, качеству, составу и содержанию документов, утвержденные после предварительного проектирования, могут быть закреплены в техническом задании **как обязательные для детального и рабочего проектирования**. Эти данные могут использоваться при последующем оценивании качества документации при их сопоставлении с требованиями в процессе квалификационных испытаний или сертификации ПС. Однако для крупномасштабных и дорогих проектов может потребоваться уточнение требований к качеству документации при детальном проектировании с позиции улучшения соотношения значений качества и затрат ресурсов, которые необходимы или допустимы для их реализации в ЖЦ ПС [16, 24, 30].

Для заказчика и пользователей может иметь значение не только определение функциональной пригодности, но и оценка потенциального спроса на рынке конкретного программного продукта, а также его **конкурентоспособности** с другими аналогичными по функциям ПС с учетом его качества и стоимости. Это обстоятельство может определять необходимость уточнения требований к отдельным характеристикам и документам не только для их реализации разработчиками в ЖЦ ПС, но также для оценивания интегрального качества готового программного продукта поставляемого на рынок.

Обычно заказчики и разработчики первоначально устанавливают требования к каждой характеристике и к номенклатуре документов ПС без учета отно-

сительных затрат на их достижение, а также *без детального анализа их совместного влияния на полную функциональную пригодность у потребителей*. Это может приводить к значительным перекосам и к несбалансированным значениям требований к отдельным, взаимосвязанным характеристикам и документам, на которые не рационально используются ограниченные ресурсы ЖЦ ПС, или к не адекватно низким их значениям. В проектах крупномасштабных ПС это может угрожать значительным повышением стоимости и/или снижением конкурентоспособности создаваемого программного продукта из-за недостаточного уровня отдельных показателей качества и документов. Атрибуты качества ПС и важность (полезность) документов имеют различные меры, вследствие чего они в большинстве своем непосредственно *не сопоставимы между собой*. Они предварительно выбираются и согласовываются с заказчиком при последовательном, почти независимом анализе каждого документа, для использования в контракте и техническом задании. Для обобщенного оценивания качества ПС необходим учет относительного влияния каждой конструктивной характеристики и документа, на функциональную пригодность. При этом не всегда учитываются ресурсы для их реализации в конкретном ПС. Это часто приводит к не рациональным требованиям и документам, которые значительно отличаются: либо по степени влияния на функциональную пригодность, либо по величине ресурсов, необходимых для их реализации как полноценных документов.

Для эффективного управления документацией сложного ПС при детальном проектировании целесообразно учитывать и обобщать степень полезности разнородных характеристик и документов в некоторый интегральный показатель, отражающий их совокупное влияние на его функциональную пригодность. Таким образом, при разработке требований к характеристикам документов проекта выявилась проблема анализа системной эффективности документации и обобщения их характеристик, а также оценивания совместного влияния различных документов на функциональную пригодность ПС с учетом затрат на их реализацию.

Для управления и сопоставительного оценивания выбранных характеристик качества документов целесообразно каждому из них присваивать *коэффициент или приоритет* влияния на функциональную пригодность. Точность определения коэффициентов вряд ли может превышать 10%, поэтому количество градаций шкалы оценок целесообразно не больше десяти. Аналогично, по такой же шкале экспертами целесообразно оценивать относительные ресурсы, которые следует затрачивать на реализацию каждого документа. Для каждого вида документов отношение коэффициента влияния на функциональную пригодность к относительным затратам на его достижение можно рассматривать как *обобщенный уровень приоритета реализации этого документа*.

Для конкретного проекта ПС состав и значения приоритетов документов следует поэтапно адаптировать и уточнять с учетом их назначения и функций. Наивысший приоритет (10) можно интерпретировать как обязательное выполнение разработчиком соответствующего требования к указанному свойству, содержанию или качеству документа. Низшее значение приоритета (1) означает, что данный документ может не использоваться в данном проекте. Промежуточные значения приоритетов должны отражать относительное влияние соответ-

вующих документов на функциональную пригодность и ее свойства с учетом доступных ресурсов на реализацию соответствующего документа. При этом, возможно, что некоторые требования к документам при их низких приоритетах могут не полностью реализоваться в реальном комплексе программ. Это дает возможность разработчикам творчески подходить к требованиям заказчика при отборе номенклатуры и реализации содержания документов ПС в условиях ограниченных ресурсов.

Для проведения последовательного оценивания обобщенных приоритетов при управлении и корректировке отбора **документов конкретного проекта ПС**, целесообразно последовательно проводить:

- экспертную оценку влияния, требуемой характеристики качества и номенклатуры документа на функциональную пригодность (в диапазоне 1 – 10);
- экспертную оценку относительных затрат ресурсов на реализацию требуемого качества документа (в диапазоне 1 – 10);
- оценку относительного коэффициента влияния характеристики документа, на функциональную пригодность с учетом затрат на его реализацию – обобщенный уровень приоритета, требуемого значения качества документа (0,1 – 10) с учетом его реализации.

При проектировании полезно последовательно уточнять требования к номенклатуре, каждому свойству и качеству документов ПС с использованием первых двух видов коэффициентов. Для крупномасштабных проектов комплексов программ при уточнении требований к качеству документации при детальном проектировании целесообразно использовать **обобщенный уровень приоритета**. При этом набор значений обобщенных уровней приоритетов для выбранных атрибутов качества документов конкретного проекта ПС, можно разделить на **три группы**:

- доминирующие характеристики применения документов, оказывающие наибольшее влияние на функциональную пригодность при допустимых затратах (обобщенный приоритет > 8);
- показатели характеристик документов, имеющие достаточно полезное влияние на функциональную пригодность и допустимые затраты на их реализацию (обобщенный приоритет < 7 , но > 4);
- характеристики качества документов, значения требований к которым не соответствуют их влиянию на функциональную пригодность и/или затратам на реализацию и могут не учитываться (обобщенный приоритет < 3).

Эти данные могут использоваться, прежде всего, **как ориентиры** для селекции и исключения из состава и требований к ПС, документов с особенно низкими обобщенными приоритетами, в наименьшей степени влияющих на функциональную пригодность ПС и не оправдывающих больших затрат на их реализацию. Сравнительный анализ обобщенных приоритетов на основе отношения влияния на качество и затраты позволяет выделять документы, отличающиеся большими затратами, не оправданными их степенью воздействия на функциональную пригодность. Подобные процедуры могут завершать выбор требований к свойствам, качеству, составу и содержанию документов при детальном проектировании крупномасштабных ПС (см. таблицы 3.1 – 3.7).

Для заказчика и пользователей доминирующее значение могут иметь номенклатура и особенности реализации некоторых основных функций и документов комплекса программ, которые, как правило, требуют наибольших затрат и определяют основной эффект от применения ПС, а также потенциальный уровень спроса на рынке. Если затраты на разработку документации ПС можно оценивать и прогнозировать с некоторой достоверностью, то эффективность применения и особенно будущий спрос на конкретные документы комплекса программ со стороны различных пользователей априори оценить трудно. Такие оценки могут проводиться на основе специальных маркетинговых исследований и опыта эксплуатации аналогичных комплексов программ или достаточно близких их прототипов. Это подтверждает целесообразность выделения для автономного анализа интегральных характеристик программного продукта и документов и их влияния на функциональную пригодность.

Работа по подготовке и определению документирования может быть затруднена, если новый проект не имеет аналогов, то есть отсутствуют предварительные наработки в данном предприятии. Для уникального, не имеющего аналогов проекта должны быть предприняты специальные мероприятия, обеспечивающие документирование и соответствующий надзор за реализацией документов. Данные мероприятия должны сопровождаться соответствующими анализами и оценками, и экспертными заключениями. Должны быть предусмотрены специальные мероприятия для управления изменениями в области управления документацией в жизненном цикле программного проекта. Все изменения, вносимые в документы и требования, должны быть тщательно оценены по их влиянию на стоимость, графики работ, риски и эффективность характеристик проекта.

1.3. Планирование документирования проектов сложных программных средств

Общее руководство процессом документирования комплексов программ можно разделить на *два уровня*:

- адаптация состава и содержания документов к данной деловой, проблемно-ориентированной области, например, авиационной, медицинской, военной, финансовой или административной;
- адаптация номенклатуры, структуры и содержания документов для каждого специфического проекта, контракта или предприятия.

В соответствии со стандартами план документирования в виде совокупности руководящих, промежуточных и отчетных документов должен разрабатываться системными аналитиками и утверждаться менеджером проекта вместе со спецификацией требований к ПС (см. п. 1.2). В спецификации формализуются требования к результатам документирования, а в плане – методы и средства их достижения. Тем самым характеристики ПС не только декларируются в виде требований, но и сопровождаются совокупностью рекомендуемых мероприятий и документов по их обеспечению и реализации. Первичные требования к документированию при проектировании детализируются по компонентам ПС и по этапам их создания. При этом важно обеспечить баланс жесткости требований к качеству различных компонентов и документов с тем, чтобы в ПС не было до-

минирующих компонентов, заметно снижающих значения важнейших показателей качества, или напрасных затрат ресурсов на высокое качество документов, слабо влияющих на функциональную пригодность ПС и общее качество документации проекта в целом.

При первичной оценке ресурсов, необходимых для документирования сложных проектов ПС наибольшее значение имеют **три ключевых фактора**:

- размер – масштаб, подлежащих разработке полностью новых программных компонентов и документов;
- размер и относительная доля готовых программных компонентов и документов, которые могут быть заимствованы из предшествовавших проектов и повторно использованы в новом проекте ПС;
- относительные затраты ресурсов на создание проекта с оцененным масштабом: труда специалистов, времени, бюджета на единицу размера (на строку текста программ) или полные затраты на разработку всего ПС и комплекса документов.

Эти факторы могут быть оценены квалифицированными экспертами на основе имеющегося у них опыта реализации предшествовавших подобных проектов, а также использования опубликованных данных (см. п.1.1). Достоверность прогнозов требующихся ресурсов для документирования зависит, прежде всего, от **точности оценки исходных данных**. Они позволяют использовать опыт прошлых разработок и их отличия от новых методов, предусмотренных в конкретных проектах, а также индивидуальные возможности коллектива разработчиков или другие уникальные особенности проекта. Такие оценки зависят от компетенции и объективности экспертов, их **оптимистичности, пессимистичности** и знания существенных особенностей проекта. При наличии перечисленных исходных данных и положительной оценке целесообразности для экспертного анализа ресурсов документирования проекта может использоваться **методика, состоящая из следующих шагов**:

- оценка размера – масштаба, числа строк предполагаемого текста разрабатываемых программ, с учетом размера повторно используемых компонентов и характеристик возможного языка программирования;
- расчет возможной полной трудоемкости и длительности разработки проекта ПС, а также среднего числа специалистов, необходимых для его реализации и документирования;
- обобщение основных технико-экономических показателей и полной стоимости разработки проекта и документирования ПС, анализ результатов, и обоснование, рентабельности продолжения проектирования комплекса программ.

Оценивая масштаб, функции и требования к документации, заказчик и разработчики должны хотя бы приблизительно представлять тот объем затрат и физический размер комплекса документации, который придется создать в процессе всего жизненного цикла ПС, а также для обеспечения его эффективного применения. Известно, что на документирование крупномасштабных ПС требуется до 20 – 30% общей трудоемкости создания таких проектов, а для относительно малых проектов около 10% трудоемкости. Представляет интерес оценка **ориентировочного физического объема документации** (например, в стандартных страницах А4 или эквивалентных объемах файлов) для проектов комплексов программ.

В качестве *примера* выделим два масштаба проектов: малый – 50 тысяч строк и крупный один миллион строк, и выделим оценки на технологическую и на эксплуатационную документацию. В эксплуатационной документации обычно не оформляются и не приводятся спецификации компонентов, тексты программ с комментариями, тесты и результаты тестирования, что резко сокращает номенклатуру документов до трех – семи видов (см. п. 3.7). Каждое описание, руководство или инструкция может содержать до 100 страниц текста, что в совокупности дает до тысячи страниц эксплуатационных документов. Для крупного программного продукта несколько возрастает номенклатура документов, но главное, по крайней мере, пропорционально увеличению сложности и масштаба комплекса программ до 10^6 строк, объем эксплуатационной документации может увеличиться до 10 тысяч страниц.

Номенклатура технологических документов в жизненном цикле крупномасштабного ПС может достигать до 50 видов, среди которых наибольшее влияние на объем документации оказывают: спецификации программ и данных, тексты программ с комментариями, тестовые сценарии и результаты тестирования компонентов и модулей. Для отражения совокупности этих документов, в среднем на каждую строку текста программы может требоваться от 10% до полной страницы документации. Остальные документы в основном являются интегральными для проекта и вряд ли займут более 10% общего объема от перечисленных категорий документов. Таким образом, технологическая документация для жизненного цикла ПС размером 10^6 строк может составить около ста тысяч страниц или ста томов по тысяче страниц.

Вряд ли целесообразно изготавливать такой объем твердых копий документов на бумаге. Большая часть этих документов может оставаться в файлах (сотни мегабайт), однако каждый документ должен быть оформлен в соответствии со стандартами и шаблонами, и скреплен подписями разработчиков и, где нужно, заказчика. Изменение этих документов должно санкционироваться, также как твердых копий. Для относительно малого ПС (50 тысяч строк) с минимальной технологической документацией может потребоваться около 5 тысяч страниц.

Приведенные оценки следует рассматривать только как *ориентиры*, которые в реальных проектах могут изменяться на порядок в ту или иную сторону, в зависимости от требований заказчика и характеристик проекта. Оценки объема предстоящей разработки технологической и эксплуатационной документации целесообразно проводить на этапе детального проектирования с учетом реальных характеристик ПС, что позволит избежать неприятных сюрпризов вызванных превышением затрат на реализацию документов проекта.

Менеджер проекта для оценок документации должен подготовить *план выполнения документирования* в жизненном цикле ПС. Этот план должен содержать описания соответствующих работ и задач и обозначения создаваемых программных продуктов и документов. Он должен охватывать (но не ограничиваться) следующие *задачи*:

- установление графиков и сроков своевременного решения задач документирования;
- оценку необходимых трудозатрат на создание каждого документа и всего комплекса;

- определение времени, необходимого для выполнения конкретных задач документирования;
- распределение задач документирования по исполнителям;
- определение обязанностей исполнителей по созданию содержания документов;
- выделение критических ситуаций, связанных с задачами или самим процессом документирования;
- установление критериев управления и обеспечение качества документов;
- обеспечение внешних условий и определение инфраструктуры проекта системы для выполнения процесса документирования.

В проекте ПС должен быть определен *базовый график* выполнения работ, а графики документирования отдельных документов должны быть связаны и согласованы с этим базовым графиком. Менеджер каждого программного проекта должен стремиться по возможности использовать существующую организационную инфраструктуру документирования на предприятии. Должен быть определен механизм для разрешения или преодоления конфликтных ситуаций между менеджером всего проекта ПС и администратором процесса документирования на соответствующем уровне их полномочий по организационному управлению. Это положение является общим для всех контрольных этапов, связанных с выполнением договорных обязательств по вспомогательным процессам (например, определением конкретной базовой версии), поэтому необходимы синхронизация соответствующих планов и своевременное уведомление менеджера ПС о всех затруднениях, возникающих при выполнении соответствующих задач процессов документирования.

Номенклатура, структура и содержание документов определяется конкретной моделью жизненного цикла и масштабом рассматриваемого ПС (см. Приложение 1). В интересах сокращения стоимости и улучшения качества, стандарты и регламентируемый ЖЦ ПС рекомендуется адаптировать к характеристикам конкретного проекта. Соответственно сформированному жизненному циклу следует адаптировать состав документов конкретного проекта ПС (см. п. 1.5). Для адаптации состава и содержания документации, должны быть определены характеристики окружения проекта, которые могут воздействовать на адаптацию документирования: процессы жизненного цикла создаваемой системы; требования к системе и программному средству; организационные процедуры и стратегии документирования; размер, критичность и функции основных компонентов системы; количество задействованного в проекте персонала и сторон.

Планирование и управление разработкой ПС и документов проходят несколько этапов и реализуются во времени по мере повышения достоверности исходных данных об объекте и среде разработки. На этих этапах происходит постепенный переход от предварительных прогнозов к планированию и последующему непосредственному управлению текущими работами документирования. Этому способствуют расширение коллектива специалистов и относительное снижение творческого характера выполняемых работ. Наиболее творческий этап документирования системного анализа, в котором участвует минимум высококвалифицированных специалистов, последовательно переходит в этапы предварительного, детального и рабочего проектирования, на которые

привлекается для документирования все большее число специалистов в среднем меньшей квалификации для выполнения более частных и менее творческих работ и документов.

План документирования может быть частью общего плана жизненного цикла ПС или отдельным документом и должен быть доведен до всех участников проекта, в той части, которая их касается. План и поддерживающее его **Руководство по документированию** конкретного проекта ПС должны отражать:

- общую структуру комплекта документов;
- номенклатуру и содержание (или ссылки на шаблоны) каждого документа;
- требования к качеству, оформлению и обозначению документов;
- регламент комплектования и хранения документов;
- правила обращения, изменения и сопровождения документов;
- графики подготовки, проверки, редактирования, согласования, утверждения и распространения документов.

В **плане управления документированием** каждого этапа жизненного цикла ПС необходимо фиксировать и документально оформлять:

- исходные данные (шаблоны), требующиеся для успешного выполнения данного этапа документирования проекта или компонента ПС;
- контролируемые и документируемые данные о состоянии объекта и процесса разработки, регистрируемые после завершения этапа;
- содержание процедур контроля состояния проекта и документов в процессе выполнения работ этапа;
- критерии оценки результатов выполненных работ и качества отчетных документов при завершении этапа;
- состав и содержание отчетных документов (шаблонов), представляемых для оценки состояния проекта, результатов завершеного этапа и работ и для использования на следующем этапе или при завершении проекта ПС.

Менеджер программного проекта должен отвечать за проведение оценок программных продуктов, документов и планов: на соответствие принципам, методологии и технологии управления проектом и документированием; в части удовлетворения их установленным требованиям договора с заказчиком. Необходимыми компонентами успешной реализации программных проектов являются периодические анализы и оценки хода выполнения и завершения этапов и заданий на документирование.

Проверки и оценки документов должны быть проведены для выделения областей технического и финансового риска [14, 23, 28]:

- план тестирования документов должен быть определен в начале жизненного цикла программного проекта;
- необходимо учитывать, что следствием нарушения графика работ, предшествующих тестированию документов, без соответствующей корректировки даты поставки компонента может быть недостаточно полное тестирование программного продукта;
- должны быть установлены строгие правила регистрации, хранения, модернизации, резервирования и сопровождения документов, контрольных (тестовых) данных и среды тестирования документов;
- должна быть разработана стратегия возврата к исходному состоянию документов при тестировании изменений программного продукта;

- необходим единый (интегрированный) план сборки документов системы и компонентов ПС в соответствии со стратегией выпуска очередных версий системы и комплекса документов;
- должно быть представлено явное подтверждение функциональных возможностей ПС и системы, показывающее соответствие возможностей комплекса документов текущим и запланированным потребностям пользователя.

Прогнозы технологических процессов документирования являются основой для выбора, предварительного планирования и последующего системного анализа всего процесса создания ПС и комплекса документов. Достоверность планов и прогнозов определяет точность сведений о размере документирования объекта разработки, характеристиках технологической среды и прототипов, принятых за основу при планировании. Таким образом, определяются приближенные значения трудоемкости и длительности всей разработки ПС, а также число необходимых специалистов, что позволяет оценить предварительный укрупненный план создания ПС в заданных условиях. Вследствие творческого характера большинства работ на этом этапе невозможно составить жесткий план их выполнения. При реализации этих работ менеджер проекта должен отвечать за надзор, обеспечивающий немедленное обнаружение и анализ любых отклонений от запланированного выполнения конкретного документирования, и внесение соответствующих корректировок в ход данного процесса. Измерения состояния и размера документации могут быть использованы для проверки соответствия между ожидавшимися функциями программного продукта и его функциями при эксплуатации.

Планирование качества документов в ряде стандартов принято отделять от планов непосредственного управления процессом создания комплекса программ. Для реализации планов качественного документирования должны быть созданы регламентирующие документы охватывающие:

- процессы создания документов, отражающих качество программного продукта;
- обязанности и ответственность специалистов за качество конкретных документов;
- используемые ресурсы, обеспечивающие создание документов высокого качества;
- требования к качеству конкретных документов и способы его контроля.

Реальные ограничения ресурсов, используемых в процессе разработки, квалификация специалистов, изменения внешней среды и требований заказчика объективно приводят к отклонениям реализации плана документирования от предполагавшегося. Величина таких отклонений в значительной степени зависит от принятой технологии разработки, от уровня и характеристик средств разработки, а также от средств автоматизации создания программ. Для своевременного обнаружения отклонений от плана документирования необходимо регулярно регистрировать результаты выполненных работ и их характеристики качества. Для реализации таких измерений целесообразно предусмотреть и согласовать с заказчиком специальный документ, регламентирующий правила корректировки плана обеспечения качества ПС, а также состава и содержания поддерживающей его документации.

Адаптация номенклатуры и содержания документов ПС к особенностям системы и пользователей может базироваться на выборе подходящих шаблонов из набора документов, представленных в главе 3. В процессе адаптации состава и содержания документов должны быть учтены особенности пользователей, поддерживающего персонала, руководителей контракта, потенциальных покупателей (см. п.1.5). Процессы, работы шаблоны и задачи ЖЦ должны селектироваться и включать в себя перечень документов, которые нужно разработать и информацию о персональной ответственности за них. Выбранные процессы, работы и задачи, не обеспечиваемые конкретными документами, следует оговаривать в самом контракте и утвержденном ЖЦ ПС. При адаптации документирования ПС необходимо также учитывать особенности проекта: стоимость, планирование, производительность специалистов, размеры проекта и интерфейс с человеком-пользователем. Все исходные данные и решения по адаптации номенклатуры, структуры и содержания документов должны быть документированы и утверждены руководством проекта вместе с обоснованием их целесообразности.

В каждой организации должна быть создана официальная система для сбора, анализа, обобщения, архивирования и поиска архивных данных и документов по проектам. Результатом сотрудничества заказчика и разработчика считается соглашение по требованиям к продукту и к документам. Многие организации просят заказчика **поставить свою подпись** на документах с требованиями и спецификациями: что означает, что клиент их подтверждает. Все участники утверждения требований к документам должны понимать свою меру ответственности. Иногда проблему создает менеджер по разработке, который хочет рассматривать свою подпись как способ сделать требования неизменными. Когда заказчик просит о каких-то изменениях, глупо указывать ему на утвержденные документы, на спецификацию требований к ПС и подчеркивать: **«вы подписали эти требования, и именно такую систему мы и создаем»** [7]. Реальность такова, что на ранних этапах работы над проектом известна лишь часть требований, которые со временем меняются. Утверждение требований – это та операция, которая закрывает прения, возникающие в процессе создания требований и документов. Тем не менее, участникам необходимо подтвердить свои слова подписями. Целесообразно применять ее как завершение этапа проекта и четкое коллективное понимание того, как подпись повлияет на возможные в будущем изменения.

Гораздо важнее ритуала подписи концепция создания **базовой**, или **основной версии** требований – документа проекта на какой-то момент времени. Текст под подписью на странице базовой версии должен звучать примерно так [7]: **«Подтверждаю, что настоящий документ наилучшим образом представляет наше понимание требований к этому проекту и документу на данный момент и что описанная система удовлетворит наши потребности. Я согласен вносить в будущем изменения в эту базовую версию в соответствии с процессом изменения требований и документов, определенным в проекте. Я понимаю, что утвержденные изменения могут потребовать переоценки стоимости, ресурсов и сроков сдачи проекта»**. Благодаря этому документу, команда получает возможность контролируемо изменять границы проекта и документов, анализируя влияние каждого предполагаемого изменения на ресурсы, сроки

сдачи и прочие факторы успеха проекта. Согласованное понимание значения подписи позволяет избежать конфликтов, возникающих при изменении взглядов на требования и документы, а также при изменении рыночных требований к проекту. Если заказчики боятся, что им не удастся внести коррективы после того, как утвердят спецификацию требований к ПС, они станут затягивать их утверждение, в результате чего возникает *паралич* аналитического и производственного процесса.

1.4. Управление специалистами при документировании программных средств

Важнейшим фактором при оценивании затрат на документирование в ЖЦ ПС являются люди – *специалисты*, с их уровнем профессиональной квалификации, а также с многообразием знаний, опыта, стимулов и потребностей. Быстрый рост сложности, повышение требований и ответственности за качество документов комплексов программ привели к появлению *новых требований к специалистам*, обеспечивающим все этапы жизненного цикла ПС. Каждый специалист ограничен в своих возможностях, способностях и квалификации, что отражается на специфических дефектах результатов и документах его деятельности. Специалисты в соответствии со своей квалификацией и ролью в проекте вносят в него специфические дефекты и ошибки достаточно определенных категорий, что целесообразно учитывать при прогнозировании документов проекта.

Разработка и документирование сложных ПС, особенно, на начальных и завершающих этапах, характеризуется *высокой долей творческого труда*. Дефекты, трудоемкость и длительность отдельных операций и частных работ существенно зависят от индивидуальных особенностей их исполнителей и характеристик конкретного проекта. Отсюда принципиальной особенностью планирования документирования комплексов программ является необходимость активного участия руководителей и заказчиков проектов в составлении планов на базе исследованных характеристик прототипов завершающих разработок ПС и их *личного опыта*.

Недостатки или отсутствие достоверного обоснования необходимых ресурсов для документирования проектов новых ПС, являются причинами острых конфликтов между заказчиками и разработчиками. Поэтому целесообразно *активно привлекать заказчиков* к управлению документированием проектов, чтобы обеспечить своевременность разработки ПС в условиях ограниченных ресурсов. Необходимы согласия заказчиков при принятии основных решений, и только они могут реально определить, как получить комплекс программ с необходимой документацией высокого качества, выполненный в срок и в пределах бюджета.

При разработке комплексов программ большими коллективами велика роль *квалификации руководителей* разработки, что непосредственно отражается на интегральных дефектах и документах проекта ПС. Руководство крупномасштабным проектом ПС должны осуществлять один или два лидера – менеджера с различными функциями:

- **менеджер проекта** – этот специалист, обеспечивающий коммуникацию между заказчиком и проектной командой, его задача – определять и обеспечивать удовлетворение требований заказчика с учетом согласованных с ним доступных ресурсов, и по возможности сокращать ошибки оценивания реальной сложности ПС и документов;
- **менеджер-архитектор комплекса программ и документации** – управляет коммуникациями и взаимоотношениями в проектной коллективе, является координатором создания компонентов, разрабатывает базовые, функциональные спецификации и управляет ими, ведет график проекта и отвечает за его состояние, инициирует принятие критических для хода проекта решений, которые могут содержать соответствующие типы ошибок документов планирования и системного проектирования ПС.

Уровень **квалификации заказчика** и корректность технического задания на разработку ПС может весьма сильно влиять на выделяемые ресурсы при создании комплекса программ. По тем или иным причинам даже при испытаниях заказчик зачастую обнаруживает, что решаются не совсем те задачи и не совсем так, как нужно, вследствие чего необходима переработка готовых программ, что отражается большим ущербом вследствие дефектов исходных требований заказчика. При проектировании и создании высококачественных комплексов программ, прежде всего, необходима организация и **тесное взаимодействие представителей заказчика и менеджеров разработчиков** проекта. Взгляды и требования заказчика, в основном, отражаются в функциональных и потребительских характеристиках и документах ПС. Устремления разработчиков направлены на возможность и способы их реализации с требуемым качеством. Эти различия исходных точек зрения на проект приводят к тому, что некоторые неформализованные представления тех и других имеют зоны неоднозначности и взаимного непонимания, отражающиеся на документах, что может приводить к конфликтам.

Разработчики должны иметь в своем составе квалифицированных, **проблемно-ориентированных аналитиков и системных архитекторов**, способных переводить функциональные требования заказчика в конкретные документы, спецификации и технические требования к комплексу программ и его компонентам [13, 17, 26]. Им необходима высокая квалификация по архитектурному построению, комплексной отладке и испытаниям ПС определенных классов, умение организовать коллектив для решения общей целевой задачи системы. Это позволит на ранних этапах исключать или сокращать системные и алгоритмические дефекты документов, обусловленные различием представления ими целей и задач проектов, а также их показателей качества.

Затраты труда при реализации и документировании крупномасштабного проекта ПС полезно распределить по двум категориям специалистов: разрабатывающим компоненты и ПС в целом и обеспечивающим технологию и качество программного продукта и документов. Организационное разделение специалистов, осуществляющих разработку ПС (первая категория), и специалистов, контролирующих и управляющих его качеством и документами в процессе разработки и всего ЖЦ (вторая категория), должно обеспечивать эффективное

достижение заданных характеристик, а также независимый, достоверный контроль затрат ресурсов при разработке ПС.

Специалисты первой категории непосредственно создают компоненты и ПС в целом с заданными показателями качества и документами. В процессе разработки их функции заключаются в тщательном соблюдении принятой в предприятии технологии и в формировании всех предписанных руководствами исходных, промежуточных и отчетных документов. При этом предполагается, что выбранная технология способна обеспечить необходимые значения конструктивных показателей качества продукта, а достижение заданных функциональных характеристик гарантируется тематической квалификацией соответствующих специалистов, регулярным контролем и сокращением возможных дефектов и ошибок в процессе разработки. Система стандартизированного документирования частных работ должна обеспечить объективное отражение качества компонентов и процессов их создания на всех этапах ЖЦ ПС [5, 15, 20].

Разделение труда специалистов этой категории в крупных проектных коллективах приводит к необходимости их дифференциации по квалификации и областям деятельности, каждая из которых характеризуется определенными типами документов и возможных дефектов (см. рис. 1.4):

- **спецификаторы** подготавливают описания функций соответствующих компонентов с уровнем детализации, достаточным для корректной разработки текстов программ программистами и их интерфейсов, которые могут содержать **преимущественно алгоритмические ошибки**;
- **разработчики программных компонентов – программисты** создают компоненты, удовлетворяющие спецификациям, реализуют возможности продукта, отслеживают и исправляют **программные дефекты и ошибки**, при разработке сложных систем это требует детального знания методов, технологии и языков программирования, а также проектирования баз данных;
- **системные интеграторы** сложных проблемно-ориентированных ПС работают над проектами, в значительной степени, отличными от программистов методами, на разных языках проектирования, используют различные средства автоматизации и имеют на выходе различные документы крупных компонентов и комплексов программ, с соответствующими **системными ошибками документов проектирования**;
- **тестировщики** обеспечивают проверку функциональных спецификации, систем обеспечения производительности, пользовательских интерфейсов, разрабатывают стратегию, выполняют и документируют тестирование для каждого компонента проекта ПС, должны быть административно независимыми от программистов и спецификаторов, характеризуются соответствующими уровнями оставшихся не выявленными **программных, алгоритмических и системных ошибок документов**;
- **управляющие сопровождением и конфигурацией, инструкторы интерфейсов** отвечают за снижение затрат на модификацию и сопровождение продукта, обеспечение максимальной эффективности разработчиков по взаимодействию компонентов и реализации версий ПС, принимают участие в обсуждениях пользовательского интерфейса и архитектуры продукта, что также не может быть без **ошибок проектирования, планирования и документирования проекта**;

- **документаторы** процессов и объектов ЖЦ ПС обеспечивают подготовку и издание сводных обобщающих технологических и эксплуатационных документов в соответствии с требованиями стандартов и возможными **дефектами документов**.

Анализ и мониторинг характеристик, последствий и частоты выявленных дефектов в документах конкретного комплекса программ может служить **ориентиром** для оценки индивидуальной квалификации и качества работы определенных специалистов. Следствием такого анализа может быть выделение некоторых специалистов, отличающихся большим числом дефектов, для их замены или дополнительного обучения с целью сокращения числа ошибок соответствующего типа. Накопление, классификация и обобщение характеристик дефектов определенных классов документов позволяет прогнозировать изменение ошибок по этапам развития жизненного цикла ПС, а также необходимое распределение состава и квалификации специалистов.

При выборе заказчиком надежного поставщика-разработчика проекта необходима **оценка тематической и технологической квалификации** возможного коллектива специалистов, а также его способности реализовать проект с заданными требованиями и качеством документации. Тематическую квалификацию специалистов в области создания ПС определенного функционального назначения приближенно можно характеризовать средней продолжительностью работы в данной проблемной области основной части команды, непосредственно участвующей в разработке алгоритмов, спецификаций, программ, баз данных и документов. Важнейшую роль играет комплексная квалификация руководителей – менеджеров разработки и системных аналитиков функциональных компонентов, и в меньшей степени непосредственных разработчиков программ в конкретной прикладной области. Особенно важна не индивидуальная характеристика каждого специалиста, а, прежде всего, **интегральный показатель квалификации “команды”**, реализующей некоторую, достаточно крупную функциональную задачу или весь проект. При низкой тематической квалификации допускаются наиболее грубые системные ошибки, требующие больших затрат при доработке программ или даже делающие проект практически не реализуемым [18, 19, 25].

Специалисты второй категории – технологи, обслуживающие и сопровождающие технологический инструментарий документирования, который применяется специалистами первой категории, обеспечивают применение системы качества проекта или предприятия, контролируют и инспектируют ее использование. Основные задачи второй категории специалистов должны быть сосредоточены на контроле процессов, затратах ресурсов, результатах выполнения работ, а также на принятии организационных и технологических контрмер для достижения их необходимого качества, обеспечивающего выполнение всех требований технического задания на ПС и документацию.

Технологи должны выбирать, приобретать и осваивать наиболее эффективный инструментарий для проектов, реализуемых конкретной фирмой с учетом особенностей создаваемых ПС требуемого качества и рентабельности технологических средств. Они должны разрабатывать регламентированный технологический процесс и систему качества, поддерживающие весь ЖЦ ПС и обу-

чать разработчиков ПС квалифицированному применению соответствующих инструментальных средств, документации и технологий.

Специалисты, непосредственно управляющие обеспечением качества ПС и документов, должны овладеть стандартами и методиками предприятия, поддерживающими регистрацию, контроль, документирование и воздействия на выявление дефектов на всех этапах ЖЦ комплекса программ. Они должны обеспечивать эксплуатацию системы качества проекта, выявление всех отклонений от заданных показателей качества объектов, процессов и документов, а также от предписанной технологии на промежуточных и заключительных этапах разработки.

Для сокращения и устранения дефектов документов проекта посредством адекватных контрмер необходима четкая организация коллектива специалистов и автоматизация процессов исправления дефектов, которые позволяют избегать множества вторичных ошибок, обусловленных недостаточной координацией проводимых корректировок и формирования новых версий сложных ПС и документов. Этому должна способствовать утвержденная дисциплина и иерархия принятия решений на координированные изменения компонентов и ПС в целом, должностными лицами проекта, поддержанная методами и средствами защиты от несанкционированного доступа при выполнении корректировок документов специалистами различной квалификации и права доступа к модификациям компонентов на разных уровнях проекта (см. п.1.5).

Следует установить **полномочия специалистов** или групп для санкционирования и выполнения изменений документов – контрмер на каждом уровне разработчиков ПС (например, программист, аналитик, руководитель группы программистов, менеджер проекта, заказчик). В контрмеры входит последовательность работ, которые необходимо выполнить для того, чтобы: запросить разрешение на изменение; обработать запрос на изменение; проследить изменение; распределить изменения и сопровождать предыдущие версии программного продукта и документации. Изменения, которые воздействуют на продукт, уже находящийся на эксплуатации, должны быть предоставлены заказчику в соответствии с установленными контрактом формами и процедурами.

На основе проведенного анализа персонал разработки должен разрабатывать варианты реализации изменений и документально оформлять: сообщение о каждом дефекте или заявку на внесение изменений; результаты их анализа и варианты реализации изменений, **оценку их влияния на функциональную пригодность**. Следует согласовывать с заказчиком выбранные варианты изменений документов в соответствии с договором. Регистрация и учет истории этого процесса обеспечивает возможность его контроля и пошагового восстановления выполненных изменений (отката) документов для **выявления вторичных дефектов**, внесенных в процессе разработки очередной версии. Такие дефекты обычно обусловлены одновременным, не скоординированным внесением групп изменений документов несколькими специалистами или потерей некоторых корректировок в определенной версии ПС.

Если предполагается, что программный продукт будет иметь длительный, жизненный цикл поддержки или ожидаются значительные корректировки в ЖЦ ПС, то следует рассмотреть и учесть наиболее детальные требования к методи-

ке организации и к коллективу, ответственному за совершенствование и документирование программ. В стратегии сопровождения документов следует учесть характеристики системы: количество компонентов программного средства, типы, размер, критичность и безопасность создаваемых и применяемых программных продуктов и документов. Для конкретного проекта они должны быть *определены и зафиксированы в Программе управления конфигурацией ПС*.

Управление конфигурацией ПС – это процессы (см. стандарты ISO 12207, ISO 15846, ISO 14764):

- оценивания состояния версий программных средств, их дефектов и документов;
- идентификации, определения и базирования конфигурации компонентов и документов в системе;
- планирования процедур управления конфигурацией ПС и его компонентов;
- управления, модификацией и выпуском версий программных продуктов и документов.

Цель конфигурационного управления документацией при создании сложных систем, состоящих из многих компонентов (единиц конфигурации), каждый из которых может иметь разновидности или версии, обеспечить управляемое и контролируемое развитие их структуры, состава компонентов и функций, а также сокращение дефектов в течение всего жизненного цикла ПС и документов. В процессе организации конфигурационного управления необходимо построить и использовать компактные и наглядные *схемы однозначной иерархической идентификации и изменения компонентов и документов ПС* :

- объектов – модулей и компонентов ПС разного уровня интеграции, подвергающихся корректировкам (систему идентификации и адресации изменений в комплексе программ и в документах);
- корректировок содержания и взаимодействия проводимых изменений, которая должна обеспечивать возможность однозначного контроля, истории развития модификаций компонентов любого уровня, во времени и в пространстве элементов версий комплекса программ (типы, содержание и взаимосвязь корректировок документов);
- специалистов, участвующих в конфигурационном управлении и сокращении дефектов, их права на доступ к определенным компонентам ПС и документам на конкретных стадиях разработки, реализации и утверждения изменений.

В процессах совершенствования сложных ПС и документации участвует большое число специалистов различных направлений и квалификации, которые при необходимости могут объединяться в единый коллектив – *службу сопровождения, управления конфигурацией программного продукта и документов*. Менеджер проекта является высшим должностным лицом, принимающим важнейшие решения по внесению изменений и корректировке конфигурации сложных ПС и документов. Он взаимодействует с заказчиком и пользователями, определяющими разработку или эксплуатацию ПС, для согласования изменений в системе, в контракте и в техническом задании. Заказчик системы должен оценивать и утверждать наиболее крупные изменения, заметно влияющие

на условия контракта, технические требования или стоимость проекта ПС.

Организационная структура коллектива специалистов при корректировках сложных комплексов программ должна учитывать: цели и функции управления конфигурацией; взаимодействующие организации; службы проектирования, закупок и контрактов; систему обеспечения качества и другие средства, которые могут быть привлечены, охватывая, если необходимо, субподрядчиков и поставщиков. Она должна определять связи между различными видами деятельности, непосредственно входящими в процесс управления конфигурацией, обеспечивать координацию действий с другими работами, а также распределение соответствующих полномочий и ответственности за все действия по управлению корректировками документов. При организации сложного проекта следует идентифицировать инстанцию, уполномоченную **утверждать конфигурационные базы программных продуктов и документов** для поставки заказчику и пользователям, и любые изменения к ним.

В процессе эксплуатации версий ПС у каждого пользователя могут появляться некоторые претензии к функционированию, которые квалифицируются им как ошибки или дефекты эталонной или собственной версии. Для общения с пользователями и накопления информации о выявляемых недостатках в широко тиражируемых сложных ПС целесообразно выделить группы специалистов высокой квалификации, овладевших всеми функциональными возможностями данного ПС. От пользователей или заказчика могут поступать также предложения по внесению изменений в версию для улучшения эксплуатационных характеристик и расширения функциональных возможностей ПС. Аналогичные предложения могут поступать от разработчиков комплекса программ. Для оценки предложений полезно экспериментальное тестирование предварительных вариантов изменений версии ПС и документов.

Структура коллектива разработчиков, обычно, в значительной степени отражает структуру разрабатываемого ПС. Особенно это заметно при создании крупных комплексов программ размером $10^5 - 10^6$ строк. При этом группы функциональных программ локализуются по соответствующим группам специалистов с целью минимизации связей и упрощения взаимодействия, как между группами разработчиков, так и между создаваемыми ими программами и документами.

Для реализации мероприятий по планированию и управлению жизненным циклом и документированием концептуально целостных, крупномасштабных ПС и обеспечения их качества в пределах допустимых затрат, необходимы организационные действия менеджеров и системных архитекторов, направленные на подбор и обучение коллектива специалистов разных категорий и специализаций. Перечисленные выше специализации и квалификации персонала, участвующего в крупномасштабных проектах ПС, **требуют соответствующей их подготовки, отбора и обучения**. Должны быть разработаны и документированы планы проекта, требования и цели обучения, а также разработаны руководства, включая документы, используемые для обучения (см. шестую часть **ISO 15504**, [15]). Персонал, ответственный за выполнение конкретных задач с высоким риском [14, 23, 28] должен быть **аттестован**, если это необходимо, на основе соответствующего образования, подготовки и/или опыта работы.

Оценка размера будущего продукта и комплекса документации является весьма важной, поскольку она является частью одной наиболее сложной задач проекта: установки реальных ориентиров затрат для заказчика. Нереальные ожидания, основанные на неточных оценках требуемых ресурсов, представляют собой одну из **частых причин провала проектов вследствие высоких рисков ограничения ресурсов**. Зачастую причина кроется не в недостаточной производительности команды специалистов проекта, а в неточном предвидении уровня её уровня, и размера документации проекта. Так как величина и достоверность определения размера проекта ПС ключевой фактор последующего анализа влияния ограничений ресурсов, то целесообразно применять несколько доступных методов для его оценивания. Конкретизация функций, структуры ПС, состава компонентов проекта позволяет более достоверно определить размеры групп программ и, суммируя их, рассчитать размер всего комплекса программ и документов. Кроме того, на этом этапе повышается возможность выбора и использования аналогов данного проекта, так как становятся более определенными задачи, функции и компоненты разрабатываемого ПС, для которого желательно найти аналоги с известными апробированными характеристиками. Особенно сильно на снижение суммарных затрат влияет использование готовых компонентов и документов из предшествующих разработок. При анализе аналогов могут быть выделены компоненты, пригодные для повторного применения в новом проекте. Это позволяет оценить возможную долю использования готовых компонентов и тем самым определить эффективный размер комплекса программ и документов, подлежащий непосредственной разработке.

1.5. Документооборот в жизненном цикле проектов программных средств

Для реализации на практике приведенных выше концепций, требований и планов документирования в проектах программных средств необходимы **организационные мероприятия**, гарантирующие участникам проектов определенную культуру, дисциплину разработки и применения документов. Такая организационная система должна обеспечивать специалистам разной квалификации и роли в проекте, возможность взаимодействия при решении требуемых комплексных задач, для накопления, хранения и обмена упорядоченной информацией о состоянии и изменениях компонентов проекта. Формализованная в документах такая информация должна повысить ответственность специалистов за корректность её содержания, оперативность формирования и изменения, качество процессов трансформации и реализации в жизненном цикле ПС.

Для этого в каждом крупном проекте комплекса программ должен быть организован **регламентированный процесс документооборота**, обеспечивающий для коллектива специалистов единую среду разработки, изменения и утверждения документов, адекватных реальному содержанию объектного кода программ и текстовых данных файлов проекта ПС. Процесс организации и технологического обеспечения документооборота должен быть ориентирован на слаженную, коллективную работу различных профессионалов, объединенных единой целью создания требуемого заказчиком комплекса программ с заданными функциями и высоким качеством документации. Каждый участник проекта в

соответствии со своими функциональными обязанностями должен иметь доступ к необходимой для него корректной информации, и ограничен возможностями обращения к несанкционированным для него данным .

Технической основой документооборота являются **системы управления базами данных** (СУБД), адекватные целям и функциям проектов, структурированные по целям, назначению и содержанию данных в выделенных подсистемах документооборота. Они должны обеспечивать возможность управления организационной и проектной деятельностью коллективов специалистов подсистем документооборота, универсальное хранилище в них необходимых данных, с инструментами наполнения, корректировки, поиска и контроля информации, соответствующей их профессиональной деятельности. Должны быть упорядочены деловые коммуникации между специалистами разных категорий, управление динамическими процессами изменений и транспортировки документов между подсистемами документооборота для приближения их в соответствии с целями, к месту использования специалистами.

Первоначально должен быть разработан **проект архитектуры системы документооборота и руководство по её применению**, настроена выбранная СУБД на управление шестью взаимодействующими подсистемами документооборота, с соответствующими комплектами шаблонов документов, с учетом класса и масштаба предполагаемого проекта ПС. По мере развития жизненного цикла проекта комплекса программ, шаблоны подсистем документооборота должны поэтапно заполняться реальными данными от заказчика и разработчиков соответствующих квалификаций, и контролироваться менеджерами проекта. При этом следует управлять динамикой процессов реализации процедур документооборота, регистрировать реальное использование ресурсов специалистов, текущее время выполнения процедур процессов проекта и оформления документов в подсистемах документооборота.

Эти данные в подсистемах документооборота должны быть защищены от случайных и преднамеренных искажений, путем организованного санкционирования, дублирования и контроля документов, истории их создания и изменения, в процессах жизненного цикла. Необходимо гарантировать сохранность версий документов, с учетом их важности для результатов всего проекта. Особенно защищенным от искажений, следует сохранять **архив документов базовых версий программных продуктов**, прошедших успешные испытания, утвержденных заказчиком, и скрепленных его электронной цифровой подписью. Для устранения дефектов, реализации корректировок и ошибок при развитии новых базовых версий целесообразно выделять рабочую копию предшествовавшей базовой версии и архив накопленных изменений, обеспечивающих возможность “отката” к предыдущей базовой версии в случае разрушительных некорректных изменений в процессе разработки новой базовой версии.

Такая **система документооборота** может быть структурирована в соответствии с адаптированной версией жизненного цикла ПС. Эта система поддерживается комплексом около пятидесяти шаблонов технологических документов, детализированных в разделах 3.1 – 3.6 главы 3. Состав эксплуатационных документов (п. 3.7) достаточно консервативен и слабо связан с технологическими документами, поэтому он выделен. В соответствии с основными задачами шести групп специалистов, представлены частные подсистемы документооборота, ори-

ентированные на определенные процессы и компоненты комплексов программ. Для каждой подсистемы рекомендуется выделять достаточно автономную базу данных компонентов ПС с ограниченным доступом только определенных категорий специалистов. Эти базы данных могут быть построены на стандартизированной основе СУБД проекта, взаимодействовать с аналогичными по структуре предшествующей и последующей базами данных. Они должны накапливать и содержать основные компоненты и документы проекта ПС на соответствующем уровне жизненного цикла. Интерфейсы этого взаимодействия баз данных должны быть стандартизированы, по возможности ограничены по объему и доступности обмениваемой текущей и отчетной информации для других категорий специалистов. Каждая группа документов в главе 3 сопровождается таблицей, в которой выделены рекомендуемые документы для крупномасштабных, средних и относительно простых ПС. Ряд отчетных документов базовых версий проекта по согласованию между заказчиком и разработчиками должны утверждаться электронной подписью. Для каждого сложного проекта комплекса программ целесообразно оформлять и утверждать **руководство и схему документооборота**, а также категории ответственных лиц за их поэтапную реализацию и контроль. В реальных проектах ПС возможны отклонения от такой линейной схемы двух типов:

- прерывание процессов документооборота и прекращения всей разработки на промежуточных этапах системного, предварительного или детального проекта ПС (п. 3.1 и п. 3.2 в гл.3), вследствие недостаточности ресурсов для его полной реализации или вследствие отказа заказчика продолжать данный проект при появлении альтернативного варианта;
- итерационный возврат на предшествующие подсистемы документооборота, а также на их компоненты и шаблоны для корректировки и уточнения, обусловленные изменениями, взаимосвязанных с ними компонентов проекта ПС.

При наличии прототипов проекта ПС и ряда детальных спецификаций требований, для создания новой базовой версии может отсутствовать необходимость её системного, предварительного или детального проектирования, а разработка и тестирование программных компонентов выполняться в процессе расширения предшествовавшей базовой версии (п. 3.3 и п. 3.4 в гл. 3). Тем самым процессы и руководства документооборота при развитии и совершенствовании версий ПС могут формализоваться, начиная с некоторых промежуточных этапов жизненного цикла комплекса программ.

Выше, в ведении подчеркивалось, что проводимый в книге анализ документирования программных средств ориентирован на жизненный цикл наиболее сложных крупномасштабных проектов комплексов программ высокого качества [11, 16, 19]. Большинство проектов ПС являются более простым, и их документооборот может быть значительно сокращен. Для этого рекомендуется проводить адаптацию и формировать **практическую рабочую версию Руководства документооборота** жизненного цикла конкретного проекта ПС. Для этого реализуется методика последовательного сокращения подсистем и компонентов документооборота, которая начинается с определения масштаба и наличия предыстории проекта. Известные функции, потенциальные пользователи и концепции существующих версий ПС позволяют прогнозировать направления совершенствования и уменьшения документооборота для нового проекта, имеющего

прототип. При этом, возможно, потребуется выбор новой СУБД и её адаптация для реализации совокупности нового сокращенного набора подсистем документооборота. Дальнейшая адаптация Руководства документооборота проекта ПС может включать отбор и уменьшение состава шаблонов документов, а также исключение некоторых требований и характеристик в них, для реализации конкретного проекта ПС в выделенных подсистемах документооборота. Таким образом, для каждого проекта комплекса программ в начале его реализации целесообразно подготовить *адаптированную версию руководства документооборота*, которая должна обеспечивать регламентирование работы специалистов при документировании нового проекта.

В процессе реализации проекта производится наполнение отобранных шаблонов документов реальными требованиями и характеристиками результатов разработки, и архивация компонентов и отчетов выполненного проекта. При этом фиксируются корректировки и исправления дефектов и ошибок, и оформляются комплекты документов базовых версий программных продуктов поставляемых заказчику. Эти процедуры целесообразно выделять в отдельную подсистему документооборота – сопровождения, конфигурационного управления версиями и корректировками программного продукта (п. 3.6 в гл. 3), для чего, формировать группу специалистов, которые могут быть организационно автономными от остальных подсистем документирования и даже размещаться на другом предприятии.

В базовые версии ПС входит *седьмая подсистема документооборота – комплект документов пользователей* (п. 3.7 в гл.3). Этот комплект и содержание шаблонов документов также следует адаптировать в соответствии с требованиями и характеристиками проекта. В системах реального времени в ряде случаев могут отсутствовать документы административного управления, а также сокращены в шаблонах требования и функции пользователей. В комплексах программ административных систем может доминировать документооборот администраторов, действующих совместно с оперативными пользователями основных функций программного продукта. В некоторых автоматизированных системах реального времени программный продукт является органическим компонентом системы управления и внешней среды, и документация должна выполнять в основном контрольные функции инсталляции и оценки целостности функционирования программного продукта в системе. Эти особенности пользовательского документооборота требуют особенно тщательной её подготовки, так как не всегда пользователи обладают достаточно высокой квалификацией и для эффективной эксплуатации сложного программного продукта требуется полное и детальное изложение содержания этих документов.

Глава 2. Стандартизация документирования процессов и продуктов сложных программных средств

2.1. Стандарты, регламентирующие документирование проектов сложных программных средств

Общие требования к составу и содержанию документов, поддерживающих создание ПС, представлены в ряде стандартов разного ранга, в фирменных описаниях технологий и в публикациях по управлению проектами. Состав и формы документов широко варьируется в зависимости от класса и характеристик объекта разработки, а также в зависимости от используемой технологии. Наиболее сложному случаю разработки критических ПС высокого качества соответствует представленная широкая номенклатура документов. Такой перечень документов может быть использован как базовый для формирования из него состава документов в остальных более простых случаях (см. Приложение 1).

Стандарт ISO 9294 представляет *руководство по документированию ПС для менеджеров, отвечающих за создание программных продуктов*. Руководство предназначено для помощи в управлении разработкой и эффективном документировании программных проектов. Стандарт содержит рекомендуемые стратегии, процедуры, ресурсы и планы, которыми должны заниматься руководители проектов в целях эффективного создания комплектов документов ПС.

Руководители проектов ПС должны осуществлять организацию работ по документированию и поддержку этих работ в планах, которыми они определяются. Для этого требуется руководство и стимулирование персонала при проведении требуемого документирования и обеспечение его ресурсами в этих работах. Специалистам необходимо обеспечить: опубликованные официальные отчеты о стратегии документирования; стандарты и руководства, определяющие все аспекты процессов документирования; выделение соответствующих ресурсов на документирование; планирование документирования, осуществляемое как неотъемлемая часть процесса разработки программного средства.

Во время разработки ПС администрации необходимо оценивать ход работы, возникающие проблемы и развитие процесса документирования. Периодические стандартизированные отчеты, согласно которым проверяется ход работ по графику и представляются планы на следующий период, должны обеспечивать контроль и обзор развития проекта. Этим специалистам необходимы средства общения друг с другом, обеспечивающие информацию, которую можно, при необходимости, воспроизводить, распространять и на которую можно ссылаться. Большинство методологий разработки ПС устанавливают официальные документы для связи между задачами и специалистами. Для обеспечения качества ПС требуется документация процессов разработки и документация продукции. Сопровождающим специалистам и программистам требуется детальное описание ПС, такое, чтобы они могли локализовать и корректировать дефекты, модернизировать и изменять программы.

Стратегии документирования, подготовленные и отслеживаемые администрацией проекта, должны обеспечивать документы для ответственных лиц, принимающих решения на всех нижних уровнях. Из-за существенной роли, которую играет документация на всех этапах жизненного цикла ПС, должна быть подготовлена официально утвержденная стратегия. Каждый специалист, затронутый стратегией, должен быть информирован о ней и должен ее понимать. Официальная, описанная, разрекламированная стратегия устанавливает дисциплину, требуемую для эффективного документирования ПС.

Стратегия должна поддерживать основные элементы эффективного документирования, требования документации должны охватывать весь жизненный цикл ПС. Руководители и специалисты по изданиям должны готовить шаблоны документов, подробные планы, охватывающие документирование продукции, графики, обязанности, ресурсы, обеспечение качества и процедуры проверок. Читателями документов могут быть руководители, аналитики, специалисты по экспертным системам, сопровождающие программисты, канцелярский персонал. В зависимости от выполняемых задач им требуются различные степени детализации и различное представление материала. Специалисты по изданиям должны быть готовы соответствующим образом спроектировать различные типы шаблоны документации, предназначенные для различных читателей.

Внутри предприятия *должны быть приняты стандарты и руководства* для:

- модели жизненного цикла ПС;
- типов и взаимосвязей документов;
- содержания и шаблонов документов;
- качества документов;
- форматов и обозначения шаблонов документов.

Такие стандарты и руководства должны определять, как следует выполнять задачи документирования, обеспечивать критерии для оценки полноты, полезности и соответствия документации программному продукту. По возможности, должны быть использованы действующие международные и национальные стандарты. Зачастую могут требоваться управленческие решения для адаптации общих рекомендаций этих стандартов к конкретным проектам. Контракт с заказчиком должен требовать, чтобы документация удовлетворяла принятым стандартам. Он должен определять типы поставляемых документов, уровень качества каждого и процедуры их проверки и утверждения.

Руководители должны, выбрать соответствующую модель ЖЦ ПС и гарантировать, чтобы ее применяли в данном предприятии. Создание документации, связанной с конкретным этапом, может быть использовано как контрольный пункт для проверки, приемки и завершения этапа работ. Программные документы в данном стандарте предлагается представить разделенными на три категории:

- документация разработки;
- документация продукции;
- документация управления проектом.

Документация разработки (технологическая) описывает процесс разработки, определяет требования, которым должно удовлетворять ПС, определяет проект, как его контролируют и обеспечивают качество. Документация разработки включает подробное техническое описание ПС (программную логику, взаимосвязи, форматы и хранение данных). Она является средством связи между всеми лицами, вовлеченными в процесс разработки, описывает подробности решений, принятых относительно требований к ПС, проекту, программированию и тестированию, а также обязанности группы разработки – кто, что и когда делает, учитывая роль объекта работ, документации, персонала, обеспечивающего качество, и каждого специалиста в процессе разра-

ботки. Документация образует основу сопровождения – описывает историю разработки ПС. Если документы разработки отсутствуют, неполны или устарели, руководители теряют важное средство для отслеживания и контроля проекта.

Документация продукции (эксплуатационная) обеспечивает информацию, необходимую для эксплуатации, сопровождения, модернизации, преобразования и передачи программной продукции пользователю. Она обеспечивает учебную и справочную информацию, для специалистов использующих или эксплуатирующих программную продукцию; облегчает программистам, не разрабатывавшим ПС, его сопровождение и модернизацию; помогает продаже или приемке программной продукции. Документация продукции, должна включать материалы: для пользователей, которые вводят данные, восстанавливают информацию и решают задачи с помощью ПС; для операторов, которые применяют ПС на вычислительной системе; для сопровождающих программистов, а также материалы для руководителей, которые следят за использованием комплекса программ. Типовые документы продукции включают: учебные руководства; справочные руководства и руководства пользователей; руководства по сопровождению ПС; брошюры и информационные листовки, посвященные рекламе продукции.

Документация управления проектом включает графики для каждой стадии процесса разработки и отчеты об изменениях графиков; отчеты о согласованных изменениях программ; отчеты о решениях, связанных с разработкой; распределение обязанностей специалистов. Руководители должны применять стандарты, распространяющиеся на обеспечение качества, соответственно различными типами документов и различным типам проектов, и должны определять, как это качество будет достигнуто и поддержано. Понятия качества документации включает: качество содержания; структуру информации; представление проекта с иллюстрациями.

Стандартизированные форматы – шаблоны документов важны для контроля качества документов, для читаемости документов и для облегчения их сопровождения. Форматы документов могут различаться от проекта к проекту. Они зависят от таких факторов, как объем проекта, аудитория, для которой предназначены документы, количество установленных стадий и бюджет документирования. В проектируемых форматах должно быть учтено будут ли документы переводиться для международного распространения.

Стандартные обозначения документов необходимы для эффективного контроля документации. Обозначающая информация может включать в себя: заглавие документа; номер версии документа; дату выпуска и пересмотра; реквизиты автора; реквизиты утвердившего лица; обозначение защищенности (авторских прав); обозначение предприятия. Должны быть установлены **процедуры для применяемых стратегий**:

- последовательность документирования;
- планирование;
- конфигурационное управление;
- проверки;
- утверждение;
- производство;

- хранение;
- дублирование;
- распространение и модернизация;
- продажа.

Процедуры также должны определять контрольные пункты и методы обеспечения качества.

Основными ресурсами в стандарте, для документирования выделяются: персонал; инструментальные средства; финансирование. Для процесса разработки необходимы люди со знанием: программирования; сути предмета применения ПС; документирования продукции. Важно, чтобы штат был полностью обучен методам документирования, и чтобы каждая группа специалистов полностью понимала и выполняла свою роль в процессе документирования. Проектировщики ПС и программисты создают документацию разработки; специалисты в предметной области обеспечивают информацию для стадий изучения спецификаций требований, планов тестирования и обеспечения качества, планов сборки программ. Специалисты по изданию обычно готовят документацию по обучению пользователей, а также справочную и информационную о продукции.

Важно предусмотреть обеспечение задач документирования соответствующими техническими средствами. Они могут быть применены для повышения эффективности многих процессов документирования и использования стандартов данного предприятия, распространяющихся на документирование. Полезно, чтобы стоимость документирования определяли как отдельные статьи бюджета, так как она нередко составляет значительную часть стоимости разработки ПС.

План документирования определяет, что должно быть сделано, как, когда и кто это должен делать. Для больших проектов это может быть объемный документ, который следует установленным стандартам и является предметом для официальной проверки и процедуры утверждения. План документирования должен быть доведен до всех участников разрабатывающего коллектива, кого он касается. Должны быть четко установлены обязанности всех вовлеченных в работу, связанную с документированием. График документирования должен распределять время для: планирования разработки документов; проверки плана и принципов документирования; подготовки проектов и проверки их на техническую точность, полноту и соответствие; проведение согласования; распространения. Планирование следует начинать заранее, реализацию плана необходимо проверять на всем протяжении проекта. План документирования отражает намечаемые действия и является объектом для необходимых изменений. В проекте должны быть предусмотрены регулярные проверки результативности изменений в плане.

Стандарт ISO 12182 – описывает схему **классификации программных средств**, охватывающую существенные характеристики и атрибуты, отражающие и определяющие ПС, их виды и классы. Установленная в стандарте классификация предназначена для определения классов конкретных ПС, и связей программных задач, процессов или продуктов и их документов со стандартами программной инженерии. В настоящем стандарте установлена схема классификации, помогающая:

- уточнить области применения используемого стандарта или ПС;

- определить, выбрать стандарты и шаблоны документов, применимые к конкретному проекту ПС;
- определить классификационные характеристики новых стандартов.

Описанная в настоящем стандарте классификация может служить в качестве концептуальной схемы построения системы документации. Разработчики и заказчики должны применять собственные подходы к использованию данной классификации. Ее описание не основано на четко установленных потребностях разработчиков и пользователей, поэтому применение данной схемы в практической деятельности не является обязательным. Схема классификации состоит из 16 видов, которые объединены в следующие группы.

Внутренние виды:

- режим эксплуатации;
- масштаб ПС;
- стабильность ПС;
- функциональные возможности;
- функции ПС;
- требование защиты;
- требование надежности;
- требуемые рабочие характеристики;
- исходный язык.

Виды среды:

- прикладная область информационной системы;
- вычислительная система и среда;
- класс пользователя;
- требование к вычислительным ресурсам;
- критичность ПС;
- готовность программного продукта.

Виды данных:

- представление данных;
- использование программных данных.

Для классификации конкретного ПС может быть достаточен один вид или выбранный набор видов с конкретными классами. В зависимости от специфики ПС может быть необходимым использование дополнительных видов. В ряде случаев применения схемы классификации для представления наиболее специфичных характеристик и документации ПС может быть использована комбинация нескольких видов с конкретными классами. Схема классификации, связанная с описанием каждого вида, представляет собой перечень классов, соответствующих данному виду. В большинстве случаев такие перечни являются типовыми или открытыми, а не исчерпывающими или полными. Пользователи схемы классификации должны руководствоваться собственными соображениями при выборе и идентификации соответствующих классов для конкретного ПС или прикладной области. Примерами *классов функции ПС* являются:

- обработка деловых сообщений;
- компиляция;
- научные вычисления;
- обработка текстов;
- медицинские системы;

- системы управления объектами или процессами.

Для вида *прикладная область системы*, классы должны быть определены в зависимости от типа или класса внешней среды и системы, в которой они устанавливаются. Примерами классов прикладной области являются:

- наука;
- бытовые устройства;
- оборудование;
- аппаратура управления объектом или процессом;
- предпринимательство;
- система организации сети.

Для вида *режим эксплуатации* классы должны быть определены в зависимости от конкретных технологий или типов обработки, принятых в системе:

- пакетная обработка данных;
- обработка данных в режиме реального времени;
- обработка данных в режиме разделения времени;
- параллельная обработка данных;
- совмещенная обработка данных.

Для вида *масштаб ПС* должны быть определены классы в зависимости от размера или сложности ПС. Размер может быть определен в числа строк исходной программы (SLOC), исключая комментарии, и уточнен на уровне языка (в Ассемблере, Фортране, Аде). Сложность может быть определена как функция соответствующего параметра, классов масштаба ПС:

- малый;
- средний;
- большой.

Следует учитывать, что диапазоны выше названных классов не должны быть жесткими. Напротив, классы должны быть установлены с учетом представления неопределенных или приблизительных диапазонов. В остальные 12 видов характеристик, которые в стандарте иллюстрируются примерами классов, выделены:

- представление данных;
- исходный язык;
- критичность ПС;
- класс пользователя;
- стабильность ПС;
- готовность программного продукта;
- использование программных данных;
- требуемые рабочие характеристики;
- требование защиты;
- требование надежности;
- вычислительная система и среда;
- требование к вычислительным ресурсам.

Применение стандарта иллюстрируется таблицей взаимосвязи шести характеристик качества ПС по стандарту **ISO 9126** и 16-ти видов классификации комплексов программ в области действия стандарта **ISO 12182**.

В стандарте **ISO 12207 документированию посвящен специальный раздел 6.1** в группе вспомогательных процессов. Кроме того, почти все процессы и работы основного, пятого раздела стандарта, представляющего этапы и работы жизненного цикла ПС, **отражают конкретные требования к документированию соответствующих работ**. Специальный раздел стандарта по документированию ПС имеет следующее содержание (с небольшими сокращениями нумерации).

Процесс документирования – это процесс для записи информации, произведенной процессами жизненного цикла. Процесс содержит набор действий, которые планируют, проектируют, разрабатывают, производят, редактируют, распределяют и сопровождают те документы, в которых нуждаются все заинтересованные лица проекта, такие как менеджеры, инженеры и пользователи системы или программного продукта.

Реализация процесса – должен быть разработан, документирован и реализован план, идентифицирующий документы, которые должны быть произведены в течение жизненного цикла программного продукта. Для каждого идентифицированного документа должно быть определено следующее: заглавие (титул) или название; цель; предназначенная аудитория; процедуры и обязательства для вводов, разработки, обзора, модификации, утверждения, производства, хранения, распределения, сопровождения и управления конфигурацией; план, режим, программа для промежуточных и конечных (заключительных) версий.

Проектирование и разработка – каждый идентифицированный документ должен быть спроектирован (разработан) согласно соответствующим документационным стандартам для формата – шаблона, описания содержания, нумерации страниц, размещения рисунков/таблиц, маркировки (отметки) права собственности/защиты и других компонентов представления. Должны быть подтверждены источники и соответствие входных данных для документов. Подготовленные документы должны быть рассмотрены и отредактированы на предмет формата, технического содержания и стиля представления в соответствии с их стандартами. Они должны быть рассмотрены на соответствие и одобрены доверенным персоналом до выпуска.

Производство – документы должны быть произведены и поставлены заказчику согласно плану. Производство и дистрибуция документов может использовать бумагу, электронные или другие средства. Оригинальный материал (оригинал) должен быть сохранен согласно требованиям для хранения данных, защиты, содержания и дублирования. Средства управления должны быть поставлены согласно процессу управления конфигурацией (раздел 6.2 стандарта **ISO 12207**).

Сопровождение – задачи, требующие исполнения измененного кода, представленного в документации, должны быть выполнены в соответствии с Процессами сопровождения (см. раздел 5.5 стандарта). Для тех документов, которые находятся под конфигурационным управлением, модификации должны управляться согласно Процессу управления конфигурацией.

Стандарт ГОСТ Р 51904 регламентирует документы, которые создаются в течение всего жизненного цикла ПС. Эти документы позволяют реализовать процессы и модификацию программного средства. Заказчик должен осуществлять выбор необходимого и экономически обоснованного состава и содержания

документов для конкретной разработки. Заказчик разрешает любые конфликты между требованиями разрабатывающего предприятия и требованиями контракта. В настоящем стандарте не ставилась задача описать все документы, которые могут быть необходимы для разработки конкретного программного средства, и предложить конкретные методы организации информации. Дополнительно к 39-и документам, определяемым в этом стандарте, могут быть подготовлены другие документы для поддержки процесса разработки и удовлетворения требований контракта. В отдельном разделе обсуждаются характеристики, форма, методы контроля конфигурации и содержание документов жизненного цикла ПС, при этом выделены:

- **однозначность**: информация является однозначной, если она написана в терминах, которые допускают только единственную интерпретацию, уточненную, если необходимо, соответствующими определениями;
- **полнота**: информация является полной, если она включает в себя необходимые требования и/или описательные материалы, определяет ответную реакцию для всего диапазона допустимых входных данных, используемые рисунки и таблицы сопровождаются необходимыми обозначениями, термины и единицы измерения определены;
- **верифицируемость**: информация является верифицируемой, если она может быть проверена на корректность человеком или инструментальным средством;
- **согласованность**: информация является согласованной, если не существует противоречий внутри нее и с внешней средой;
- **модифицируемость**: информация является модифицируемой, если она структурирована и имеет такой стиль, что изменения могут быть выполнены в необходимом объеме, согласованно и корректно без нарушения структуры компонента или проекта ПС;
- **трассируемость**: информация является трассируемой, если для каждого его компонента может быть определен корректный первоисточник.

Форма документов должна обеспечивать эффективный поиск и просмотр документов ПС в процессе обслуживания систем. Состав документов и их конкретная форма должны быть определены в Плане. Документы жизненного цикла ПС могут быть отнесены к одной из двух категорий степени контроля, в соответствии с применяемыми в стандарте методами управления конфигурацией. Введение различных категорий контроля позволяет снизить стоимость разработки в случаях, когда менее строгий контроль может быть применен без снижения допустимого качества и безопасности.

Кроме стандартов, приведенных в данном разделе, процессы документирования и рекомендуемая структура шаблонов документов отражены, в той или иной степени, во многих стандартах, основная часть которых перечислена в Приложении 1.

2.2. Стандарты, регламентирующие эксплуатационную документацию программных средств

Эксплуатационная документация должна обеспечивать эффективное применение программных средств в соответствии с их назначением и функциями квалифи-

цированными специалистами-пользователями. Состав и содержание комплекта документов конкретного программного продукта, следует адаптировать разработчиками к его особенностям и свойствам **на основе использования стандартов и типовых структур – шаблонов**, представленных в п. 3.7. Разработчики документов должны обеспечивать комфортное и корректное применение ПС пользователями, на основе ясного и непротиворечивого изложения в документах технологических процедур и операций для функционирования и получения требуемых результатов. На базе представленного в стандарте набора и содержания документов следует выделять из них необходимые для двух классов ПС, которые в наибольшей степени различаются особенностями эксплуатации. Первый класс характеризуется комплексами программ автоматизированного управления динамическими объектами и процессами в реальном масштабе времени. В процессе их применения допускается минимальное вмешательство и процедуры пользователей, и необходим, соответственно, небольшой объем эксплуатационных документов, выделяемых из базового комплекта (малый – в таблице 3.7). Для ПС второго класса возможно применение пользователями широкого набора процедур управления, которые должны быть регламентированы достаточно полным набором и подробным содержанием документов. Все последующее изложение ориентировано на этот класс ПС и в п. 3.7 представлен широкий набор шаблонов базовых документов (крупный – в таблице 3.7).

Пользователи таких ПС можно разделить на две крупных группы, каждая из которых должна быть обеспечена комплектной эксплуатационной документацией:

- администраторы, подготавливающие ПС к эксплуатации и обеспечивающие их функционирование и использование по прямому назначению;
- операторы – пользователи, реализующие функционирование и применение программных средств в системе, обработку и анализ результатов.

Документация администрирования при эксплуатации системы должна обеспечивать поддержку первичной инсталляции, безопасного функционирования и восстановления программ и данных после сбоев. Администратор системы должен быть информирован о всех изменениях функционирования устройств системы и внешней среды, могущих привести к сбою или возникновению аварийной ситуации, и предпринимать соответствующие действия. Для этого требуется полная информация о компонентах системы (компьютерах, сетевых устройствах) и внешней среды, которые имеют свои особенности в управлении с помощью специальных программных средств, поддерживающих администрирование и управление системой и ПС. К основным функциям системы администрирования относятся:

- консультация разработчиков программ и данных по особенностям применения операционной системы и системы управления базой данных (СУБД);
- планирование использования памяти и производительности вычислительной системы в рабочем режиме применения ПС;
- инсталляция и генерация инструментальных средств и рабочей версии ПС для оперативного пользователя;
- выявление и регистрация сбоев и дефектов функционирования программ и данных;

- управление, корректировка и учет внешней среды при реконфигурации конкретного ПС;
- оперативное управление, учет и распределение ресурсов системы и компонентов ПС;
- управление средствами защиты информации и санкционированным доступом пользователей, анализ попыток взлома системы защиты;
- защита и восстановление информации баз данных при дефектах и искажениях;
- сбор статистики о функционировании системы обработки информации и ПС.

Взаимодействие при управлении заданиями и ресурсами осуществляется путем обмена спецификациями заданий, которые определяют состав работ. Управляющая деятельность администратора состоит в манипулировании управляемыми объектами и должна описываться, анализироваться и регламентироваться совокупностью требований и документов в четырех направлениях: информационном; функциональном; коммуникационном и организационном.

С информационной позиции административное управление прикладными программами и процессами их функционирования должно содержать документирование и описание управляемых объектов и используемых ресурсов. Для каждого управляемого объекта и ресурса необходимо определить их свойства – атрибуты, а также их структуру, объем, сложность. Кроме того, должна регистрироваться и храниться информация о содержании операций управления и справках (извещениях) о результатах воздействия на них, механизм и форма передачи которых должны быть стандартизированы.

Функциональный аспект документирования административного управления ПС должен соответствовать требованиям конкретной информационной системы по реализации функций управления и обработке управляющей информации при подготовке и исполнении заданий. Комбинации функций должны удовлетворять общим требованиям на среду функционирования и обеспечить корректную реализацию каждой функции.

Коммуникационный аспект определяет взаимодействие пользователей (управляющие объекты) и исполнителей заданий (управляемые объекты) посредством обмена управляющей информацией. Должна быть обеспечена и документирована транспортировка запросов на управляющие операции и извещений о их реализации, а также результатов контроля состояния объектов и процессов взаимодействия с внешней средой.

Организационный аспект состоит в документировании сфер административного управления и общего набора функций ПС, подлежащих реализации в системе и внешней среде. Кроме того, должны быть созданы механизмы контроля соблюдения стандартов и аттестационного тестирования реализаций функций администрирования.

Каждый из документов административного управления **должен не противоречить международным стандартам** на коммуникацию, интерфейсы с пользователями и базами данных, на защиту и обеспечение безопасности информации. Определяющую роль среди них играют стандарты на услуги и протоколы управления, которые регламентируют форму спецификаций выполняемых заданий, способы перемещения документов, необходимых для их выполне-

ния, и результатов исполнения заданий, а также данных для контроля процесса реализации заданий.

Для сохранения применяемых операционных систем, прикладных программ и баз данных, а также для обеспечения возможности их переноса на иные платформы необходимо выделение и унификация интерфейсных компонентов, организующих взаимодействие пользователей с различными аппаратно-программными реализациями терминалов. Для этого необходима унификация концепции, архитектуры, функций и методов визуализации пользовательского интерфейса. Задача *обеспечения мобильности пользовательского интерфейса включает стандартизацию:*

- визуализации и непосредственного взаимодействия пользователей с различными типами терминалов;
- интерфейсов программных средств и баз данных, обеспечивающих визуализацию, с операционной системой;
- интерфейсов программных средств визуализации с приложениями.

Для обеспечения мобильности программных средств и данных их взаимодействие с пользователями целесообразно организовывать по принципам и моделям, заложенным в *международных стандартах графических систем*. Однако развитие программных средств графических систем происходит очень динамично. В результате разработка стандартов де-юре в этой области не поспевает за реальной практикой совершенствования функциональных возможностей диалога пользователей и аппаратных графических устройств. Это приводит к появлению и массовому использованию в этой области стандартов де-факто. Их формализация на международном уровне может быть не всегда целесообразна, так как ограничено время их существования вследствие интенсивного развития функций и изменения аппаратуры диалоговых средств.

Основу современного пользовательского интерфейса с ПС составляют наборы текстовых и графических элементов и действий над ними, представляемые как меню и системы окон для манипулирования с изображениями. Основные особенности современного интерфейса с пользователями состоят в следующем [4, 16, 19]:

- наличие механизмов управления окнами;
- использование готовых графических символов (икон) для отображения управляемых объектов;
- непосредственное манипулирование графическими объектами и окнами посредством "мыши";
- объектно- и проблемно-ориентированное проектирование диалоговых систем.

Для реализации интерфейсов создаются библиотеки технологических интерактивных программ, позволяющих использовать устройства ввода команд управления и графических элементов при наличии обратной связи, отображающей на дисплее результаты манипулирования ими. Эти возможности обеспечиваются прикладными и системными программными средствами, обладающими общностью пользовательских интерфейсов: структуры меню, инструментальных линеек, диалоговых окон и т.д.

Типовые *формы-шаблоны документов* и процедуры работы с ними, рассматриваемые как *объекты стандартизации*, относятся к функциональному

уровню взаимодействия пользователей с системами. Объектами стандартизации, соответствующими процедурам являются компоненты интерфейса пользователя, определяющие возможность начала соответствующей операции, ее ход и результат. Должна быть предусмотрена идентификация ошибочных действий и стандартизирована форма сообщений об ошибках. В этих документах должны быть описаны:

- соответствие между элементами интерфейсов пользователя (экранными формами) и типовыми процедурами;
- последовательность допустимых операций и переходы между экранными формами;
- формы идентификации ошибочных действий и/или ситуаций;
- формы входных и выходных документов.

Обучение представляет собой процесс обеспечения и сопровождения обучаемого персонала. Приобретение, поставка, разработка, функционирование и сопровождение программных средств, в большой степени, зависит от квалификации персонала. Поэтому в проекте ПС обязательно должно быть запланировано и осуществлено обучение персонала с целью подготовки работы персонала при приобретении, поставке, разработке или сопровождении программного средства. **Процесс обучения состоит из следующих действий**, которые должны быть документированы:

- оценка требований проекта ПС с целью установления и своевременного создания условий для приобретения квалификации и опыта, требующихся операторам, техническому персоналу и администраторам;
- определение видов и уровней обучения и категорий персонала, требующих обучения;
- разработка и документирование планов и требований к обучению;
- разработка руководств для обучения, включая материалы и средства автоматизации, используемые для обеспечения обучения;
- планирование должно обеспечить регулярное обучение персонала, контроль и учет результатов обучения с оценкой достигнутой квалификации специалистов;
- должно быть гарантировано, что соответствующие категории обученного персонала готовы для выполнения запланированных действий и задач с определенным программным средством.

Возрастающий масштаб применения программных средств и их сложности вызывает необходимость наличия полной, точной и понятной эксплуатационной документации на эти средства, доступной пользователям. Стандарты определяют способ достижения данной цели, устанавливая работы (что должно быть сделано) и исполнителя, обеспечивающие качество и унификацию документации пользователя программных средств. Для достижения качества программной документации она должна рассматриваться как неотъемлемая часть процесса создания данного ПС. При надлежащем подходе к данной проблеме требуется достаточно сложная систематизированная работа по планированию и реализации **документирования эксплуатации ПС, что регламентируется представленными стандартами.**

Стандарт ISO 15910 является наиболее современным нормативным документом, регламентирующим процессы создания эксплуатационной документации для пользователей сложных программных средств. Целью стандарта является стимули-

рование разработчиков программных средств к методичному использованию процесса документирования. Он построен по традиционной схеме стандартов **ISO** и первые семь разделов являются вводными, а также определяют терминологию. Основное, функциональное содержание стандарта сосредоточено **в 8-м разделе – Требования к документированию ПС**. В разделе 8.1 – Процессы документирования программных средств – представлена общая схема процессов и их взаимодействие. Изложена детальная структура плана документирования, ориентированного на разработчиков документов, и процедуры контроля реализации плана. Обзоры – описания документов, рекомендуется подготавливать в виде двух последовательно уточняющихся и детализирующихся редакций с окончательной корректурой и проверкой их адекватности путем тестирования. Пользовательская документация должна проходить испытания на достоверность, которые должны быть спланированы и реализованы типовыми пользователями на базе применения эксплуатационных процедур реального программного средства. Описана координация документирования у субподрядчиков, а также конфигурационное управление изменениями и сопровождение документов. Раздел 8.2 посвящен требованиям к содержанию и стилю изложения типовой спецификации. Изложены требования к языку и грамматике составления документов, к оформлению содержания текста, рисунков и таблиц, к характеристикам и качеству используемой бумаги. Подробно описаны технические правила оформления твердой копии документов и правила структурирования и представления схем компонентов, окружения, иллюстраций и основного текста документов. Специальный подраздел посвящен подготовке электронных документов: общей схеме, размещению материала и комментариев, помощи подсказками, навигации по тексту, использованию клавиатуры.

Стандарт представляет разработчикам документации - пользователям метод определения и применения процесса документирования при создании конкретного программного средства. Основной работой по настоящему стандарту является создание комплексного плана разработки документации, реализация которого обеспечивает лучшее документирование программного средств. Для соответствия настоящему стандарту план должен включать в себя требования (спецификацию) к стилю оформления документов. Настоящий стандарт не определяет структуру и состав требований (то есть компоновку конкретного документа или используемый шрифт), но устанавливает их диапазоны. Стандарт также определяет виды информации, представляемой заказчиком разработчику документации (документатору) для проверки и распространения документации.

Настоящий стандарт определяет реализацию процесса документирования, описанного в **ISO 12207** (см. Приложение 1) и может быть **адаптирован к условиям конкретных проектов**. Стандарт не определяет компоновку конкретного документа, его содержание и другие аспекты комплектности документации, однако он устанавливает метод планирования и проведения процессов документирования.

Процесс документирования должен быть выполнен в два этапа. Поэтапные работы выполняются не одновременно. На отдельных этапах работы могут проводиться параллельно. Возможные итерации работ показаны пунктирными линиями. Минимальный состав документации определяется заказчиком (на-

пример, с использованием **ISO 12207** или **ISO 6592**), что должно быть учтено документатором при разработке плана документирования.

Описание эксплуатационной концепции для системы управления содержит описание действий пользователя, необходимых для работы с предлагаемой системой и ПС, ее связи с существующими системами и процедурами. Данное описание используют при создании соглашения между поставщиком, разработчиком, организацией, осуществляющей поддержку, и пользователями. Данный документ фиксирует текущее состояние системы, ее назначение, возможности и ограничения в зависимости от режима или конкретного состояния эксплуатации (например, стандартный режим, сопровождение, обучение, снижение функций, аварийные ситуации) и включает в себя **описание**:

- конкретной эксплуатационной среды и ее характеристики;
- основных компонентов системы и связей между ними;
- внешних интерфейсов системы;
- возможностей и функций системы;
- таблиц и дополнительных графических представлений входов, выходов, потоков данных, а также руководств, позволяющих разобраться в текущем состоянии системы с точки зрения пользователя;
- состава персонала, его организационной структуры, технической подготовки, обязанностей, взаимодействия;
- уровней и циклов технического обслуживания;
- форм регистрации обнаруженных дефектов;
- соглашений о внесении изменений, возникающих в процессе сопровождения (их классификация и порядок внесения, включая поставку необходимого оборудования и обучение персонала);
- концепцию поставки новой или модифицированной версии, эксплуатационный сценарий;
- информацию о взаимодействии пользователей, поставщика, разработчика и организации, осуществляющей поддержку, во время эксплуатационного периода.

В обязанности документатора входит обеспечение плодотворности **контактов заказчика с разработчиками** программных средств, гарантирующее, как минимум, понимание сути выпускаемой продукции и соответствующих ей аудиторий. Независимо от того, является ли документатор одновременно разработчиком программного средства, заказчик должен обеспечить его копиями всех применяемых стандартов, руководствами по стилям и форматам, а также соответствующими материалами (если они не являются общедоступными). Заказчик должен обеспечивать документатору доступ:

- ко всем соответствующим спецификациям, форматам записей, компоновкам экранов и отчетов, выходным результатам работы средств автоматизации программирования и другой информации, необходимой для подготовки документации;
- к рабочей копии программного средства (при необходимости);
- к аналитикам и программистам, включая своевременное правильное решение вопросов, возникающих у персонала разработчиков документации;
- к типичным пользователям (по возможности) для анализа аудитории и тестирования на практичность.

Обязанностью разработчика является обеспечение полноты, правильности и актуальности всех материалов, предъявляемых разработчиком на момент их поставки. Разработчик должен гарантировать, что представление документатору данных материалов не нарушает прав интеллектуальной собственности любой третьей стороны. Документатор должен предпринять соответствующие шаги по сохранению материалов, представленных заказчиком, обеспечить защиту информации о требованиях заказчика и вернуть все материалы заказчику по завершении проекта документирования. В ряде случаев требуется сохранить конфиденциальность и секретность предоставленных материалов. В договоре должны быть установлены уровни (грифы) конфиденциальности или секретности материалов, представляемых заказчиком документатору.

План документирования – готовить *менеджер – документатор*, в котором определены задания, выполняемые при создании конкретных документов. План должен быть официально согласован, что подтверждает полный учет всех требований заказчика. Обычно план документирования должен охватывать весь комплект документов, например, руководства пользователя, диалоговую документацию, справочные тексты и краткие справочные карты (приложение С и проектирование документации в приложении D см. ниже).

В плане документирования должны быть четко описаны область применения и ограничения использованию планируемых документов, а также основные решения по их анализу и проектированию. В плане также должны быть определены процессы и проверки, выполняемые при разработке документации. План документирования должен охватывать следующие вопросы:

- рабочее наименование, назначение, область применения и ограничения по использованию планируемой документации;
- спецификацию стиля документов;
- определение аудитории и квалификации пользователей;
- обоснование причин использования документов данной аудиторией и ее целевое назначение;
- содержание (план-проспект) документации, с оценкой ее постраничного объема, и соответствующие уточнения для других машинных носителей документов;
- номенклатуру поставки — число печатных копий, наличие электронных копий, форматы дисков и файлов (включая версии программных средств) и откуда они могут быть поставлены;
- установление собственника авторских прав на документы и любых других прав собственности, в договорах на документацию должны быть указаны собственники соответствующих прав;
- уровни (грифы) секретности и конфиденциальности (при необходимости);
- процедуры и проверки, могущие влиять на процесс разработки документации, включая, при необходимости, хранение, поиск, резервирование, передачу и оценку качества;
- методы и средства производства (тиражирования) и используемые версии программных средств;
- структуру коллектива разработчиков документов и, возможно, плана выбора данной структуры;
- требования к проектным ресурсам, включая информационные и прочие ресурсы, представляемые заказчиком, и срокам их представления;

- метод передачи документатору информации об изменениях программного средства в процессе его разработки;
- планы контроля изменений и сопровождения документации;
- планы проверки документации после ее создания;
- календарное планирование (графики) по контрольным точкам, включая (при необходимости):
 - * утверждение плана документирования;
 - * подготовку, проверку и корректировку проекта каждого документа;
 - * тестирование на практичность;
 - * подготовку оригиналов шаблонов;
 - * распечатку, переплетение и распространение документации.

При необходимости каждый из пунктов плана должен быть описан для каждого элемента документации. План документирования должен быть подготовлен и утвержден до начала разработки документации, чтобы гарантировать согласование всеми сторонами поставленных задач и используемых методов. После утверждения плана он должен быть доведен до всех заинтересованных сторон, включая персонал разработчиков документации, а также заказчика и субподрядчиков (например, печатников, наборщиков, переводчиков).

Определение аудитории пользователей. План документирования должен включать определение аудитории пользователей документации, уровня образования, квалификации, способностей, подготовки, опыта пользователей и другие характеристики, связанные с содержанием, структурой и использованием документации. Обычно имеется ряд различных групп пользователей, преследующих различные цели при использовании конкретной документацией. Каждый тип пользователей, включая их характеристики и задачи, решаемые ими при помощи документации, должен быть определен отдельно. Данные об определении аудитории пользователей могут быть получены из результатов изучения аудитории, проведенного заказчиком или документатором; описаний, представляемых заказчиком. По возможности персонал разработчиков документации должен организовать встречи с типовыми пользователями в их рабочей обстановке и обследовать их работу.

Контроль плана документирования. После официального согласования плана документатор должен нести ответственность за контроль и распространение данного плана. Документатором должен быть составлен список по распространению учтенных копий данного плана. В случае внесения в план изменений (согласованных с документатором и заказчиком) документатор должен гарантировать получение этих изменений всеми держателями учтенных копий. Вследствие проблем, возникающих при наличии устаревших копий плана, документатор должен запретить его несанкционированное копирование и предусмотреть процедуры аудита всех обновляемых копий плана.

Проверка выполнения плана должна проводиться заказчиком с привлечением документатора (при необходимости). Целью проверки является гарантирование полноты и правильности представленных материалов и удовлетворения ими потребностей заказчика в соответствии с условиями договора и плана документирования. Проверка должна проводиться персоналом заказчика, обладающим соответствующей квалификацией и полномочиями на изменения в документах и их утверждению.

При утверждении (согласовании) каждого проекта документации заказчик должен гарантировать правильность решения вопросов ее защиты и законности. Документация для проверки должна представляться с сопроводительным письмом документатора, в котором должны быть указаны цели проверки и обязанности проверяющей стороны (эксперта). Качество документов и успешность проверок повышаются при наличии хороших контактов между заказчиком и документатором в процессе их разработки. При этом должно быть предусмотрено неформальное обсуждение возникающих вопросов и по возможности раннее представление заказчику образцов документации или предварительных материалов. Проведение проверки не освобождает документаторов от обязанностей по гарантированию максимально возможной полноты и точности документации. Непосредственно перед представлением любой публикации на утверждение, в ней должны быть обновлены все распечатки экранов для гарантирования ее актуальности. Заказчик должен хранить копии всех вносимых изменений для сравнения их с последующими проектами документов. Представляемые заказчиком комментарии должны быть в виде, позволяющем персоналу разработчиков внести предлагаемые изменения в проекты документов без дальнейших пояснений.

Для больших сложных систем и ПС, разрабатываемых одновременно с документацией, может быть необходимо более двух редакций проектов документации и наличие гранок. В этом случае максимальное число проектов (редакций) документации должно быть оговорено между заказчиком и документатором и указано в плане. При проверке проектов документации используют редакционные разметки (знаки, цвета, разметка шрифтов и прочее). Целью редакционных разметок является выделение частей публикации, нуждающихся в уточнении. Тем самым предотвращается необходимость в повторных проверках проектов.

Проверка плана должна гарантировать, что документация, предусмотренная планом, после его выполнения будет удовлетворять целям заказчика. При утверждении плана документирования заказчик согласовывает все характеристики номенклатуры поставки, предусмотренной планом. Заказчики должны уделять особое внимание структуре, полноте и практичности документации в соответствии с планом-проспектом ее содержания. План документирования должен быть проверен и утвержден (согласован) до начала работ над первым проектом документации.

Проверка первой редакции должна содержать основную часть документации в соответствии с планом документирования, а также содержание, приложения и словарь (словник, определения). Первый проект документации должен быть проверен заказчиком. Данная проверка предназначена для контроля технической правильности и полноты документации и должна гарантировать соответствие данного проекта заданиям плана документирования. Также проверяют соответствие орфографии, пунктуации, стиля и компоновки документации требованиям плана документирования. При утверждении первого проекта заказчик согласовывает техническую правильность, структуру, понятность и полноту документации, исключая предложенные изменения. Проект должен быть проверен на соответствие выданным заданиям, указанной аудитории, содержанию и другим характеристикам, согласованным в плане документирования. Перед возвратом первого

проекта с комментариями документатору заказчик должен быть уверен, что проект, включая все корректировки, соответствует плану документирования.

Проверка второй редакции проекта. Во второй проект документации должны быть включены все изменения, согласованные с заказчиком при проверке первого проекта, а комплектность поставки второго проекта по возможности должна соответствовать номенклатуре поставки, оговоренной в плане документирования. Данная проверка предназначена для контроля правильности внесения в документацию всех изменений, указанных заказчиком на этапе первого проекта. Любые обнаруженные заказчиком несоответствия должны быть немедленно доведены до сведения документатора, который должен соответствующим образом модифицировать документацию и представить копии измененных разделов заказчику для дальнейшей проверки. Утверждая (согласовывая) гранки документации, заказчик подтверждает готовность конкретно документа к производству (тиражированию).

Тестирование документации на практичность следует рассматривать как дополнения к проводимым проверкам и анализам документации. Подобное тестирование при разработке должно проводиться на прототипе документации, наиболее полно моделирующем ее окончательную версию. При установлении условий данного тестирования должен быть полностью указан стандарт на характеристики практичности, по которому проводят измерение. Следует также определить соответствующие методы измерения и процесс описания результатов замеров. При необходимости в плане документирования следует определить внешнюю среду тестирования, которая должна полностью соответствовать эксплуатационной среде конечного пользователя. Тестирование на практичность может быть использовано для оценки (измерения) практичности по **ISO 12119**. В плане документирования должны быть полностью **описаны условия тестирования**, включая:

- этапы жизненного цикла разработки, на которых должно проводиться тестирование;
- цели тестирования;
- используемые показатели (например, время реакции задач);
- среду тестирования;
- число и вид привлекаемых пользователей;
- процесс описания результатов тестирования и рекомендаций по ним;
- процесс обеспечения реализации рекомендаций по результатам тестирования;
- процесс доведения результатов тестирования до всего персонала разработчиков документов и заказчика;
- обязанности персонала разработчиков документации, участвующего в тестировании;
- процесс определения необходимости последующего тестирования.

При проведении тестирования документации на практичность необходимо проверить соответствие документов конкретному программному средству. Для повышения эффективности данного тестирования необходимо проводить как можно раньше, внося необходимые изменения, как в само программное средство, так и в его документацию. При составлении графика тестирования необходимо учитывать тестирование отдельных компонентов (частей) ПС и

выполняемых ими функций. Когда тестирование запланировано до завершения разработки ПС, при его проведении должна быть использована рабочая модель или прототип данного средства. При проведении тестирования после завершения разработки ПС следует использовать выпускаемую версию данного программного средства.

В проведении тестирования документации на практичность должны участвовать представители заказчика. Данными представителями должны являться лица, имеющие тот же опыт (навыки, образование и т. д.), что и пользователи из конкретной аудитории. Цели их участия в тестировании должны быть определены заказчиком. Для участия в тестировании по возможности должны быть привлечены лица из конкретной аудитории.

Контроль изменений и сопровождение документации. В плане документирования должны быть предусмотрены следующие типы изменений документации:

- функциональные изменения данной версии – изменения функции ПС, внесенные при разработке документации и отраженные в опубликованной документации;
- функциональные изменения последующей версии – изменения функции ПС, внесенные при разработке документации и не отраженные в опубликованной документации, но подлежащие учету в последующей редакции;
- изменения ПС после публикации – изменения конкретных функций программного средства после издания документации;
- изменения документа после публикации – изменения в опубликованной документации, обусловленные изменениями ПС или обнаружением погрешностей в данной документации.

Документатор должен обеспечить проектирование документации так, чтобы допустить внесение в нее изменений всех четырех типов. Для этого необходимо, чтобы:

- разработчики документации получали учтенные копии изменений программного средства, подтверждающие внесение соответствующих изменений в данное средство после конкретной даты его пересмотра;
- наименование документа и номер версии или дата были указаны в верхнем или нижнем колонтитуле конкретного документа;
- в бумажном документе с замененными страницами была предусмотрена таблица действующих страниц (лист изменений) или нечто подобное, позволяющее пользователю контролировать наличие каждой страницы документа;
- дополнительно был предусмотрен метод, позволяющий пользователю контролировать соответствие конкретной копии данного документа используемой версии ПС.

В стандарте **ISO 15910** представлены рекомендации по созданию и применению *электронной документации, справочной и диалоговой информации*. В спецификации документации могут быть указаны один или несколько из следующих типов справочной информации:

- контекстная справка – информация о текущем поле, в котором находится курсор или высвечена программа, включая ее необходимое или целевое (пред-

метное) содержание, ее назначение и потенциальное влияние на работу программного средства;

- расширенная справка – информация о текущем экране или окне, включая ее назначение и требуемый режим использования;
- справка о клавишах — о применении клавиатуры, функциональном назначении клавиш и их наименовании (обозначении);
- справка о сообщении – о том, что пользователь должен или может сделать в ответ на конкретные системные сообщения, например сообщения об ошибках;
- терминологическая справка – определения конкретных элементов, связей с конкретной тематикой и расшифровка обозначений и сокращений.

В спецификации стиля электронной документации могут быть указаны один или несколько из следующих типов диалоговой, оперативной документации:

- руководства или рекомендации пользователя – описывают процедуры по применению продукта;
- командные справки – определяют синтаксис, результаты и целевое назначение каждой команды (только для команд управления системой);
- рекомендации по сообщению – определяют, что пользователь должен или может сделать в ответ на конкретные системные сообщения, например сообщения об ошибках;
- административная информация – о конфигурации, защите системы, а при необходимости – о ее инсталляции, предназначенная для администратора системы.

В стандарте **ISO 15910** представлено восемь приложений, содержащих примеры и расширяющих некоторые концепции базовой части стандарта:

Приложение А. Перекрестные ссылки с стандартом **ISO 12207**.

Приложение В. Использование настоящего стандарта в договоре и практическое применение настоящего стандарта.

Приложение С. Образец плана документирования. Документация пользователя для системы ABC:

- С.1. Введение
- С.2. Область применения и ограничения
- С.3. Оформление и стиль описания
- С.4. Аудитория
- С. 5. Проект содержания документации
- С. 6. Номенклатура поставки
- С.7. Авторские права
- С.8. Транспортирование
- С.9. Процесс разработки и контроль
- С. 10. Тиражирование
- С. 11. Проектанты
- С. 12. Ресурсы
- С. 13. Тестирование на практичность
- С. 14. График работ

Приложение D. Отношения между аудиториями, выданными заданиями, бумажной и диалоговой документацией.

Приложение E. Рекомендации по написанию на английском языке документации, подлежащей последующему переводу.

Приложение F. Оценка ресурсов для проекта документирования.

Приложение G. Оценка плана документирования.

Приложение H. Образец спецификации стиля.

Стандарт IEEE 1063-1987 (подтвержден 1993) отражает общие требования к пользовательской документации на программные средства широкого применения. Стандарт определяет минимальные требования к структуре и содержанию комплекта документов для пользователей программных продуктов. Стандарт ориентирован на документы, применяемые при инсталляции, эксплуатации и поставке ПС любого размера и назначения, но без изменения и сопровождения программ. Он не применим для технологической документации, используемой при проектировании, разработке, тестировании, испытаниях и сопровождении ПС, а также для оформления коммерческих пакетов прикладных программ. Использование стандарта не должно препятствовать применению более строгих и широких требований к документам, а также собственных стандартов предприятия по стилю изложения документов.

В *первых двух разделах* стандарта представлено назначение, ограничения для применения и определения основных терминов. В *третьем разделе* рекомендуется начинать планирование разработки эксплуатационной документации с определения:

- потенциальных пользователей и технологии их взаимодействия с документами;
- комплектации и ориентации каждого документа на определенную сферу применения;
- способов использования документов:
 - * инструктивных для обучения применению и основным операциям по эксплуатации, диагностике и инсталляции ПС;
 - * справочных, детально представляющих всю необходимую информацию при применении и функционировании программ.

В *четвертом разделе* представлены требования к составу (структуре) единого пользовательского документа. Две таблицы, отражают рекомендуемую структуру документа и варианты его модификации. В первой таблице перечислены названия подразделов, рекомендуемого типового пользовательского документа на ПС. Во второй таблице состав этих подразделов адаптирован для документирования небольших, относительно простых программ и для сложных комплексов программ с многотомной документацией.

Пятый раздел посвящен изложению требований и рекомендаций к содержанию каждого из подразделов пользовательского документа на программное средство в составе:

- титульного листа, оформляемого по правилам предприятия с учетом требований заказчика;
- ограничения на применение документа и указания на авторские права на программный продукт и пользовательский документ;
- гарантии и обязательства по контракту, а также условия отказа от них;

- структура и перечень разделов документа;
- перечень иллюстраций (рисунков, таблиц и схем) с указанием страницы текста описания, где они используются;
- предисловие:
 - * предполагаемый уровень квалификации и предшествующее обучение пользователей;
 - * аппаратная и операционная среда, которой соответствует применение данной версии ПС и документа;
 - * назначение документа;
 - * стилистические особенности описания;
 - * взаимодействие с другими документами;
 - * отчетность о дефектах.

Основное описание – "тело" документа:

- учебно-методическая часть:
 - * теоретические основы данного комплекса программ;
 - * решаемые задачи и функции;
 - * технические и административные операции для запуска задач;
 - * предостережения и предупреждения;
 - * метод решения каждой задачи, их взаимодействие и ограничения;
- справочно-рекомендующая часть – конкретные рекомендации и подробные инструкции по применению данного ПС:
 - * исходные данные, необходимые для корректного функционирования программ;
 - * информация для их контроля;
 - * рекомендации как приостановить исполнение и провести рестарт программ;
 - * регистрация окончания исполнения программы;
 - * состав результатов;
- предупреждения о возможных ошибках и дефектах освоения и применения;
- приложения – детальные сведения о форматах исходных и результирующих данных, структуре файлов и экранов;
- библиография;
- глоссарий;
- индекс.

Шестой раздел стандарта содержит общие методические требования к представлению документа пользователя: методику освещения материала; рекомендации по составу и плотности текста каждого раздела; терминологические рекомендации, а также по отражению взаимосвязи частей материала. В седьмом разделе стандарта приведена библиография.

Стандарт ISO 9127 рекомендуется для создания пользовательской документации на коммерческие пакеты (закрытые коробки) программных средств, поставляемых на рынок. Пользовательская и рекламная документация на пакеты программ должна включать:

Общие сведения: введение; ограничения; область применения; определения; ссылки.

Пользовательская документация – инструкция по эксплуатации должна содержать описание, в котором заключена вся информация, необходимая пользователю для установки, запуска и применения ПС. Обычно эта документация представляет собой одно или несколько руководств, заключенных вместе с носителями ПС внутри упаковки. В результате пользователи не могут ознакомиться с детальным руководством до тех пор, пока пакет не куплен. Состав пользовательской документации – раздел 1 стандарта представлен в п. 7.10.

Описание целей и области применения публикуется на внешней упаковке пакета ПС. Его задачей является дать возможность будущему покупателю оценить применимость ПС к своим потребностям. Структура этой информации представлена в разделе 2 данного стандарта (см. п. 7.10).

В Советском Союзе в 70-е годы была разработана Единая Система Программной Документации (ЕСПД) в составе группы стандартов **ГОСТ 19.XXX**. Большинство этих стандартов устарело, не соответствует современным требованиям и их **применение не целесообразно**. Более качественно стандартизация документирования программ и данных отражена в некоторых стандартах по автоматизированным системам **ГОСТ 34.XXX**, утвержденных в конце 80-х годов. В настоящее время наиболее полезно освоить и использовать некоторые их фрагменты, которые можно отнести к документированию программ и данных, из стандартов:

ГОСТ 34.201-89 – Информационная технология. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем;

ГОСТ 34.602-90 – Информационная технология. Техническое задание на создание автоматизированных систем;

РД 50-34.698-90 – Методические указания. Информационная технология. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

2.3. Документирование сертификации технологических систем и программных продуктов

Основной целью сертификации программных средств, их систем качества и документирования, обеспечивающих жизненный цикл, является контроль и удостоверение качества технологий и продукции, гарантирование их высоких потребительских свойств. Задача состоит в повышении эффективности затрат в сфере создания и применения конечного продукта, а также улучшение объективности оценок его характеристик и конкурентоспособности [5, 11, 16, 26]. Формальной целью сертификации является подготовка и принятие решения о целесообразности выдачи документа – сертификата соответствия с учетом следующих факторов:

- полноты, точности и достоверности исходного технического задания и спецификаций требований, представленных в документации на ПС, а также на технологию обеспечения его жизненного цикла;
- достоверности и точности измерения и обобщения результатов сертификационных испытаний и получения адекватных характеристик качества конечных продуктов, документации и/или технологических процессов их создания;

- методологии и качества интерпретации данных об объекте испытаний и/или технологии с учетом достоверности оценок, квалификации и объективности испытателей, заказчиков и пользователей.

В международных стандартах [5] **сертификация соответствия** определена как действие третьей – **независимой стороны**, доказывающее, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствует конкретным стандартам и/или другим нормативным документам. В понятие нормативные документы включены документы, содержащие правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов, стандарты, технические условия, инструкции и регламенты по применению конкретной продукции или технологии.

Результатом положительных испытаний является **сертификат соответствия** – документ, изданный по правилам Системы сертификации, удостоверяющий, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствует конкретным стандартам и/или другим нормативным документам. Срок действия сертификата обычно ограничен либо по времени (например, 3 года), либо до проведения достаточно значительной модификации продукта или процесса. Сертификат вступает в действие с момента его регистрации в государственном или ведомственном реестре.

Специалисты третьей стороны имеют право на расширение условий испытаний в пределах требований нормативной документации, при которых должно обеспечиваться заданное качество результатов применения и документации на ПС. При этом в качестве первой стороны в процессах сертификации выступают разработчики или поставщики ПС и их компонентов, а второй стороной являются заказчики, потребители или пользователи. Одна из этих двух сторон может выступить инициатором – заявителем на сертификационные испытания.

Для удостоверения качества конечного продукта – программного средства, его компонентов и документов, следует сертифицировать технологические процессы, поддерживающие их жизненный цикл. Поэтому далее рассматриваются совместно **две задачи** сертификации **конечных объектов – программных продуктов**, а также **технологий и систем качества**, обеспечивающих их создание и совершенствование. В ряде случаев сертификат на технологию и систему качества предприятия может удовлетворить потребителя и заменить в контракте его требования наличия сертификата на продукцию. При анализе и организации процессов сертификационных испытаний технологий и/или объектов ПС следует учитывать **ряд базовых компонентов методологии сертификации**, подлежащих рассмотрению и утверждению перед испытаниями конкретного проекта [2, 5, 19]:

- цели сертификации – правовые, экономические, формальные;
- исходные данные и документы, необходимые для проведения сертификации – стандарты, нормативные и эксплуатационные документы, их структура и содержание;
- характеристики и классификация объектов и/или процессов испытаний и сертификации, а также требуемые значения характеристик и атрибутов качества;

- ресурсы, необходимые для проведения испытаний – финансовые, кадры специалистов, аппаратурная оснащенность, нормативные и программно-инструментальные средства.

В зависимости от области применения системы, от назначения и класса ПС, их сертификация может быть обязательной или добровольной. Первоначальные затраты на их проведение должны нести инициаторы испытаний: либо заказчик и конкретные потребители ПС, либо его разработчики и поставщики. Соответственно меняются экономические и юридические механизмы их взаимодействия, распределения ответственности за дефекты и дополнительная прибыль за повышение качества сертифицированной продукции или технологии. Распределение ответственности за ущерб – риск у пользователей при использовании дефектной продукции, имеющей сертификат, рекомендуется устанавливать в договорах на ее поставку и на сертификационные испытания.

В исходных нормативных документах и требованиях должны быть сосредоточены *все функциональные и эксплуатационные характеристики*, обеспечивающие заказчику и пользователям возможность корректного применения сертифицированного объекта и/или технологического процесса во всем многообразии его функций и характеристик качества. Для особенно важной продукции, например, программных средств по государственным заказам для оборонной техники, результаты положительной сертификации системы качества могут использоваться заказчиком как основание для выдачи лицензии на производство и поставку этой продукции. Такая лицензия дает преимущество соответствующему поставщику ПС при конкурсах на производство определенной продукции и при заключении контракта на ее поставку.

Сертификация систем качества предприятия или проекта проводится для оценки достоинств потенциального поставщика, при наличии предложения от него об установлении договорных отношений с заказчиком на проектирование или производство ПС. Кроме того, в рамках договорных отношений она проводится, чтобы установить, что система качества и документация поставщика соответствует установленным требованиям и применяется полностью, а также для внутренней оценки поставщиком собственной системы качества предприятия по отношению к стандартам. Испытания для сертификации проводятся в проблемно-ориентированных, технически компетентных, испытательных лабораториях, аккредитованных на право проведения тех испытаний, которые предусмотрены в ее нормативных документах. Такие проверки могут проводиться по графику или вследствие важных изменений системы качества предприятия, процессов ЖЦ, документации и качества продукции, а также после проведения корректирующих действий. Проведение сертификации систем качества предприятий обычно *планируется и осуществляется для целей:*

- определения соответствия или несоответствия технологии и компонентов системы качества и документации установленным требованиям стандартов;
- определения эффективности применяемой системы качества предприятия с точки зрения соответствия поставленным целям по обеспечению качества продукции и документации;
- выявления слабых мест в технологии и системе качества предприятия, в наибольшей степени отрицательно влияющих на качество продукции и документации;

- обеспечения возможности проверяемому предприятию улучшить свою систему качества и документации;
- предотвращения и сокращения рекламаций за недостаточное качество и/или дефектную продукцию и документацию.

Сертификационные испытания являются наиболее формализованным и регламентированным этапом тестирования, как объектов – программных продуктов, так и процессов их создания, поддерживаемых значительным числом документов. При сертификации обычно *руководствуются следующими адаптированными исходными документами:*

- действующими международными и государственными стандартами на проектирование и испытания комплексов программ, на жизненный цикл ПС, системы обеспечения и характеристики их качества, а также на технологическую и эксплуатационную документацию ;
- утвержденным заказчиком и согласованным с разработчиком техническим заданием и/или спецификацией требований, утвержденным составом комплекта эксплуатационной документации на ПС и его компоненты, а также на систему обеспечения их качества;
- Программой сертификационных испытаний по всем требованиям технического задания, спецификаций и положениям эксплуатационной документации;
- методиками испытаний по каждому разделу требований технического задания и документации.

Подготовка регламентированной документации и такие испытания оправданы, когда необходимо длительное развитие и модификация крупномасштабных комплексов программ с гарантией малой вероятности проявления дефектов и ошибок. Таким образом, обычный процесс сопровождения ПС дополняется соответствующей системой последовательных официальных проверок при сертификации качества. При изменениях программ необходимо подтверждение имеющегося сертификата и проведение некоторого минимума проверок, удостоверяющих корректность выполненных изменений. При этом используется система официальных уведомлений пользователей о проведенных изменениях, извещений об изменениях и дополнительных контрольных испытаниях, удостоверяющих их корректность. *Ресурсы для сертификации программных средств, документации и систем качества* предприятия должны выделяться в зависимости от характеристик испытываемого продукта или процесса. Определяющими ресурсами сертификации обычно являются: возможная трудоемкость и длительность испытаний, совокупная численность и структура коллектива специалистов-сертификаторов, а также их квалификация и подготовленность к коллективной проверке конкретного типа программного продукта, его компонентов и документов или системы качества предприятия.

Сертификация состоит из ряда организационных процессов, составляющих *Систему сертификации*, которые поддерживаются регламентированными процедурами и документами и должны выполняться квалифицированными, аттестованными экспертами – инспекторами. Перечисленные ниже процессы и документы ориентированы на крупномасштабные проекты, и их состав может сокращаться по согласованию между разработчиками, заказчиками и сертифицированными в более простых случаях. *Процесс сертификации программных средств, документации и систем качества предприятия включает:*

- анализ и выбор разработчиком или заказчиком (заявителем), компетентных в данной области органа и аттестованной лаборатории для выполнения сертификационных испытаний;
- подачу заявителем заявки на испытания в орган сертификации и принятие сертифицированными решения по заявке, выбор лаборатории и схемы сертификации, заключение договора на сертификацию;
- идентификацию требований к системе качества предприятия и/или к версии программного продукта и документации, подлежащих испытаниям;
- выполнение сертификационных испытаний системы качества предприятия и/или версии программного продукта и документации сертификационной лабораторией;
- анализ полученных результатов и принятие решения лабораторией и/или органом сертификации о возможности выдачи заявителю сертификата соответствия;
- выдачу органом сертификации заявителю – сертификата и лицензии на применение знака соответствия и на выпуск сертифицированной продукции – версий программного продукта и документов;
- осуществление инспекционного контроля органом сертификации системы качества предприятия и/или продукции;
- проведение заявителем корректирующих мероприятий при нарушении соответствия процессов системы качества и/или продукции установленным требованиям и при неправильном применении знака соответствия.

Клиент-заявитель принимает окончательные решения, какие компоненты системы качества, участки и виды организационной и технической деятельности подлежат проверке в заданный интервал времени. Заявитель должен создать **условия и представить документы для обеспечения процессов проверок**. Эти исходные документы, должны отражать технологию обеспечения жизненного цикла, качество и документацию программного продукта, поставляемую для сертификации (номерах отмечены шаблоны рекомендуемых документов в главе 3). Заявитель вправе направить заявку в любой орган по сертификации, имеющий лицензию на право проведения работ по сертификации данной продукции и предложить схему сертификации из числа установленных в соответствующих правилах сертификации продукции и с учетом конкретных условий их применения. Он может представить в орган по сертификации протоколы испытаний, проведенных при разработке и постановке продукции на производство, документы об испытаниях, выполненных сторонними испытательными лабораториями и другие документы, свидетельствующие о соответствии технологии или продукции и документации установленным требованиям. На основе анализа представленных с заявкой документально подтвержденных доказательств соответствия его продукции установленным требованиям, орган по сертификации может принять решение о сокращении объема испытаний или о выдаче сертификата.

Испытания проводятся испытательными лабораториями, аккредитованными на проведение только тех испытаний, которые предусмотрены в их нормативных документах. При невозможности проведения испытаний на испытательной базе аккредитованной испытательной лаборатории испытания могут проводиться персоналом аккредитованной испытательной лаборатории у изготовите-

ля и (или) потребителя данной продукции с использованием собственных средств испытаний испытательной лаборатории или имеющихся у изготовителя средств испытаний. Для обоснования частоты проведения испытаний, нужно принимать во внимание существенные изменения в управлении, организации, политике или технологии, которые могли бы оказывать влияние на качество, а также на результаты предыдущей проверки.

При **проверке ответственности руководства** должно быть определено наличие у предприятия или проекта, документально оформленных: политики, целей и обязательств в области качества, а также степень понимания этой политики, ее практическое осуществление и поддержание в рабочем состоянии на всех уровнях организации. Должно быть установлено наличие на предприятии представителя руководства, который независимо от других обязанностей имеет полномочия и несет ответственность за постоянное **выполнение требований стандартов и нормативных документов системы качества технологии предприятия**. Проверки должны включать определение:

- наличия и полноты технологической документации и соблюдения ее требований на практике;
- состояния средств технологического оснащения и наличия системы их технического обслуживания;
- наличия и эффективности системы контроля и испытаний;
- состояния средств измерений и испытаний;
- наличие системы выявления и устранения выявленных недостатков продукции или технологии.

После получения и проверки комплектности и качества документации специалистами испытательной лаборатории следует провести **экспертизу степени реального применения системы качества технологии на предприятии**. Испытания начинаются с составления Программы проверки системы качества, которая должна служить рабочим планом проведения последующих работ.

Методики проверок систем качества должны быть обеспечены необходимыми ресурсами для выполнения Программ испытаний, методиками планирования и разработки частных процедур проверок. Методики должны содержать: объекты и цели испытаний; оцениваемые характеристики качества; условия и порядок испытаний; методы обработки, анализа и оценки результатов испытаний; материально-техническое обеспечение испытаний и отчетность. Должны быть разработаны методики контроля за действиями по исправлению дефектов, если в службу управления проверок поступит такой запрос. Отчет о проведении испытаний должен содержать сведения о видах испытаний и их результатах для отдельных структурных элементов ПС и документов или системы качества в целом с подробным описанием полученных результатов.

Заключение по результатам сертификационных испытаний разрабатывается экспертами и содержит обобщенные сведения о результатах испытаний и обоснование целесообразности выдачи сертификата. Ориентировочный состав результирующих документов, сертификационных испытаний системы качества предприятия и/или программного продукта, (номера соответствуют шаблонам документов в главе 3). В случае получения отрицательных результатов сертифика-

ционных испытаний принимается решение об отказе в выдаче сертификата соответствия. Кроме того, предприятию-заявителю могут быть направлены предложения по устранению предполагаемых причин отрицательных результатов испытаний. После доработки сертифицируемой продукции или системы качества испытания могут быть повторены. Результаты анализа состояния технологии или продукции **оформляются актом**, в котором даются оценки по всем позициям Программы испытаний и содержатся выводы, включающие общую оценку состояния производства, необходимость корректирующих мероприятий.

За сертифицированным программным продуктом и документацией в процессе их эксплуатации в течение всего срока действия сертификата соответствия осуществляется **инспекционный контроль**. Контроль проводится в форме периодических и внеплановых проверок соблюдения на предприятии требований к качеству сертифицированной технологии и продукции. По результатам инспекционного контроля орган по сертификации может приостановить или отменить действие сертификата и аннулировать лицензию на право применения знака соответствия в случае несоответствия продукции или системы качества требованиям нормативных документов, контролируемых при сертификации. Решение о приостановлении действия сертификата и лицензии на право применения знака соответствия не принимается в том случае, если путем корректирующих мероприятий, согласованных с органом по сертификации, его выдавшим, заявитель может устранить обнаруженные причины несоответствия и подтвердить без повторных испытаний в аккредитованной лаборатории, соответствие продукции или процессов нормативным документам. Результаты инспекционного контроля оформляют **актом**, в котором дается оценка результатов испытаний и других проверок, делается вывод о возможности сохранения действия выданного сертификата.

Состав и содержание документации системы качества предприятия зависят от характеристик проектирования, разработки и модификации программных средств и документов, а также от требований к их качеству и особенностям технологической среды. Оцениваемыми при сертификации характеристиками системы качества являются наличия соответствующих документов и практическое выполнение требований международных стандартов на ЖЦ ПС и серии **ISO 9000**, а также должностных инструкций специалистами предприятия-разработчика. Клиент-заявитель должен подготовить и предъявить испытательной лаборатории согласованный между заказчиком и разработчиком и утвержденный комплект документов для проверки их достоверности, достаточности состава и качества изготовления в соответствии с нормативными документами. **Ориентировочный комплект основных документов при сертификации ПС состоит из трех групп:**

- базовые, нормативные документы систем качества в соответствии с номенклатурой и содержанием серии стандартов **ISO 9000:2000**, а также подготовленные разработчиками на их основе Программа, Руководство и инструкции, предъ-

являемые испытателям (экспертам) системы качества или продукции проверяемого предприятия;

- исходные документы, характеризующие конкретное предприятие или проект, а также жизненный цикл программного средства, подготавливаемые руководством предприятия или проекта для сертификации его качества;
- отчетные документы испытателей, отражающие результаты проверки (сертификации) системы качества предприятия, представляемые органу сертификации, заявителю и руководству проверяемого предприятия.

Предъявляемые на сертификацию программные продукты или системы качества предприятия должны представляться в комплекте с соответствующей документацией. Перечень и приблизительное содержание групп этих документов **ориентированы на общий случай проверки систем качества предприятий**, обеспечивающих жизненный цикл крупномасштабных ПС. Комплект документов может сокращаться и адаптироваться по согласованию между заявителем, испытателем и руководством проверяемого предприятия в соответствии с характеристиками проектов программных средств. Некоторые документы могут объединяться в интегрированные отчеты с четкой ответственностью определенных специалистов за их выполнение. В результате должно оформляться соглашение между заказчиком и разработчиком-поставщиком о структуре и содержании документации, предъявляемой при сертификации.

Глава 3. Структура и содержание – шаблоны документов сложных программных средств

На базе стандартов, представленных в Приложении 1 и в главе 2, с учетом ряда публикаций и нормативных документов, создана и представлена ниже, в п.п. 3.1 – 3.7, **структура и шаблоны комплекса технологических и эксплуатационных документов жизненного цикла базовой версии сложного программного средства реального времени, создаваемого "с нуля"**. По ряду работ (например, программирование компонентов) в ЖЦ ПС рекомендуется использовать специфические документы, детально регламентирующие содержание и применение определенных технологических процедур в соответствии с инструкциями инструментальных средств. Детальную структуру каждого документа целесообразно уточнять менеджерам предприятия или проекта на основе предлагаемых шаблонов в соответствии с их традициями, используемой технологией и особенностями проектируемого ПС. Формализованная структура и типовое содержание каждого документа должны позволять контролировать результаты и качество выполненных работ.

Рекомендуемый ниже состав и содержание шаблонов документов в реальных проектах может варьироваться в зависимости от класса, масштаба и характеристик ЖЦ программного средства (см. п.1.5). Наиболее сложному случаю разработки крупномасштабных критических ПС реального времени высокого качества соответствует номенклатура и детализация всего комплекса приведенных документов. Для каждого этапа жизненного цикла крупномасштабных (свыше 200 тысяч строк – крупные), средних по масштабу (свыше 50 тысяч строк – средние) и небольших проектов программных средств (малые), **рекомендуемые для использования документы** в таблицах отмечены знаком +. Некоторые документы целесообразно применять факультативно, или с сокращением и упрощением содержания, что отмечено знаками + –. Выделенные

три перечня документов, целесообразно использовать как типовые, базовые, при адаптации и формировании состава и содержания документов в конкретных проектах, с учетом их особенностей, масштаба и характеристик.

К ряду документов по решению руководителя проекта или компонента ПС целесообразно перед функциональной частью публиковать дополнительно, не отмеченный в шаблонах, **титул-идентификатор документа** содержащий:

- наименование-идентификатор предприятия разработчика;
- наименование-идентификатор заказчика проекта системы и программного продукта;
- наименование-идентификатор проекта системы и внешней среды;
- наименование-идентификатор проекта программного продукта;
- идентификатор компонента или модуля программного средства;
- идентификатор версии компонента или модуля программного средства;
- идентификатор автора или ответственного за издание компонента и документа;
- дату и время выпуска или последнего изменения документа;
- некоторые общие сведения или комментарии о процессе, продукте или документе по выбору автора, руководителя проекта или заказчика.

Глава 3. Структура и содержание – шаблоны документов сложных программных средств

3.1. Документы предварительных требований, спецификаций и ресурсов для разработки программного средства

3.1.1. *Интервью заказчиков и пользователей о проблемах и целях создания программного продукта:*

- определение профиля заказчика или пользователя:
 - * имя, компания, отрасль;
 - * что в основном производится;
 - * как измеряется успех деятельности пользователя;
 - * какие проблемы влияют на успешность деятельности пользователя;
- оценка проблемы создания или модификации программного средства;
 - * почему существует эта проблема;
 - * как она решается в настоящее время;
 - * как заказчик (пользователь) хотел бы ее решать;
- пользовательская среда:
 - * имеют ли пользователи опыт работы с данным типом программных средств;
 - * какая вычислительная платформа используется;
 - * каковы ожидания заказчика относительно практичности продукта;
 - * в каком виде должна быть представлена справочная информация для пользователя (в интерактивном или в виде печатной копии);
- предположения аналитика – разработчика относительно проблемы заказчика:
 - * является ли проблема реальной;
 - * каковы причины проблемы;
 - * как она решается в настоящее время;
 - * насколько важно для заказчика (пользователя) решение этой проблемы в сравнении с другими;
- оценка предлагаемого аналитиком метода решения проблемы;
- оценка возможности:
 - * кто в организации – заказчика нуждается в данном ПС;
 - * сколько пользователей указанных типов может использовать ПС;
- оценка необходимого уровня надежности и производительности, а также потребности в сопровождении программного продукта:
 - * каковы ожидания относительно надежности;
 - * какой должна быть производительность;
 - * каковы требования безопасности применения ПС;
 - * какие требования относительно установки и конфигурации;
 - * существуют ли специальные требования по лицензированию;
 - * существуют ли законодательные требования, требования внешней среды, инструкции или другие регламентирующие стандарты, которых необходимо придерживаться;

- заключение аналитика – потребности или проблемы, с наивысшими приоритетами, выявленные в беседе с заказчиком (пользователем).

3.1.2. Результаты обследования и описание системы и целей разработки комплекса программ:

- характеристики существующей системы информатизации или управления:
 - * результаты её функционирования;
 - * тенденции развития;
 - * требования к номенклатуре и качеству результатов функционирования;
 - * характеристики взаимодействия системы с внешней средой;
 - * существующие характеристики качества системы и тенденции их изменения во времени;
- описание существующей системы:
 - * функциональной и информационной структуры системы;
 - * качественных и количественных характеристик, раскрывающих взаимодействие ее компонентов в процессе функционирования;
- описание недостатков существующей системы:
 - * результаты диагностического анализа, при котором оценивается качество функционирования и организационно-технологический уровень системы;
 - * недостатки в организации и технологии функционирования информационных процессов системы;
 - * степень их влияния на качество функционирования системы;
- обоснование необходимости совершенствования системы:
 - * степень соответствия показателей функционирования системы предъявляемым современным требованиям;
 - * степень соответствия прогнозируемых характеристик требуемым;
 - * необходимость совершенствования системы путем создания нового или модернизации существующего ПС;
- цели, критерии и ограничения создания нового ПС:
 - * производственно-хозяйственные, научно-технические и экономические цели создания ПС;
 - * критерии оценки эффективности создания ПС;
 - * ограничения ресурсов при создании нового ПС;
- функции и задачи создаваемого, нового ПС:
 - * обоснование выбора перечня автоматизируемых функций и комплексов задач;
 - * возможная очередность внедрения функциональных задач;
 - * требования к характеристикам реализации функций и задач;
- ожидаемые технико-экономические результаты создания ПС:
 - * перечень основных источников экономической эффективности, получаемых в результате создания ПС;
 - * оценка ожидаемых изменений основных технико-экономических и социальных показателей функционирования системы;
 - * оценка ожидаемых затрат на создание и эксплуатацию ПС с распределением их по очередям создания системы и по годам;
 - * ожидаемые обобщающие показатели экономической эффективности системы с новым ПС;

- выводы и предложения:

- * о производственно-хозяйственной необходимости и технико-экономической целесообразности создания нового ПС;
- * о совершенствовании организации и технологии процесса деятельности системы и ПС;
- * обобщенные рекомендации по созданию нового или модернизированного ПС.

3.1.3. Техничко-экономическое обоснование проекта программного средства:

- базовые стандарты, методы, правила и инструментальные средства, которые могут быть использованы при разработке требований к программному продукту;
- стандарты и методы, которые должны быть применены при разработке требований к структуре и компонентам ПС;
- системы основных обозначений, которые следует применять для описания требований, диаграмм потока данных и формальные языки спецификаций;
- общие исходные данные:
 - * класс и общие функции проекта ПС;
 - * цели анализа и возможная достоверность исходных данных;
 - * новизна проекта и функций комплекса программ;
 - * необходимая степень согласованности проекта с требованиями технического задания заказчика;
 - * возможность управления рисками и архитектурой проекта ПС;
 - * требуемый уровень обобщенной слаженности и организованности коллективной разработки проекта;
 - * возможный уровень обеспечения и оснащения технологии разработки по методике СММ;
 - * наличие значительного ограничения сроков разработки ПС;
- выбор методики и сценария первичной оценки требований технико-экономических характеристик ПС;
 - * оценка размера - масштаба программного продукта проекта;
 - * оценка доли возможного использования готовых программных компонентов;
- предварительный расчет трудоемкости и стоимости разработки ПС;
- предварительный расчет длительности разработки ПС;
- предварительный расчет необходимого числа специалистов;
- оценка влияния технико-экономических факторов на качество проекта ПС;
 - * оценка влияния требования надежности ПС;
 - * оценка влияния требований высокой степени соответствия документации программному продукту;
 - * оценка влияния уровня и стабильности коллектива специалистов проекта ПС;
 - * тематическая квалификация специалистов;
 - * технологическая квалификация проектировщиков и программистов;
 - * оценка влияния технологической среды разработки на технико-экономические показатели проекта ПС;

- * оценка влияния вычислительной среды и ограничения ресурсов объектной ЭВМ реального времени на технико-экономические показатели проекта ПС;
- * оценка влияния стабильности требований заказчика к задачам и функциям ПС;
- предварительная оценка результирующих технико-экономических характеристик проекта ПС:
 - * расчет уточненной трудоемкости и стоимости разработки проекта программного продукта;
 - * расчет уточненной длительности разработки проекта ПС;
 - * уточненный расчет необходимого числа специалистов для разработки проекта ПС;
 - * расчет уточненного распределения трудоемкости, длительности, числа специалистов по этапам работ;
- обобщение основных технико-экономических характеристик и полной стоимости разработки проекта ПС;
- анализ результатов и технико-экономическое обоснование целесообразности продолжения проектирования программного продукта.

3.1.4. Концепция и основные предложения по созданию базовой версии программного средства:

- описание обобщенных результатов обследования и изучения существующей системы и внешней среды;
- перечень базовых стандартов проекта программного продукта;
- описание потребностей потенциальных пользователей ПС;
- характеристики комплекса задач:
 - * назначение комплекса задач;
 - * перечень объектов (технологических объектов управления, подразделений предприятия и т. п.), при управлении которыми решают комплекс задач;
 - * периодичность и продолжительность решения;
 - * связи данного комплекса задач с внешней средой и другими комплексами системы;
 - * распределение функций между персоналом, программными и техническими средствами при различных ситуациях решения комплекса задач;
- входная информация:
 - * источники информации и их идентификаторы;
 - * перечень и описание входных сообщений (идентификаторы, формы представления, сроки и частота поступления);
 - * перечень и описание структурных единиц информации входных сообщений или ссылка на документы, содержащие эти данные;
- выходная информация:
 - * получатели и назначение выходной информации;
 - * перечень и описание выходных сообщений;
 - * периодичность их выдачи;
 - * допустимое время задержки решения.

- описание и оценка преимуществ и недостатков разработанных альтернативных вариантов функций в концепции создания ПС;
- сопоставительный анализ требований пользователя к ПС и вариантов функций в концепции ПС по удовлетворению требований заказчика и пользователей;
- обоснование выбора оптимального варианта содержания и приоритетов комплекса функций в концепции;
- общее описание постановки выбранных задач и функций нового ПС;
- предполагаемая структура, состав компонентов и интерфейсы с внешней средой;
- ожидаемые результаты и возможная эффективность реализации выбранного варианта концепции ПС;
- ориентировочный план реализации выбранного варианта концепции ПС;
- требования к составу и содержанию документации проекта ПС;
- оценка необходимых затрат ресурсов на разработку, ввод в действие и обеспечение функционирования нового ПС;
- предварительный состав требований, гарантирующих качество ПС;
- предварительные условия испытаний и приемки системы.

3.1.5. Предварительный укрупненный план проектирования и разработки базовой версии программного средства:

- общее назначение и сфера действия плана;
- перечень и план-график взаимосвязи этапов и работ;
- для каждой работы, выделенной в соответствии со стандартом жизненного цикла ПС, и включенной в план:
 - * наименование работы;
 - * контролируемые характеристики объекта разработки;
 - * контролируемые показатели процесса выполнения плана;
 - * требования к результатам и качеству;
 - * состав отчетной документации о результатах выполнения плана и достигнутых показателях качества;
 - * дата начала и окончания работы;
 - * наименование специалистов и подразделений - участников работы;
 - * фамилия и должность ответственного исполнителя этапа работ;
- оценка возможности, этапы и сроки реализации конкретных требований концепции и решения функциональных задач.

3.1.6. Системный проект, общее описание программного средства и среды разработки для согласования между заказчиком и разработчиком:

- основные сведения о техническом, информационном и других видах внешней среды, необходимые для разработки программного средства;
- ссылки на документы проекта системы, влияющие на разработку конкретного программного средства;
- структура программного средства – перечень функциональных частей и компонентов с указанием их взаимосвязей и обоснованием выделения каждой из них;
- функции частей программного средства – назначение и описание основных проблем и функций для каждой части и компонента ПС;

- содержание решаемой проблемы:
 - * соглашение с заказчиком по определению проблемы;
 - * заинтересованные лица и пользователи;
 - * границы системы решений;
 - * ограничения, которые необходимо наложить на решения;
- содержание потребностей заказчика и пользователей:
 - * структурированное интервью, используя 10 – 15 наиболее часто упоминавшихся потребностей и функций пользователей;
 - * сформулированные описания потребностей для начала создания комплекса требований;
 - * классификация и приоритеты функций, чтобы определить их как критические, важные и полезные;
- категории критичности системы и программного средства:
 - * критическое ПС – для него проявление дефекта при испытаниях или возникновение отказовой ситуации прекращает безопасное функционирование системы обработки информации и резко увеличивает риск для жизни и здоровья людей или риск аварии оборудования с большим ущербом;
 - * важное ПС – для которого проявление дефекта или возникновение отказовой ситуации может существенно снизить качество выпускаемой продукции и заметно увеличить риск и цену грубых ошибок при обработке информации;
 - * ординарное ПС – для которого ошибки или отказовые ситуации отражаются только на качестве и надежности выходных результатов и не могут привести к значительному ущербу в объектах внешней среды или к потерям у пользователей.
- определение системы и программного продукта:
 - * определение программного продукта, согласование с участниками проекта и их подтверждение;
 - * атрибуты приоритетов функций (критический, важный, полезный), риска (высокий, низкий, средний);
 - * иллюстративные прецеденты в приложении к концепции, чтобы его функции были понятны заказчикам и пользователям;
- управление и согласование масштаба проекта и контроль изменений:
 - * соглашение с заказчиком относительно масштаба проекта и решений по изменению масштаба;
 - * фиксация новых функций, возникающих в результате нормального течения проекта, контроль за изменениями и решениями;
 - * система управления запросами изменений, чтобы гарантировать, что они поступают через контроль за изменениями.
- построение корректной системы и комплекса программ:
 - * анализ и оценка рисков, чтобы определить, план действий по верификации и проверке корректности требований, основываясь на результатах этих оценок;
 - * тестовые процедуры и примеры, которые трассируются к прецедентам, а также к функциональным и конструктивным требованиям;

- * периодическое проведение приемочных испытаний компонентов, чтобы проверять правильность частных результатов работы и обеспечить постоянное участие заказчиков;
- непрерывное управление процессом работы с требованиями:
 - * лидер – менеджер должен нести персональную ответственность за концепцию, оценивать состояние дел и регулярно готовить отчеты и запросы, отражающие эти действия;
 - * формализация и отслеживание процесса изменения требований к программному средству, чтобы убедиться, что концепция надлежащим образом осуществляется в детализированных требованиях технического задания.

3.1.7. Техническое задание на предварительное (детальное) проектирование программного средства:

- общие сведения:
 - * титульный лист с утверждающими и согласующими подписями;
 - * полное наименование проекта ПС;
 - * назначение и цель разработки (развития) ПС;
 - * основание для выполнения и финансирования проекта ПС;
 - * организация - заказчик проекта;
 - * организация - головной исполнитель и соисполнители проекта;
 - * общие сроки выполнения проекта;
- общие технические требования, стандарты и базовые нормативные документы для выполнения проекта ПС;
- характеристики системы информатизации или управления;
 - * общие требования к системе и внешней среде;
 - * общие требования от системы к структуре программного средства:
 - * требования к программному средству в целом;
 - * требования к функциям и основным задачам проекта ПС;
 - * требования к внешней среде проекта ПС;
 - * требования к классам и характеристикам пользователей;
- детальные спецификации требований к функциям, компонентам и эксплуатационным характеристикам ПС:
 - * требования к структуре и функционированию ПС;
 - * требования к надежности и безопасности применения;
 - * требования к защите информации;
 - * требования к стандартизации и унификации;
 - * требования к интерфейсам между компонентами, с внешней средой и с пользователями;
- специальные требования к аппаратной и операционной платформам для реализации ПС;
- требования к содержанию, оформлению и обозначениям эксплуатационной и технологической документации;
- требования к составу и содержанию работ по внедрению ПС в эксплуатацию;
- этапы, сроки и график выполнения основных работ;
- ожидаемые результаты применения ПС и форма их представления;
- порядок контроля, испытаний и приемки результатов проекта;

- предложения по применению и развитию проекта ПС.

3.2. Документы процессов проектирования и выбора характеристик качества программного средства

3.2.1. Стандарты и ограничения на процессы проектирования программного средства:

- стандарты, методы, правила и описания инструментальных средств, которые следует применять при разработке архитектуры ПС и требований компонентов нижнего уровня;
- стандарты и общие методы описания проекта ПС, которые будут использоваться;
- соглашения по идентификации компонентов, версий и продуктов проекта программного средства;
- ограничения, налагаемые на применяемые методы проектирования;
 - * ограничения при распределении ресурсов трудоемкости, стоимости, времени, специалистов;
 - * ограничения использования прерываний и структур, управляемых событиями;
 - * возможности использования динамических задач;
 - * пределы использования глобальных данных;
- ограничения на использования инструментальных средств автоматизации проектирования;
- ограничения на проектирование структуры программ – запрещение использования рекурсий, динамических объектов, альтернативных имен, сокращенных выражений;
- ограничения по сложности – максимальный уровень вложенности циклов, последовательных вызовов и условных структур, использования безусловных переходов, число входных/выходных точек компонентов и модулей программы.

3.2.2. Спецификация требований к системе и к комплексу программ:

- требования проекта системы комплекса программ как целого и общей архитектуры системы;
- требования к унификации проекта интерфейсов и базы данных;
- требования и обоснование выбора проектных решений уровня системы, выбора компонентов системы, описание поведения системы с точки зрения пользователя;
- спецификация требований верхнего уровня, производные требования к компонентам ПС и требования к интерфейсам между системными компонентами, элементами конфигурации ПС и аппаратуры;
- описание распределения системных требований по компонентам ПС с учетом требований, которые обеспечивают характеристики качества;
- требования к архитектуре системы, содержащей идентификацию и функции компонентов системы, их назначение, статус разработки, аппаратные и программные ресурсы;
- требования концепции совместного целостного функционирования компонентов ПС, описание их динамических связей;

- требования стабильности интерфейсов между аппаратными и программными компонентами и пользователями;
- требования возможности анализа трассируемости компонентов программного средства системы к системным требованиям проекта;
- требования для системы или/и подсистем и методы, которые должны быть использованы для гарантии того, что каждое требование будет выполнено и прослеживаемо к конкретным требованиям системы:
 - к режимам работы;
 - к производительности системы;
 - к внешнему и пользовательскому интерфейсу системы;
 - к внутреннему интерфейсу системы;
 - к внутренним данным системы;
 - по возможности адаптации к внешней среде;
 - по обеспечению безопасности системы и внешней среды;
 - по обеспечению защиты и секретности данных;
 - к доступным ресурсам вычислителя, к коэффициенту использования ресурсов аппаратуры, к организации сети компьютеров, если это необходимо;
 - по ограничениям доступных ресурсов проекта;
 - по обучению и уровню квалификации персонала;
 - по возможностям средств аттестации результатов и компонентов, включающие в себя демонстрацию, тестирование, анализ, инспекцию и требуемые специальные методы для контроля функций и качества конкретной системы или компонента.

3.2.3. Предварительное описание и контроль согласованности требований компонентов проекта программного средства:

- описание архитектуры и контроль согласованности требований компонентов нижнего уровня ПС, которые должны удовлетворять требованиям верхнего уровня к комплексу программ;
- детализированное описание того, как компоненты ПС удовлетворяет специфицированным требованиям верхнего уровня к ПС, включая алгоритмы, структуры данных, и описание распределения требований по процессорам и задачам для реализации;
- описание архитектуры комплекса программ в составе системы, которая определяет структуру компонентов ПС, предназначенного для реализации заданных требований на систему;
- описание входных/выходных данных для внутренних и внешних интерфейсов архитектуры системы и комплекса программ;
- анализ корректности описаний потоков данных и потоков управления;
- ограничения на использование ресурсов, стратегия для управления каждым ресурсом, границы рабочего диапазона и методы измерения времени выполнения и использования памяти при функционировании ПС;
- **обоснование тех решений проекта, которые относятся к перечисленным требованиям, связанным с применением системы и ПС.**

3.2.4. Описание функционирования программного средства, взаимодействия с объектами внешней среды и человеко -машинного диалога:

- исходные данные:

- * перечень исходных материалов и документов, использованных при разработке функциональной части проекта ПС;
- * особенности системы, влияющие на проектные решения и компоненты ПС по автоматизированным функциям;
- * данные о системах, взаимосвязанных с разрабатываемым ПС;
- * сведения об информации, которой ПС должно обмениваться с абонентами и другими системами;
- * описание информационной модели системы;
- цели комплекса программ и автоматизируемые функции;
- характеристика функциональной структуры:
 - * перечень компонентов ПС с указанием функций и задач, реализуемых в каждом компоненте;
 - * описание процессов выполнения функций;
 - * необходимые пояснения и обоснования к разделению автоматизированных функций на операции, выполняемые техническими, программными средствами и человеком;
 - * требования к временному регламенту и характеристикам процесса реализации автоматизированных функций (точности, надежности и т.п.) при решении требуемых задач;
- типовые решения с указанием функций и задач, для выполнения которых они применены;
- функциональная пригодность:
 - * соответствие структурных характеристик комплекса программ назначению и функциям ПС;
 - * соответствие назначения целям применения ПС;
 - * соответствие требований к заданным функциям назначению ПС;
 - * соответствие исходной информации требованиям к функциям ПС;
 - * соответствие состава и содержания выходной информации для потребителей назначению и функциям ПС;

3.2.5. Описание алгоритмов компонентов (модулей) программного средства:

- назначение и характеристики компонента (модуля) ПС:
 - * постановка задачи, для решения которой компонент предназначен;
 - * краткие сведения о процессе (объекте), при управлении которым используется алгоритм;
 - * воздействия на процесс пользователями, осуществляемые при функционировании алгоритма;
 - * ограничения на возможность и условия применения алгоритма;
 - * требуемые характеристики качества решения;
 - * состав и общие требования к входным и выходным данным;
- используемая информация и ее характеристики:
 - * массивы информации, сформированные из входных сообщений системы;
 - * массивы информации, полученные в результате работы других алгоритмов и сохраняемые при реализации данного алгоритма;
- результаты решения:
 - * перечень и содержание массивов информации, формируемых в результате реализации алгоритма;

- математическое описание:
 - * математическая модель или экономико-математическое описание процесса (объекта);
 - * перечень принятых допущений и оценки степени соответствия принятой модели реальному процессу (объекту);
 - * сведения о результатах научно-исследовательских работ, если они использованы для разработки алгоритма;
 - * описание логики функционирования алгоритма и способа формирования результатов решения;
 - * последовательности этапов счета, расчетные и логические формулы, используемые в алгоритме;
- требования к разработке программы для реализации алгоритма :
 - * диагностические сообщения при работе с программой;
 - * требования к контролю данных в процессе выполнения операций алгоритма;
 - * ограничения, связанные с машинной реализацией программы алгоритма;
 - * требования к контрольной задаче алгоритма.

3.2.6. Описание информационного обеспечения программного средства и системы управления базами данных:

- состав информационного обеспечения комплекса программ;
- наименования и назначения всех баз и наборов данных;
- проектные решения, связанные с применением базы данных с точки зрения пользователя;
- интерфейсы базы данных с другими системами, элементами конфигурации ПС и аппаратуры;
- способы доступа к базам данных, время реакция баз данных на входные запросы и другие эксплуатационные характеристики;
- алгоритмы работы с базами данных и возможные ограничения;
- организация интерфейсов и информационного обеспечения программного средства:
 - * принципы организации информационного обеспечения системы и ПС;
 - * обоснование выбора носителей данных и принципы распределения информации по типам носителей;
 - * описание видов и методов контроля данных при создании и функционировании информационных баз;
 - * описание решений и интерфейсов, обеспечивающих информационную совместимость ПС с другими системами по источникам и потребителям информации;
- организация сбора и передачи информации:
 - * перечень источников и носителей информации;
 - * оценки интенсивности и объема потоков информации;
 - * требования к интерфейсам и организации сбора, передачи, контроля и корректировки информации;
- система классификации и кодирования информации в комплексе программ:
 - * описание классификации объектов в действующих классификаторах;

- * методы кодирования объектов во вновь разработанных классификаторах;
- организация информации баз данных:
 - * характеристики состава и объема баз данных;
 - * описание структуры баз данных;
 - * описание взаимосвязей баз данных и функций ПС, при реализации которых используется каждая база данных;
- организация ведения и изменения каждой информационной базы:
 - * последовательность процедур при создании и обслуживании базы данных;
 - * регламент выполнения процедур и средств защиты базы данных от разрушения и несанкционированного доступа;
 - * связи между массивами баз данных и массивами входной информации системы и ПС.

3.2.7. Требования к характеристикам качества проекта программного средства:

- требования к корректности программного средства:
 - * соответствие требований к функциям ПС требованиям к системе;
 - * соответствие требований к функциональным компонентам ПС требованиям к функциям комплекса программ;
 - * соответствие текстов программ требованиям к функциональным компонентам ПС;
 - * соответствие объектного кода исходному тексту программ функциональных компонентов ПС;
 - * степень покрытия тестами возможных маршрутов исполнения программ;
- требования к способности и качеству взаимодействия компонентов системы и ПС:
 - * с операционной системой;
 - * с аппаратной средой;
 - * с внешней средой системы и с пользователями;
 - * между программными компонентами;
 - * между компонентами распределенных информационных систем;
- требования к защищенности – безопасности ПС:
 - * соответствие стандартам и нормативным документам на защиту от различных типов угроз;
 - * соответствие критериям и требованиям защиты от преднамеренных несанкционированных угроз безопасности ПС;
 - * соответствие методам и средствам защиты от проявления случайных дефектов программ и данных;
 - * обеспечение эффективности оперативных методов защиты и восстановления при проявлениях и реализации угроз безопасности;
 - * обеспечение равнопрочной защиты в соответствии с опасностью угроз и доступностью ресурсов для защиты;
- требования к характеристикам надежности функционирования ПС:
 - * к завершенности – наработке на отказ при отсутствии рестарта;

- * к устойчивости – наработке на отказ при наличии автоматического рестарта на обеспечение надежности;
- * к восстанавливаемости – допустимой длительности восстановления;
- * к доступности-готовности – относительному времени работоспособного функционирования;
 - требования к эффективности функционирования ПС:
- * к временной эффективности: допустимое время отклика – получения результатов на типовое задание;
- * к пропускной способности – числу типовых заданий, исполняемых в единицу времени;
- * к используемости ресурсов: относительная величина использования ресурсов ЭВМ при нормальном функционировании программного средства;
- требования к практичности применения ПС:
 - * к понятности: четкость концепции ПС; демонстрационные возможности; наглядность и полнота документации;
 - * к простоте использования: простота управления функциями; комфортность эксплуатации; среднее время ввода заданий; среднее время отклика на задание;
 - * к изучаемости: трудоемкость изучения применения ПС; продолжительность изучения; объем эксплуатационной документации; объем электронных учебников;
- требования к сопровождаемости ПС:
 - * к анализируемости: стройность архитектуры программ; унифицированность интерфейсов; полнота и корректность документации;
 - * к изменяемости: трудоемкость подготовки изменений; длительность подготовки изменений;
 - * к тестируемости: трудоемкость тестирования изменений; длительность тестирования изменений;
- требования к мобильности ПС :
 - * к адаптируемости: трудоемкость адаптации; длительность адаптации;
 - * к простоте установки: трудоемкость инсталляции; длительность инсталляции.
 - * к замещаемости: трудоемкость замены компонентов; длительность замены компонентов.

3.2.8. Пояснительная записка к предварительному или детальному проекту программного средства:

- общие положения:
 - * наименование проектируемой системы и наименования документов, их номера и дату утверждения, на основании которых ведется проектирование ПС;
 - * цели, назначение и области использования ПС;
 - * перечень организаций, участвующих в разработке системы и ПС;
 - * сроки выполнения основных этапов и проекта ПС в целом;
 - * сведения об использованных при проектировании нормативных документах;
 - * сведения о НИР и изобретениях, использованных при разработке проекта;

- * очередность создания функциональных компонентов комплекса программ и объем каждой очереди;
- описание процесса функционирования и применения ПС:
 - * состав функций и операций применения ПС с учетом обеспечения взаимосвязи и совместимости процессов деятельности пользователей;
 - * требования к организации работ пользователей в условиях функционирования системы;
- основные технические решения:
 - * структура ПС в целом и компонентов, средства и способы взаимодействия для информационного обмена между компонентами;
 - * условия связи ПС с взаимодействующими системами, обеспечение их совместимости;
 - * функции комплексов задач, реализуемых ПС и компонентами;
 - * состав обрабатываемой информации, размер и способы ее организации;
 - * режимы функционирования, диагностирования работы ПС и компонентов;
 - * виды машинных носителей, входные и выходные документы и сообщения, последовательность обработки информации;
 - * состав инструментальных программных средств, технология, языки проектирования и их реализация;
 - * численность, квалификация и функции обслуживающего персонала и возможных пользователей ПС, режимы работы, порядок взаимодействия специалистов;
 - * сведения о реализации заданных в спецификациях требований к потребительским характеристикам ПС и компонентов, определяющих их качество и безопасность применения;
- описание организации баз данных компонентов и процессов проектирования версий программного средства;
- описание логической и физической структуры баз данных проектирования компонентов и ПС в целом:
 - * состав, форматы и содержание данных версий компонентов и процессов проекта ПС;
 - * взаимосвязи между компонентами и версиями проекта ПС и данными;
 - * описание принятого варианта расположения компонентов проекта ПС и данных на конкретных машинных носителях;
- мероприятия по подготовке системы и ПС к вводу в действие и к эксплуатации:
 - * мероприятия по адаптации и приведению внешней, исходной информации к виду, пригодному для обработки ПС;
 - * мероприятия по обучению и проверке квалификации обслуживающего персонала и пользователей;
 - * мероприятия по организации необходимых подразделений и рабочих мест пользователей.

3.2.9. Описание концепции технологии автоматизированного проектирования программного средства:

- общие положения:

- * класс процессов и этапов жизненного цикла ПС, на которые распространена технология;
- * состав и квалификация специалистов-пользователей технологии;
- * требования и ограничения на условия применения технологии;
- постановка задач и цели автоматизации проектирования ПС:
 - * основные пути и направления решения задач проектирования ПС;
 - * требования к качеству технологии проектирования ПС;
 - * ограничения на применение технологии проектирования;
 - * критерии оценки качества результатов применения технологии;
- методика проектирования ПС:
 - * математические методы, используемые при проектировании ПС;
 - * состав и назначение проектных процедур;
 - * порядок взаимодействия проектных процедур в процессе их выполнения в жизненном цикле ПС;
- инструментальные средства:
 - * состав и функциональные возможности выбранных средств автоматизации проектирования и обеспечения жизненного цикла ПС;
 - * рекомендуемые функции инструментальных средств;
 - * адаптация и инсталляция инструментальных средств автоматизации проектирования к конкретным условиям проекта;
 - * ссылки на инструкции и их разделы по использованию инструментальных средств проектирования;
- исходные данные для использования технологии:
 - * состав, порядок выбора, представления и формирования массивов используемой исходной информации проекта;
 - * перечень и обозначения компонентов, описывающих предметную область, с указанием их наименований, единиц измерений, диапазонов изменения значений;
 - * критерии оценки качества исходных данных проекта ПС;
- описания проектных процедур в жизненном цикле ПС:
 - * состав исходных данных;
 - * правила доступа к ним;
 - * порядок выполнения проектных процедур;
 - * состав и форма результирующих сообщений;
- оценка качества результатов проектирования:
 - * анализ полученных проектных решений на соответствие заданным требованиям спецификаций и критериям качества.

3.2.10. План и поддерживающее его Руководство по документированию проекта жизненного цикла программного средства:

- общая структура комплекта документов;
- перечень исходных стандартов и нормативных документов;
- номенклатура и структура содержания каждого документа;
- требования к качеству, оформлению и обозначению исходных и результирующих документов;
- оценка соответствия стандартам установленного комплекта документов;
- регламент комплектования и хранения документов;
- правила обращения, изменения и сопровождения документов;

- план и графики подготовки, проверки, редактирования, согласования, утверждения и распространения документов для каждого этапа жизненного цикла:
 - * исходные данные, требующиеся для успешного выполнения конкретного этапа документирования;
 - * контролируемые и документируемые данные о состоянии компонента и процесса разработки, регистрируемые после завершения этапа проекта;
 - * содержание процедур контроля состояния и качества компонентов и проекта ПС в целом и документов в процессе выполнения работ этапов;
 - * критерии оценки результатов выполненных работ и качества отчетных документов при завершении этапа и проекта ПС в целом;
 - * состав и содержание отчетных документов, представляемых для оценки состояния проекта, результатов заверченного этапа и работ и для использования на следующем этапе или при завершении проекта ПС;
- обязанности и ответственность специалистов за содержание и качество конкретных документов;
- необходимые и используемые ресурсы, обеспечивающие создание конкретных документов требуемого качества.

3.2.11. Ведомость предварительного или детального проекта программного средства:

- согласованный перечень документов предварительного (детального) проекта программного средства, предъявляемых заказчику на бумаге и/или в машинных файлах;
- оценка соответствия комплекта, содержания и качества документов проекта требованиям спецификаций, технического задания и/или контракта (договора) на проектирование по разделам проекта программного средства.

3.3. Документы процессов разработки и программирования компонентов программных средств

3.3.1. План разработки компонентов программного средства:

- писание целей, стандартов и модели жизненного цикла, которые должны быть использованы в процессах разработки компонентов ПС;
- идентификация стандартов на разработку компонентов ПС:
 - * требований к компоненту ПС;
 - * на процесс проектирования компонента ПС;
 - * на кодирования компонентов ПС для данного проекта;
 - * ссылки на стандарты для ранее разработанных компонентов ПС, включая коммерчески доступные ПС;
- описание процессов жизненного цикла ПС, которые должны быть использованы для формирования конкретного жизненного цикла компонента данного проекта, включая критерии перехода между процессами и компонентами ПС;
- обоснование выбора используемой среды разработки ПС в аппаратной и программной части, включая выбор:
 - * методов и средств разработки требований к компонентам ПС;
 - * методов и средств проектирования компонентов ПС;
 - * языков программирования компонентов ПС;
 - * средств кодирования, компиляторов, редакторов связей и загрузчи-ков;

- аппаратная поддержка для инструментальных средств программирования компонентов ПС;
- план-график разработке компонентов ПС по этапам проекта.

3.3.2. План обеспечения качества компонентов программного средства:

- методы, которые должны быть использованы для того, чтобы достичь требуемое качество компонента ПС;
- описание среды обеспечения качества, включая область действия, организационную ответственность, интерфейсы, стандарты, процедуры, инструментальные средства и методы;
- утверждение полномочий службы обеспечения качества, её ответственности и независимости, включая полномочия специалистов на утверждение версий программных средств и компонентов;
- перечень и план-график работ обеспечения качества, которые должны быть выполнены для каждого процесса жизненного цикла компонента ПС и на протяжении всего жизненного цикла, включая:
 - * методы обеспечения качества, тестирование, просмотры, аудиты, отчетность, инспекции и мониторинг компонентов и процессов жизненного цикла ПС;
 - * работы, связанные с отчетностью о дефектах, трассируемостью и системой корректирующих действий компонентов ПС;
- синхронизация работ процесса обеспечения качества компонентов, относительно работ других процессов жизненного цикла ПС;
- определение отчетов, которые будут подготовлены в процессах обеспечения качества компонентов ПС.

3.3.3. Стандарты кодирования компонентов программного средства:

- методы, правила и инструментальные средства, которые будут использованы для кодирования компонентов ПС;
- перечень языков программирования и/или какое-либо их подмножество;
 - * ссылки на документы, инструкции и руководства которые однозначно определяют синтаксис, режим контроля, характер данных и побочные эффекты языка программирования;
 - * ограничения на использование некоторых функций и возможностей языка программирования;
 - * условия и ограничения, налагаемые на установленные соглашения кодирования, сложность логических или числовых выражений, а также обоснования для их использования;
 - * ограничения на использование инструментальных средств кодирования;
- стандарты представления, комментирования, оформления и документирования исходного кода, истории изменений, входные и выходные данные, а также наиболее значимые глобальные данные;
- соглашения по наименованию для компонентов, подпрограмм, переменных, констант, версий;

3.3.4. Руководство по программированию компонентов проекта комплекса программ:

- описание среды программирования:

- * конфигурация и перечень компонентов системы, рабочие характеристики, возможности и ограничения, включая машинный цикл,
- * длина слова, объем памяти и ее характеристики;
- * перечень команд, прерываний, режимов работы;
- * рабочие регистры, характеристики ввода/вывода;
- * описание носителей данных;
- информация о возможностях применения языка программирования:
 - * представление данных;
 - * формат команд и методы адресации;
 - * команды передачи управления;
 - * процедуры и подпрограммы;
 - * обработка прерываний;
 - * синхронизация и таймеры;
 - * возможности защиты памяти;
 - * детальное описание каждой команды, их использование, синтаксис, время выполнения;
 - * программирование управления вводом/выводом.

3.3.5. Документация на разработанный функциональный программный компонент или модуль программного средства:

- идентификатор, техническое задание и/или спецификация требований на разработку компонента; включая, имя автора и дату создания версии компонента;
- текст компонента ПС, написанный на исходном языке программирования, и команды компилятора, генерирующие объектный код из исходного текста, информация для редактирования связей и загрузки, а также текст комментариев;
- код, который является непосредственно пригодным для использования процессором объектного компьютера и загружаемый в аппаратные средства или вычислительную систему;
- описание программы в виде печатного документа и/или машинных файлов в составе:
 - * краткая аннотация;
 - * описание решаемых задач;
 - * описание структуры и функций программного компонента;
 - * описание алгоритма компонента;
 - * описание и схема иерархии модулей сложного программного компонента;
 - * описание межмодульных интерфейсов программного компонента;
 - * описание пользовательских интерфейсов компонента;
 - * описания входных и результирующих данных компонента;
 - * описание программной и информационной среды функционирования компонента;
 - * описание способов проверки работоспособности и качества программного компонента и тестовые задачи;
- фрагмент руководства пользователя – описание применения программного компонента (при необходимости);
- исходный текст программы на языке программирования в виде печатного документа и/или машинных файлов с комментариями;

- исходный текст и исполняемый объектный код программы на машинных носителях.

3.4. Документы верификации и тестирования компонентов программных средств

3.4.1. Состав базовых документов, регламентирующих верификацию и тестирование программных компонентов:

- руководство программистам по применению методологии, средств автоматизации и стандартов программирования при разработке компонентов ПС;
- руководство программистам по управлению качеством компонентов и комплекса программ;
- план обеспечения процессов верификации и тестирования средствами генерации тестов и обработки результатов функционирования компонентов ПС;
- исходные тексты запрограммированных и оформленных компонентов и описаний данных;
- общий план организации и порядка тестирования компонентов;
- описание оформления типовых тестов, генераторов тестовых данных и сценариев, используемых при тестировании компонентов;
- типовые формы (шаблоны) отчетов о результатах верификации и тестирования, достигнутых показателях качества, откорректированных программистами после завершения разработки компонентов;
- образцы текстов компонентов на языке программирования и в объектном коде реализующей ЭВМ после завершения верификации и тестирования.

3.4.2. Исходные данные для верификации программных компонентов:

- требования к функциональности, эффективности и к качеству системы, детализированные в исходных требованиях высокого уровня к ПС, производные требования к компонентам и обоснование их необходимости;
- каждое требование высокого уровня к ПС трассировано точными, однозначными и достаточно детализированными требованиями к компонентам, и они не конфликтуют друг с другом;
- отсутствуют неоднозначности и конфликты между требованиями к компонентам и к возможностями аппаратных и программных средств объектного вычислителя, особенно такими, как время реакции системы и характеристики аппаратуры ввода/вывода;
- оформление требований к ПС и компонентам полностью соответствует стандартам на создание спецификаций требований и любые отклонения от стандартов обоснованы;
- функциональные и конструктивные характеристики качества компонентов, предназначенные для реализации, полностью отражены и адекватны требованиям высокого уровня к ПС.

3.4.3. Результаты верификации корректности взаимодействия компонентов в составе программного средства:

- удостоверение внутренней непротиворечивости и полноты реализации компонентами требований к программному средству, посредством последовательного прослеживания выполнения комбинации из просмотров, анализов, разработки тестовых сценариев и процедур;

- требования к системе, предназначенные для программной реализации, корректно переработаны в спецификацию требований высокого уровня к комплексу программ, удовлетворяют исходным системным требованиям:

- * требования высокого уровня правильно переработаны в архитектуру ПС и в спецификации требований к функциональным компонентам низкого уровня, которые удовлетворяют требованиям высокого уровня;

- * **спецификации требований к функциональным компонентам ПС, расположенным между компонентами высокого и низкого уровня, каждый раз удовлетворяют требованиям более высокого уровня;**

- * архитектура ПС и спецификации требований к компонентам низкого уровня корректно переработаны, в удовлетворяющие им, исходные тексты программных и информационных модулей;

- * исполняемый объектный код удовлетворяет требованиям к исходному тексту программных компонентов;

- утверждена организационная ответственность внутри процесса верификации компонентов ПС и интерфейсы с другими процессами жизненного цикла;

- формализованы методы, которые будут использованы на каждом этапе процесса верификации ПС:

- * методы просмотра и трассирования спецификаций требований по уровням детализации описаний компонентов;

- * формализованы методы проверки трассируемости и оценки полноты покрытия верификацией компонентов ПС;

- утверждены методики и процедуры выполнения просмотров и анализа, детализация верификации компонентов ПС в части области действия, глубины методов просмотров и анализа.

3.4.4. Исходные данные для тестирования компонентов:

- документация на разрабатываемый программный компонент:

- * **техническое задание и/или спецификация требований на разработку программного компонента;**

- * описание программы в виде печатного документа и файла;

- * описание функционирования и применения компонента в комплексе программ;

- * исходный текст программы в виде печатного документа и файла;

- выбранные методы верификации и тестирования компонентов:

- * статические или динамические;

- * детерминированные или стохастические;

- правила построения и описания тестов компонентов на разных уровнях их представления;

- правила структурного построения и интерфейсов компонентов между собой, а также с внешней средой и с пользователями;

- эталонные значения и/или распределения исходных и результирующих данных, отражающие требуемые функции, сценарии тестирования и покрытие тестами компонента во всем заданном разнообразии его поведения;

- тестовые сценарии исходных и результирующих данных, являющиеся достаточно представительной выборкой из полной совокупности значений и распределений эталонных данных, ограниченной доступными ресурсами на тестирование компонента;

- доступные ресурсы на тестирование компонента:
 - * доступные финансовые, трудовые и временные затраты на тестирование компонента;
 - * оснащенность процесса тестирования компонента программными и аппаратными средствами автоматизации;
 - * доступный состав и квалификация специалистов;
- критерии качества тестирования и требуемая полнота покрытия тестами компонентов, в которые входят описания реализуемых функций и характеристики качества реализации функций;
- допуски на отклонение результатов функционирования программ и показателей качества компонентов от требуемых эталонных значений и распределений, в пределах которых считается, что компонент удовлетворяет предъявленным требованиям к качеству.

3.4.5. Организация, подготовка тестирования и обеспечение качества компонентов:

- системные и функциональные требования к конкретному компоненту, ранжированные требуемые показатели качества к каждому компоненту;
- декомпозиция обобщенных показателей качества ПС и компонентов по контролируемым этапам разработки и разделы по качеству в спецификациях требований на модули и компоненты, а также на их связь с методами и этапами тестирования;
- методы, технология и средства автоматизации разработки и тестирования, обеспечивающие создание каждого компонента с заданными показателями качества;
- методы и средства объективного измерения требуемого покрытия тестами и достигнутого качества каждого компонента на фиксированных этапах его разработки;
- документы и методики для обеспечения и контроля соблюдения правил и технологии проектирования, тестирования и обеспечения всего жизненного цикла компонентов и программного средства;
- структура и содержание (шаблон) каждого документа отражающего результаты этапа тестирования компонента, качество выполненных работ и полноты покрытия тестами.

3.4.6. Сценарии тестирования и спецификации тестов для каждого компонента:

- метод и вид тестирования адекватный компоненту, а также основной цели его выполнения;
- план тестирования в соответствии с выбранным методом с учетом ограниченных ресурсов испытаний, имеющихся для достижения заданной достоверности проверки качества компонента;
- спецификация общей схемы сценариев тестирования компонента:
 - * характеристики компонента, требуемая полнота покрытия тестами для их контроля, охватываемые этой схемой и соответствующими ей тестами;
 - * специфические критерии для характеристик программного продукта, позволяющие оценивать компонент: годен - не годен;
- описания контрольных сценариев тестирования – набор конкретных тестовых значений и соответствующих им эталонов:

- * действительные значения, используемые в качестве исходных тестов;
- * ожидаемые, эталонные выходные значения результатов тестирования;
- * ограничения по процедурам тестирования для каждого конкретного сценария;

- спецификация конкретного сценария тестирования, которая идентифицирует все этапы, требуемые для работы системы в целом или компонента, и для выполнения контрольных сценариев, чтобы реализовать связанные с ними тесты;
- задание на верификацию и тестирование с указанием контролируемых параметров, исходных данных и результирующих эталонов;
- результаты функционирования компонента тестирования при подготовленных тестах и заданиях;
- сравнения результатов тестирования с эталонами и обнаруженные отклонения (дефектов или ошибок) для проведения дополнительного тестирования с целью диагностики и локализации дефектов;
- оценки полноты проведенного тестирования, степени покрытия компонента тестами выбранным методом и необходимости применения других методов и видов тестирования для увеличения покрытия тестами;
- оценка характеристик качества компонента, исходных и выходных данных в спецификациях и сценариях;
- оценки наличия ресурсов для продолжения тестирования и момента его завершения, а также для определения достигнутых характеристик качества компонента или выбора очередного метода тестирования;
- документы результатов процедур верификации и тестирования программы.

3.4.7. План тестирования программного компонента:

- цель, вид и назначение плана тестирования конкретного компонента;
- модули и компоненты, подлежащие тестированию;
- назначение каждого тестового сценария, набор входных данных, условия исполнения тестов, ожидаемые результаты, требуемые критерии покрытия и критерии полноты выполнения тестов;
- пошаговые инструкции того, как каждый тестовый сценарий должен быть инициирован и выполнен, как должны быть оценены результаты тестирования и какая среда тестирования должна быть использована;
- организация работ, основной график их выполнения:
 - * задачи исполнения каждого теста и сценарий проверки;
 - * методы и критерии оценки качества тестирования;
 - * входные и результирующие данные тестирования;
 - * используемые ресурсы сценария тестирования;
- используемые технологические средства и методики тестирования;
- номенклатура и содержание оформляемых отчетных документов;
- взаимодействие плана тестирования компонентов с планами обеспечения качества и с управлением конфигурацией и корректировками компонентов и ПС в целом;
- детализация и документирование процесса тестирования на каждом этапе ЖЦ ПС:
 - * графики решения частных задач тестирования компонентов;

- * оценки результатов тестирования и риска качества компонентов;
- * распределение ответственности между специалистами за качество результатов тестирования и достигнутые характеристики компонентов.

3.4.8. Отчет о результатах верификации и тестирования компонентов:

- справка о передаче компонента на тестирование, когда в разработке участвуют независимые группы программистов и тестировщиков;
- журнал выполнения плана тестирования, используемый бригадой тестировщиков компонентов для регистрации:
 - * сценариев и операций, которые имели место во время выполнения тестирования компонента;
 - * аномальных событий и дефектов для диагностики и локализации причин аномалий;
 - * изменений и корректировок, которые произведены в компонентах;
- результаты верификации и тестирования:
 - * результат выполнения (прошел/не прошел) для каждого просмотра, анализа и выполненного теста и заключительный результат верификации и тестирования компонента;
 - * элемент конфигурации и/или версия ПС, которые прошли просмотр, анализ или верификацию соответствующих компонентов;
 - * результаты оценивания покрытия и анализа трассируемости для выполнения тестов, просмотров и анализов в процессе верификации и тестирования;
- итоговый обобщенный отчет верификации и тестирования компонентов ПС:
 - * результаты работ по верификации и тестированию, связанные с одной или более спецификациями сценариев или видов проверки компонентов и ПС в целом;
 - * отчеты о факультативных исследованиях ПС и системы в целом, выполненных испытателями или пользователями за пределами спецификаций требований и документации;
 - * компоненты комплекса программ выполняют все (частично) декларируемые в документации функции;
 - * полученные выходные данные находятся в допустимых пределах отклонений от эталонных, заданных в требованиях на разработку комплекса программ или спецификациях на компоненты;
 - * при обработке тестовых данных не выявлено ошибок или отклонений функционирования от описанного в программной документации;
 - * программная документация соответствует требованиям стандартов.

3.4.9. Методика комплексирования функциональных компонентов:

- тестирование идентичность исходного текста функционального компонента, представленного на носителе данных, с исходным текстом, представленным в программном документе на крупную функциональную задачу;
- комплексирование в статике модулей и компонентов, входящих в функциональный компонент, проверка интерфейсов между модулями и выявлены их нестыковки с описаниями в спецификациях на функциональный компонент;
- устранение невязок интерфейсов между модулями и компонентами, входящими в функциональный компонент;

- анализ потоков управления и установления степени покрытия тестами графовой модели функционального компонента при тестировании программы по выделенным маршрутам функционального компонента:
 - * установить наличие или отсутствие тупиковых ветвей в маршрутах;
 - * установить наличие хотя бы одного маршрута исполнения программы для каждой из заданных в спецификации функции компонента;
 - * выделить имеющиеся на маршрутах циклы функционального компонента и определить порядок их тестирования;
 - * используя логические условия в вершинах графа, описывающего потоки управления функционального компонента, сформировать исходные данные для создания тестовых наборов входных данных для проверки каждого выделенного маршрута;
- анализ потоков данных – установить связь наборов входных переменных программы и выходных, участвующих в исполнении функционального компонента по определенному маршруту, соответствие между областями определения наборов данных (входных и выходных) и маршрутами их обработки в функциональном компоненте;
- оценка результатов тестирования, качества и корректности конкретного функционального компонента статике без взаимодействия с другими функциональными компонентами:
 - * функциональный компонент имеет корректную структуру;
 - * для каждой из функций компонента существует непустое множество маршрутов ее реализации;
 - * каждый из функциональных маршрутов завершается за конечное число шагов;
 - * не обнаружено нереализованных и тупиковых функциональных маршрутов;
 - * программная документация соответствует требованиям стандартов и реализуемым функциям компонента;
- подготовка тестов и сценариев для тестирования функционального компонента в статике, во взаимодействии с другими функциональными компонентами при некоторых постоянных значениях времени в соответствии с заданной временной диаграммой комплекса программ;
- комплексирование взаимодействия функционального компонента с другими компонентами и с базой данных вне реального времени;
- подключение функционального компонента к операционной системе в реализующей ЭВМ и оценка возможности достаточно полного решения соответствующих функциональных задач в статике при постоянных значениях реального времени;
- завершение тестирования функционального компонента с другими группами программ, наращивание состава компонентов до полного комплекта реализуемых функциональных задач в ПС;
- обработка результатов отладки, оценка качества и корректности функционального компонента во взаимодействии с другими группами в статике, вывод о достаточности данного набора тестов полностью проверить декларируемые в документах функциональные возможности;

- подготовка тестов для тестирования функционального компонента в реальном времени, сценарии тестирования и диаграммы изменения реального времени, которым соответствуют определенные содержания тестов в имитируемой внешней среде;
- завершение тестирования качества функционального компонента в реальном времени, программ ввода-вывода и взаимодействия с внешней средой, визуализации и организации всего вычислительного процесса в реальном времени;
- обработка результатов тестирования и оценка качества функционального компонента в реальном времени, в полном его окружении с другими функциональными компонентами, удовлетворяющими критериям качества, передача от его разработчиков на комплексирование специалистам, ответственным за тестирование комплекса программ в целом.

3.4.10. Оценка реализации комплексирования функциональных компонентов комплексов программ:

- удостоверение качества функционирования компонентов в соответствии с спецификациями требований, а также в критических ситуациях по условиям и логике решения задач (стрессовое тестирование) для испытаний исполнения функциональных компонентов в нештатных ситуациях;
- определение корректности использования ресурсов памяти и производительности вычислительной системы при оценке качества и безопасности исполнения функциональных компонентов при ограниченности ресурсов ЭВМ;
- оценка эффективности защиты функционального компонента от искажений исходных данных для выявления дефектов, проявляющихся при ложных или искаженных входных данных;
- оценки эффективности защиты от сбоев аппаратуры и не выявленных ошибок программ и данных для проверки качества средств контроля и оперативного восстановления (рестарта) при различных, непреднамеренных искажениях функционирования компонентов ПС;
- измерение достигнутых значений надежности и безопасности базовых версий функциональных компонентов ПС и определение основных характеристик качества комплекса программ;
- оценка удобства эксплуатации и взаимодействия оператора-пользователя с комплексом программ для обнаружения дефектов представления и отображения исходных и результирующих данных;
- оценка удобства и качества инсталляции и подготовки пользовательских версий комплекса программ для выявления дефектов методов и средств адаптации функциональных компонентов базовых версий к параметрам среды и конкретным условиям применения у пользователей;
- оценка возможности и качества функционирования компонентов базовых версий комплекса программ, при реконфигурациях оборудования для обнаружения дефектов, проявляющихся при изменении состава или характеристик компонентов аппаратуры вычислительной системы или внешней среды;
- оценка готовности функциональных компонентов комплекса программ к сопровождению и развитию версий путем настройки базовых версий на условия конкретного применения у пользователей, анализ удобства модифицирования и корректировки версий ПС;

- контроль полноты и корректности документации, обнаружение и устранение ошибок несоответствия функциональных компонентов реального комплекса программы в ЭВМ, сопровождающей его технологической и эксплуатационной документации.

3.5. Документы квалификационного тестирования, испытаний и оценивания качества программных средств

3.5.1. Методика генерации тестов имитирующих внешнюю среду и обработку результатов квалификационного тестирования:

- выбор и установление статуса испытания ПС и соответствующих тестов:
 - * ординарные испытания, которым подвергается широкий спектр ПС с относительно невысокими требованиями к качеству, которые предстоит эксплуатировать в не критических системах;
 - * аттестационные испытания, которым подвергаются ответственные категории ПС, чьи ошибки могут нанести большой ущерб;
 - * сертификационные испытания критических ПС, эксплуатация которых недопустима без высоких гарантий качества, удостоверяемых уполномоченным государственным или ведомственным органом;
- имитация конкретных тестов с реальными характеристиками, адекватными объектам внешней среды, с учетом:
 - * статуса испытаний;
 - * глубины знаний об алгоритмах функционирования объектов внешней среды;
 - * характеристик компонентов внешней среды;
- выбор средств имитации внешней среды, обеспечивающих реальный масштаб времени при тестировании и включающих:
 - * аналоги объектов внешней среды для генерации тестов, представляющих коррелированные логические переменные, которые трудно описать и смоделировать на ЭВМ;
 - * данные с рабочих мест операторов-пользователей с учетом особенностей и квалификации человека, которому предстоит использовать испытываемые программы в реальной системе обработки информации;
 - * данные натуральных экспериментов с объектами внешней среды отражающие характеристики и динамику функционирования объектов, которые трудно или опасно подключать для непосредственного взаимодействия с недостаточно проверенным ПС и для аттестации адекватности имитаторов некоторых объектов внешней среды;
 - * имитацию эталонных характеристик объектов внешней среды в идеальных условиях – при отсутствии искажений исходных данных, ошибок в измерениях их параметров, сбоев и преднамеренных отказов;
- математическое моделирование внешней среды – поддержка процесса тестирования с помощью имитации данных из внешних для ПС компонентов системы, что позволяет:

- * проводить длительное непрерывное генерирование имитируемых данных для определения характеристик качества функционирования ПС в широком диапазоне изменения условий и параметров, что зачастую невозможно при использовании реальных объектов;
- * расширять диапазоны характеристик имитируемых объектов за пределы реально существующих или доступных источников данных, а также генерировать потоки информации, отражающие перспективные характеристики создаваемых информационных систем и объектов внешней среды;
- * создавать тестовые данные, соответствующие критическим или опасным ситуациям функционирования объектов внешней среды, которые невозможно или рискованно реализовать при натуральных экспериментах;
- * обеспечивать высокую повторяемость имитируемых данных при заданных условиях их генерации и возможность прекращения или приостановки имитации на любых фазах моделирования внешней среды;
- регистрация характеристик тестовых данных на соответствие заданным обобщенным характеристикам каждого объекта внешней среды и исходным данным сеанса испытаний:
 - * данные, характеризующие исходную для испытаний тестовую информацию;
 - * выходные эталонные результаты тестирования;
 - * маршруты исполнения программных компонентов и их операторы при некоторых фиксированных тестовых данных;
 - * аномальные события, сбои, отказы и данные, характеризующиеся отклонением результатов тестирования от эталонов за допустимые пределы и ограничения;
 - * характеристики превышения допустимого использования различных ресурсов объектной ЭВМ;
- результаты оперативной обработки итогов испытаний тестируемого комплекса реального времени, по упрощенным алгоритмам с большой пропускной способностью, обеспечивающим сохранение реального масштаба времени для испытываемого ПС;
- результаты обобщающей обработки накопленных результатов испытаний вне реального времени после завершения одного или серии испытаний характеристик качества функционирования ПС.

3.5.2. Методика применения проблемно-ориентированной системы квалификационного тестирования и испытаний комплексов программ:

- выделение требований и характеристик, подлежащих проверке при испытаниях функциональных компонентов и ПС в целом, обеспечивающих контроль проектных решений;
- выявления причин сбоев и отказов функционирования компонентов и ПС в целом;
- определения реальных характеристик качества функционирования системы и комплекса программ;
- проверка соответствия функционирования ПС и системы требованиям спецификаций и технического задания;

- установления необходимой продолжительности и режимов испытаний для достаточной проверки выполнения требований технического задания и соответствия предъявленной документации;
- определение тестов и реализация процесса тестирования разработчиком: ввод тестовых наборов; генерация тестовых данных; ввод ожидаемых, эталонных результатов;
- выполнение участка тестируемой программы между контрольными точками, для которого вводимые данные могут быть отредактированы и включены в следующие тестовые сценарии;
- анализ и обработка тестовых результатов – использование возможности средства тестирования автоматически анализировать тестовые результаты: сравнение ожидаемых и реальных результатов; сравнение файлов; статистическую обработку результатов;
- анализ покрытия тестами объектного кода комплекса программ для обнаружения: операторов, которые не были выполнены; процедур, которые не были вызваны; переменных, к которым не были обращения;
- анализ производительности при исполнении комплекса программ: загрузки центрального процессора; загрузки памяти; обращения к специфицированным элементам данных или сегментам объектного кода; временные характеристики функционирования испытываемой программы.

3.5.3. Методика, содержание и сценарии квалификационного тестирования и испытаний программных средств:

- содержание тестовых сценариев и процедур, которые используют для выполнения квалификационного тестирования системы или функциональных компонентов ПС:
 - * каждый тест должен иметь уникальный для проекта идентификатор и ссылку на соответствующий пункт в документе Программа квалификационного тестирования;
 - * инструкции для проведения тестирования, описание аппаратуры и ПС, а также инструкции для возможности повторного тестирования;
 - * ссылки на проверяемые требования спецификаций, условия выполнения (конфигурация аппаратуры и ПС), входные данные, ожидаемые результаты, критерии оценки результатов, процедуры тестирования для каждого тестового сценария, допущения и ограничения испытаний;
- план квалификационного тестирования комплекса программ:
 - * описание тестовой среды, которая будет использована при тестировании, содержание выполняемых тестов и план-график реализации тестирования;
 - * идентификация, перечень и используемые виды аппаратных средств, интерфейсного оборудования, устройств связи, дополнительных внешних устройств, генераторов тестовых данных, устройств синхронизации тестов;
 - * организации, принимающие участие в квалификационном тестировании ПС, их роли и ответственность;
 - * план-график тестирования и матрица трассирования квалификационных тестов с отношением к конкретным требованиям спецификаций компонентов и ПС.
- квалификационное тестирование программного средства вне системы:

- * испытания выполнения всех требований контракта и спецификаций к характеристикам качества комплекса программ;
- * подготовка к интеграции комплекса программ и аппаратуры системы;
- * оценка достигнутых характеристик качества и возможности автономного применения программного средства по назначению;
- интеграция и тестирование комплекса программ в составе аппаратуры системы:
 - * испытания внешних и внутренних интерфейсов комплекса программ на соответствие требованиям к системе;
 - * оценка реализуемости и планирование испытаний комплекса программ в составе системы;
 - * анализ полноты и корректности документации на комплекс программ в составе документации системы;
- квалификационное тестирование характеристик качества системы с данным комплексом программ:
 - * установление соответствия достигнутых характеристик качества ПС и системы требованиям контракта и спецификаций;
 - * удостоверение адекватности и качества технологической и эксплуатационной документации на систему и ПС результатам квалификационного тестирования;
- предварительные испытания главного конструктора – разработчика, которые могут совмещаться с завершением квалификационного тестирования функциональных компонентов, оформляются документально и являются основанием для предъявления заказчику на завершающие совместные, квалификационные испытания программного продукта;
- опытная эксплуатация системы и комплекса программ разработчиками с участием испытателей и некоторых пользователей, назначаемых заказчиком (результаты могут учитываться при проведении совместных испытаний для их сокращения);
- совместные, квалификационные испытания системы и комплекса программ комиссией заказчика и разработчика, в которой участвует главный конструктор разработки и некоторые ведущие разработчики, или аттестованной сертификационной лабораторией;
- исходные документы комиссии при испытаниях:
 - * утвержденное заказчиком и согласованное с разработчиком техническое задание и спецификации требований на комплекс программ;
 - * действующие государственные и ведомственные стандарты на проектирование и испытания комплекса программ и на техническую документацию;
 - * Программа испытаний по всем требованиям спецификаций и технического задания;
 - * методики испытаний по каждому разделу Программы, требований спецификаций и технического задания на проект;
 - * комплект сопроводительной технологической и эксплуатационной документации на комплекс программ;

- отчет о квалификационном тестировании (испытаниях) ПС, выполненном для системы и комплекса программ:

- * общая оценка результатов квалификационного тестирования, идентификация всех дефектов, несоответствий и ограничений;
- * описание возможных различий тестовой и эксплуатационной внешней среды и системы;
- * описание рекомендуемых улучшений в тестируемом комплексе программ;
- * детальные результаты квалификационного тестирования и испытаний;
- * описание обнаруженных и устраненных дефектов;
- * оформленный акт о завершении работ и контракта на создание версии комплекса программ и системы.

3.5.4. Программа испытаний комплекса программ:

- перечень конкретных проверок (решаемых задач), которые следует осуществлять при испытаниях для подтверждения выполнения требований технического задания, спецификаций и нормативной документации, со ссылками на соответствующие разделы методик испытаний;
- объект испытаний (компонент или комплекс программ), его назначение и перечень основных документов, определивших его разработку;
- цель испытаний с указанием всех спецификаций требований, технического задания и характеристик качества ПС, подлежащих проверке;
- ограничения на проведение испытаний (экономические, технологические, временные, ресурсы специалистов);
- этапы жизненного цикла, на которых должно проводиться тестирование компонентов или ПС в целом;
- собственно Программа испытаний комплекса программ:
 - * перечень конкретных проверок, которые следует осуществлять при испытаниях для подтверждения выполнения требований спецификаций, технического задания и нормативной документации, со ссылками на соответствующие разделы методик испытаний;
 - * план тестирования для последовательной проверки по всем разделам технического задания и дополнительным требованиям спецификаций, формализованным отдельными решениями разработчиков и заказчика;
 - * сценарии проверок ПС соответствия техническому заданию и оценки степени выполнения требований функционального назначения системы и комплекса программ;
 - * оценка комплектности, достаточности состава и качества документации на комплекс программ;
 - * определение потребности в количестве и квалификации пользователей и обслуживающего персонала;
- основы методик испытаний, однозначно определяющие:
 - * содержание проверяемых характеристик;
 - * условия и сценарии тестирования функциональных компонентов и комплекса программ;
 - * инструментальные средства, используемые для автоматизации испытаний;
 - * содержание методик обработки и оценки результатов квалификационно-

го тестирования по каждому разделу Программы испытаний.

3.5.5. Методики проведения испытаний комплекса программ по отдельным характеристикам качества:

- объект испытаний – полное наименование комплекса программ, обозначение и комплектность испытываемого функционального компонента или ПС в целом;
- цель испытаний – конкретные цели и задачи, которые должны быть достигнуты и решены в процессах испытаний;
- общие положения методов испытаний:
 - * перечень руководящих документов, на основании которых проводят испытания;
 - * место, внешняя среда и продолжительность испытаний;
 - * идентификаторы организаций, участвующих в испытаниях;
 - * перечень математических и комплексных моделей, применяемых для имитации внешней среды и оценки характеристик ПС;
 - * перечень и результаты ранее проведенных испытаний;
 - * перечень предъявляемых на испытания комплектов документов, откорректированных по результатам ранее проведенных испытаний;
- размеры испытаний по разделам Программы:
 - * перечень этапов тестирования, испытаний и оценок;
 - * количественные и качественные характеристики комплекса программ, подлежащие измерению и оценке;
 - * последовательность проведения этапов тестирования и режимы испытаний;
 - * перечень работ, проводимых после формального завершения испытаний и требования к ним;
 - * объем, методики и порядок обработки результатов испытаний;
- условия и порядок проведения испытаний:
 - * условия начала и завершения отдельных этапов испытаний функциональных компонентов и комплекса программ;
 - * имеющиеся ограничения в условиях проведения этапов испытаний;
 - * требования к техническому обслуживанию системы в процессе испытаний;
 - * необходимые меры, обеспечивающие безопасность и безаварийность проведения испытаний системы и ПС;
 - * порядок взаимодействия и ответственность организаций и подразделений, участвующих в испытаниях за корректность и безопасность;
 - * конкретное распределение функциональных задач и обязанностей организаций, участвующих в испытаниях за результаты;
 - * требования к квалификации персонала, проводящего испытания, и порядок его допуска к испытаниям;
- материально-техническое и стендовое обеспечение испытаний комплекса программ;
- метрологическое обеспечение корректности испытаний с распределением задач и ответственности организаций и специалистов, участвующих в испытаниях, за выполнение соответствующих этапов, мероприятий и оценку характеристик комплекса программ;

- отчетность и документирование результатов испытаний:
 - * перечень отчетных документов, которые должны оформляться в процессе испытаний и по их завершению;
 - * перечень организаций разрабатывающих, согласующих и утверждающих конкретные отчетные документы;
 - * сроки оформления и утверждения отчетных документов испытаний;
- форма и содержание акта и итогового отчета о результатах испытаний;
- акт содержания технического состояния ПС и системы после испытаний.

3.5.6. Протоколы по результатам испытаний функциональных компонентов и/или комплекса программ:

- идентификатор объекта испытаний;
- цель испытаний;
- назначение квалификационного тестирования и разделы требований спецификации, технического задания и Программы, по которым проводились испытания;
- список должностных лиц и их квалификации, проводивших испытания;
- перечень пунктов Программы испытаний, по которым успешно проведены испытания;
- перечень методик, в соответствии с которыми успешно проведены испытания, обработка и оценка результатов;
- условия и сценарии проведения квалификационного тестирования и характеристики исходных данных;
- отчет об отказах, сбоях и аварийных ситуациях, выявленных при испытаниях;
- отчет о корректировках параметров среды и объекта испытаний, комплекса программ и технической документации;
- обобщенные результаты квалификационных испытаний с оценкой их на соответствие спецификациям требований технического задания и другим руководящим документам, а также технической документации;
- протоколы просмотров и аудитов, протоколы совещаний, регистрация отклонений от санкционированных процессов и протоколы проверки соответствия комплекса программ требованиям спецификаций;
- выводы о результатах испытаний и соответствии созданного комплекса программ и/или функционального компонента определенному разделу требований спецификаций и технического задания.

3.5.7. Итоговый отчет результатов разработки программного средства:

- краткий обзор системы, включая описание ее функций и их распределение на программную и аппаратную реализацию, архитектура, используемые процессоры, интерфейсы аппаратных и программных средств, требования по обеспечению безопасности;
- фактически использованная модель жизненного цикла ПС;
- ссылки на документы жизненного цикла ПС, являющиеся выходными результатами процессов разработки и интегральных процессов комплекса программ;
- функции ПС с акцентированием на обеспечение характеристик качества, безопасности и используемую концепцию разбиения компонентов ПС;

- основные характеристики ПС – размер исполняемого объектного кода, ограничения по времени и памяти, ограничения ресурсов разработки, значения и способы измерения каждой характеристики;
- связь между представляемыми документами комплекса программ и документами, определяющими систему, а также способы передачи комплекса документов жизненного цикла ПС заказчику;
- идентификация конфигурации ПС, посредством указания регистрационного номера и версии;
- обзор изменений и корректировок в ЖЦ ПС с указанием изменений, вызванных отказами, влияющими на качество и безопасность, с идентификацией изменений, выполненных после сдачи предыдущей версии;
- перечень сообщений о дефектах комплекса программ, не устраненных ко времени завершения испытаний, включая заявления о функциональных ограничениях ПС;
- утверждение о соответствии проекта требованиям стандартов и обзор методов, позволяющих доказать выполнение критериев, определенных в исходных данных проекта и планах ПС.

3.5.8. Акт завершения работ по проекту программного средства:

- идентификатор проекта и завершенной работы;
- список представителей организации-разработчика и организации-заказчика, составивших акт;
- дата завершения проекта и работ;
- перечень и наименования документов, на основании которых осуществлен проект и проводилась работа;
- перечень и наименования документов, содержащих обобщенные результаты выполненного проекта ПС;
- основные результаты завершеного проекта ПС;
- заключение о результатах завершеного проекта и степени выполнения технического задания и спецификаций требований к ПС с положительным или отрицательным итогом;
- рекомендации по развитию и внедрению результатов проекта ПС;
- приложения:
 - * комплект технологической и эксплуатационной документации на комплекс программ;
 - * исходные документы на разработку проекта ПС;
 - * полный отчет о результатах квалификационных испытаний ПС.

3.5.9. Акт приемки программного средства в промышленную эксплуатацию:

- идентификатор системы и/или ПС, принимаемых в эксплуатацию;
- сведения о статусе приемочной комиссии (государственная, межведомственная, ведомственная), ее составе и основании для работы;
- период времени работы комиссии приемки в эксплуатацию;
- идентификаторы организации-разработчика, организации-соисполнителя и организации заказчика;
- перечень и наименования исходных документов, на основании которых разработано ПС;

- состав и описание функций ПС, принимаемых в эксплуатацию;
- перечень и описание компонентов технического, программного, информационного и организационного обеспечения, принимаемых в эксплуатацию;
- перечень и наименования комплекса документов, предъявленных комиссии;
- заключение о результатах опытной эксплуатации ПС;
- оценка соответствия принимаемого ПС техническому заданию, спецификации требований и контракту на его создание;
- краткая характеристика и основные результаты выполненной работы по созданию ПС;
 - * оценка научно-технического уровня комплекса программ;
 - * оценка экономической эффективности от возможного внедрения комплекса программ;
- решение комиссии о возможности принятия ПС в промышленную эксплуатацию;
- рекомендации комиссии по дальнейшему развитию системы и комплекса программ;
- приложения:
 - * Программа и протоколы испытаний;
 - * протоколы заседаний комиссии;
 - * перечень технических средств и характеристик внешней среды, которые использовала комиссия при испытаниях и приемке ПС;
 - * справка о применении в ПС нормативных документов и унифицированных форм (шаблонов) документов.

3.6. Документы сопровождения и конфигурационного управления версиями программного средства

3.6.1. Описание среды жизненного цикла и конфигурации программного средства:

- аппаратная и программная среда разработки, генерации, повторной верификации или модификации ПС на протяжении всего жизненного цикла;
- инструментальные средства разработки ПС: компиляторы, редакторы связей и загрузчики, средства обеспечения целостности данных;
- среда и методики верификации и тестирования компонентов, используемые при корректировке программного средства;
- аттестованные инструментальные средства обеспечения и корректировки жизненного цикла ПС и соответствующая документация об аттестации этих средств;
- идентификаторы конфигурации функциональных компонентов и программного средства; исходные тексты программ и исполняемый объектный код;
- ранее разработанные компоненты ПС, если они используются в данном программном средстве;
- комплекс технологических документов обеспечения жизненного цикла ПС;
- инструкции для компоновки исполняемого объектного кода, инструкции для компилирования и редактирования связей; процедуры, используемые для

восстановления при регенерации, тестировании или модификации компонентов и ПС;

- контроль целостности данных для исполняемого объектного кода, документы управления конфигурацией, генерируемые в процессе управления конфигурацией, включая отчеты управления конфигурацией, указатели состояния конфигурации ПС и среды жизненного цикла комплекса программ.

3.6.2. План управления конфигурацией программного средства:

- описание среды управления конфигурацией, включая процедуры планирования, инструментальные средства, методы, стандарты, организационную ответственность и интерфейсы специалистов;
- описание процессов управления конфигурацией в жизненном цикле ПС, которые обеспечивают реализацию целей данного процесса;
- компоненты изменения конфигурации, которые должны быть идентифицированы, методы идентификации документов жизненного цикла ПС, связь идентификации компонентов, ПС и системы;
- содержание и идентификация сообщений об изменениях ПС, процедуры регистрации сообщений о дефектах и взаимодействие отчетов о дефектах и контроле изменений;
- контроль изменений и базовая версия, обеспечивающие целостность компонентов конфигурации и базовой версии ПС;
- методы оценки и определения приоритетов в устранении дефектов, утверждении изменений, реализации решений об изменениях и связь этих методов с отчетами о дефектах и контролем изменений;
- отчет о текущем состоянии конфигурации, определение места хранения информации, как она воспроизведена для отчетов и когда она будет доступна специалистам;
- архивирование, получение из архива и выпуск официальной базовой версии ПС, контроль целостности, способы внесения информации в архив и получения из архива, метод и полномочия для выпуска версии комплекса программ;
- контроль среды жизненного цикла, инструментальных средств для разработки, комплексирования, верификации, тестирования и загрузки ПС;
- контроль целостности технологических документов жизненного цикла ПС;
- определение состава документов жизненного цикла ПС, генерируемых в процессе управления конфигурацией, включая отчеты управления конфигурацией компонентов, указатели состояния конфигурации и среды жизненного цикла ПС.

3.6.3. Отчеты пользователей о выявленных дефектах и предложениях по корректировке комплекса программ:

- рекомендации пользователям по выявлению и регистрации условий проявления и содержания дефектов эксплуатируемых версий ПС;
- идентификация и регистрация аномального поведения ПС, несогласованности процессов с планами и стандартами разработки, недостатки документации жизненного цикла ПС;
- описание дефекта, достаточное для его понимания и устранения, описание возможных корректирующих действий, предназначенных для устранения зарегистрированного дефекта;

- идентификатор пользователя, представившего отчет о дефектах и/или предложениях;
- дата фиксирования дефекта или предложения на изменение ПС;
- номер и параметры адаптации пользовательской версии ПС, на которой обнаружен дефект;
- идентификация компонента конфигурации и/или этапа жизненного цикла ПС, где был обнаружен дефект;
- подробное описание сценария и исходных данных, при которых выявлен дефект и документы результатов его регистрации;
- предположение о причине, вызвавшей проявление дефекта;
- идентификация компонента конфигурации, который необходимо модифицировать, или описание процесса, который должен быть изменен;
- описание возможных корректирующих действий, предназначенных для устранения зарегистрированного дефекта;
- предложение по модификации ПС и его компонентов для устранения дефекта или совершенствования функционирования программ.

3.6.4. Описания выявленных дефектов и предложений по совершенствованию функций версии программного средства:

- отчеты пользователей о дефектах и предложениях в рубрикации раздела 6.3;
- идентификатор разработчика, которому передан отчет пользователя для анализа дефекта или предложения;
- дата начала анализа отчета пользователя;
- идентификатор сценария проявления повторяемости дефекта на пользовательской версии и необходимости дальнейшего анализа дефекта на базовой версии ПС;
- тесты, исходные данные и сценарий, при которых проявляется выявленный дефект;
- результаты анализа предложения на выполнение изменения, причин и источника выявленного дефекта;
- рекомендации о возможных способах устранения дефекта или о реализации предложения по совершенствованию программ и базы данных;
- оценки сложности, трудоемкости, эффективности и срочности модификации программ и базы данных;
- оценки влияния предлагаемых изменений на возможность эксплуатации версий ПС, имеющихся у пользователей.

3.6.5. Описания подготовленных и утвержденных корректировок и обобщенных характеристик новой базовой версии программного средства:

- идентификатор специалиста, который разработал модификацию компонентов программ и базы данных;
- дата разработки предлагаемой модификации;
- причина изменения программ и/или базы данных (дефект, совершенствование);
- содержание изменений программ и базы данных;
- содержание изменений документации на компоненты или версию ПС;
- корректность результатов тестирования базовой версии ПС с разработанными изменениями;

- дата и ответственное лицо, утвердившее реализацию модификации версии ПС;
- квалификация решения на изменение: частная модификация вследствие исправления дефекта или издание новой версии ПС;
- результаты испытаний модификации и обобщенные характеристики базовой версии ПС после внесения изменений;
- решение по распространению пользователям результатов проведенной модификации или новой версии ПС;
- решение по целесообразности сохранения сопровождения предшествующих версий ПС;
- адрес хранения корректировок, документов и квалификационных тестов выполненной модификации и/или новой базовой версии ПС;
- идентификация новой конфигурации, протоколы об установлении новой базовой версии и её регистрации в архиве;
- архивирование, получение из архива и выпуск официальной версии: контроль целостности базовой версии ПС, способы внесения информации в архив и получения из архива, метод и полномочия для выпуска версии комплекса программ;
- отчеты об истории выполнения изменений версий ПС;
- протоколы о передаче новой версии ПС в архив;
- протоколы о выпуске новой версии ПС для применения пользователями.

3.6.6. Извещение пользователям о выпуске новой версии программного средства и/или о прекращении сопровождения предшествующей версии:

- краткое обоснование причин модификации или прекращения сопровождения версии ПС;
- описание содержания и характеристики основных изменений в новой версии ПС;
- рекомендации по корректировке, приобретению или замене пользовательской версии ПС.

3.6.7. Описание новой базовой версии программного средства:

- идентификация системы и комплекса программ, к которым применяется данный документ, включая регистрационные номера процедур утверждения конфигураций и номера базовых версий ПС;
- краткий обзор назначения и спецификации требований новой версии системы и ПС, особенности истории разработки, эксплуатации и сопровождения системы и комплекса программ, идентификация заказчика, пользователей, разработчика, а также организации, осуществляющей сопровождение, регистрацию текущих и планируемых мест установки системы и ПС для пользователей;
- идентификация физических носителей, содержащих новую зарегистрированную и утвержденную базовую версию ПС и связанную с ней документацию;
- идентификация комплекта новых зарегистрированных, утвержденных компьютерных файлов, содержащих базовую версию ПС;
- перечень всех изменений, внесенных в файлы и документы после выпуска предыдущей базовой версии ПС;
- полный комплект документов новой базовой версии ПС;
- инструкция по установке и инсталляции новой версии ПС.

3.6.8. План передачи и внедрения новой базовой версии программного средства пользователям:

- общий обзор результатов разработки, комплекта требований и особенностей новой базовой версии системы и ПС; заказчиков, пользователей, разработчиков и организаций, осуществляющих сопровождение, запланированные рабочие места и перечень передаваемых документов;
- контроль комплектности и состояния аппаратного и программного обеспечения, а также другие ресурсы, необходимых для поддержки всего жизненного цикла передаваемого нового комплекса программ;
- запланированные сроки установки новой версии ПС у определенных пользователей;
- комплект системы файлов и документов, относящихся к передаваемой новой базовой версии ПС;
- детальное описание ресурсов, необходимых для инсталляции передаваемого ПС, требования к квалификации и составу персонала, чтобы специфицировать, разработать, документировать, тестировать, оценивать, контролировать, копировать и распространять новую базовую версию ПС;
- перечень рекомендуемых мероприятий, в том числе консультации и лекции, которые должен проводить разработчик в целях поддержки применения передаваемого нового ПС;
- описание процесса подготовки персонала, который будет осуществлять поддержку передаваемого ПС: тематика, дата, продолжительность и место проведения теоретических и практических занятий;
- порядок внедрения, включающий в себя все работы, необходимые при передаче и инсталляции новой версии ПС со стороны организаций, осуществляющих сопровождение.

3.6.9. Отчет о результатах эксплуатации снятой с сопровождения базовой версии программного средства и ее архивации:

- причины и дата решения о прекращении сопровождения определенной базовой версии ПС и извещение пользователей;
- идентификатор ответственного лица, принявшего решение о прекращении сопровождения определенной версии ПС;
- дата и идентификатор лица, выполнившего архивацию определенной версии ПС;
- идентификаторы физических носителей информации архива, содержащих подлинники и дубликаты файлов и документов, снятой с сопровождения базовой версии ПС.

3.6.10. Отчет о результатах тиражирования базовых версий, конфигурациях и параметрах пользовательских версий программного средства:

- идентификаторы базовых версий ПС, поддерживаемых сопровождением и распространяемых пользователям;
- адреса архивов, содержащих физические носители файлов и документации каждой базовой версии ПС распространяемой пользователям;
- краткая характеристика и адреса архивов, содержащих квалификационные тесты базовых версий ПС;

- перечень идентификаторов пользователей, которым передана на эксплуатацию определенная базовая версия ПС;
- идентификатор базовой версии, которая адаптировалась для эксплуатации каждым пользователем;
- параметры среды пользователя, на которые адаптировалась определенная базовая версия ПС;
- характеристики активности обращений пользователей к поставщику за консультациями и модификациями комплекса программ.

3.7. Документы процессов эксплуатации программных средств

3.7.1. *Общее описание системы, в которой используется программное средство:*

- назначение и идентификатор системы:
 - * вид деятельности, для информатизации которой предназначена система;
 - * перечень объектов автоматизации и внешней среды, на которых используется система и ПС;
- описание системы:
 - * структура системы и назначение ее частей;
 - * сведения о программном продукте в целом и его частях, необходимые для корректной эксплуатации системы;
 - * описание функционирования системы и ее частей;
- описание взаимосвязей программного продукта с другими системами и ПС:
 - * перечень компонентов систем и ПС, с которыми связан данный программный продукт;
 - * описание регламента связей между системами и ПС;
 - * перечень функций, реализуемых каждой взаимодействующей системой и ПС.
- краткое описание ПС, перечень файлов, включая базу данных и файлы со справочной информацией для пользователей, описание аппаратуры и прочих ресурсов, необходимых для доступа и использования программного продукта в полном объеме;
- режимы работы программного продукта;
- терминалы, принтеры и другие входные и выходные устройства;
- необходимые процедуры, утилиты, в том числе процедуры для установки и инсталляции программного продукта;
- форматы представления входной и выходной информации, их назначение, тип, объем;
- точность представления, скорость передачи, ожидаемое время реакции на операции пользователя;
- способ задания конца обработанной информации и другие требуемые соглашения;
- ограничения и наиболее типичные ошибки задания информации;
- описание используемой системы управления базой данных.

3.7.2. *Описание административного управления программными средствами системы:*

- концепции и обзоры системного управления программами и базами данных;
- документы, детализирующие концепцию процессов управления системой и ПС и требования к реализации каждой функции;
- информационная модель системы, комплекса программ, их атрибутов и операций;
- руководства для формализации и описания объектов управления системы и ПС;
- формализация непосредственной передачи управляющей информации между компонентами системы и ПС;
- документы, описывающие:
 - * передаваемые типы данных;
 - * формализованные объекты, их состояния, атрибуты, операции и извещения об обмене;
- классификатор объектов управления, отражающий взаимосвязь между классами объектов управления и правилами их применения;
- функции администратора программных средств:
 - * общие функции администрирования при применении данного ПС;
 - * процедуры по инсталляции и подготовке ПС к эксплуатации;
 - * контроль ввода заданий и выработки запроса на их выполнение;
 - * контроль представления результатов обработки заданий;
 - * способы и формы контроля исполнения заданий;
 - * динамическое управление процессом реализации заданий.

3.7.3. Руководство системного администратора программного средства:

- описание запуска системы управления и комплекса программ либо непосредственно с центрального компьютера, либо другим централизованным способом, либо через сеть;
- описание аппаратных и программных средств, требуемых для работы системы;
- технические характеристики используемых аппаратных устройств;
- структура, обзор назначения и функционирования каждого компонента комплекса программ;
- перечень входных команд, команд доступа к ПС и реакции на их выполнение;
- аварийные сообщения и другие выходные данные, формируемые для контроля комплекса программ;
- типовые времена выполнения основных функций ПС;
- последовательность действий для запуска системы и комплекса программ;
- перечень требуемых библиотек поддержки и интерфейсов системы;
- форма и средства регистрации дефектов и ошибок, возникающих в процессе эксплуатации ПС;
- перечень процедур, выполняемых системным администратором при установке ПС для конкретного выбранного окружения и конкретной конфигурации системы.

3.7.4. Общее описание руководства пользователей программного средства:

- порядок действий пользователя для установки и использования системы и ПС;

- краткое описание функций и характеристик ПС;
- описание внешней программной среды;
- перечень файлов, включая файлы базы данных, необходимых для применения ПС;
- порядок действий для продолжения или возобновления функционирования ПС в случаях возникновения непредвиденных ситуаций;
- организация и функционирование ПС с точки зрения пользователя;
- описание процедур, позволяющих фиксировать дефекты и ошибки;
- детальные, пошаговые действия пользователя при включении системы и дальнейшей работе с ней;
- ссылки на другие руководства системы и комплекса программ;
- перечень и пояснение выводимых системой сообщений.

3.7.5. Руководство оперативного пользователя программного средства:

- титульный лист, оформленный по правилам предприятия с учетом требований заказчика;
- ограничения на применение документа и указания на авторские права на программный продукт;
- введение:
 - * область применения ПС;
 - * краткое описание функциональных возможностей;
 - * требования к уровню подготовки пользователя;
 - * перечень эксплуатационной документации, с которыми необходимо предварительно ознакомиться пользователю;
- назначение и условия применения комплекса программ:
 - * теоретические основы данного комплекса программ, функции и решаемые задачи;
 - * виды деятельности и функции, для автоматизации которых предназначено данное программное средство;
 - * условия, при соблюдении (выполнении, наступлении), которых обеспечивается применение программного средства в соответствии с назначением, спецификациями требований и характеристиками системы;
 - * технические и административные операции для запуска решения функциональных задач;
 - * предостережения и предупреждения от ошибок пользователей;
 - * метод решения каждой задачи, их взаимодействие и ограничения;
- подготовка к работе:
 - * состав и содержание дистрибутивного носителя комплекса программ и данных;
 - * описание всех выполняемых функций, задач, процедур;
 - * описание операций технологического процесса обработки данных, необходимых для выполнения функций, комплексов задач, процедур;
 - * порядок загрузки данных и программ;
 - * порядок контроля и проверки работоспособности комплекса программ;
- описание функциональных операций ПС – для каждой операции обработки данных должно быть указано:
 - * идентификатор и наименование операции;

- * условия, при соблюдении которых возможно выполнение операции;
 - * подготовительные действия;
 - * основные действия в требуемой последовательности функциональных операций;
 - * исходные данные, необходимые для корректного функционирования комплекса программ;
 - * информация для контроля корректного функционирования комплекса программ;
 - * рекомендации как приостановить исполнение заданных функций и провести рестарт комплекса программ;
 - * регистрация окончания исполнения заданной функции комплекса программ;
 - * заключительные действия для завершения требуемой задачи;
 - * оценка ресурсов, расходуемых на операцию или заданную функцию;
 - аварийные ситуации:
 - * действия пользователя в случае несоблюдения условий выполнения технологического процесса, в том числе при отказах технических средств;
 - * действия пользователя по восстановлению программ и/или данных при отказе или обнаружении ошибок;
 - * действия в случаях обнаружения несанкционированного вмешательства в данные;
 - гарантии и обязательства по контракту на комплекс программ, а также условия отказа от них;
 - рекомендации по обучению и освоению ПС, включая описание контрольного примера, правила его запуска и выполнения;
- приложения – детальные сведения о форматах исходных и результирующих данных, структуре файлов и экранов.

3.7.6. Инструкция по формированию и ведению информации базы данных:

- правила подготовки информации данных:
 - * порядок отбора информации для включения в базу данных;
 - * правила подготовки и кодирования информации базы данных;
 - * формы ее представления и правила заполнения этих форм;
 - * порядок внесения изменений в информацию базы данных;
- порядок и средства заполнения базы данных:
 - * состав технических средств;
 - * правила, порядок, последовательность и описание процедур, используемых при заполнении базы данных, включая перенос данных на машинные носители информации;
- процедуры изменения и контроля информации базы данных:
 - * состав и последовательность выполнения процедур по контролю и изменению содержания базы данных;
- порядок и средства восстановления информации базы данных:
 - * описание средств защиты базы от разрушения и несанкционированного доступа;

* правила, средства и порядок проведения процедур по копированию и восстановлению базы данных.

3.7.7. Паспорт на программное средство:

- общие сведения о программном средстве:
 - * идентификатор и наименование ПС;
 - * его обозначение, присвоенное разработчиком;
 - * наименование предприятия-поставщика;
- основные характеристики ПС:
 - * состав функций, реализуемых ПС;
 - * описание принципов функционирования ПС;
 - * общий регламент и режимы функционирования ПС;
 - * сведения о возможности выбора и изменения режимов его работы;
 - * сведения о совместимости ПС с другими системами и внешней средой;
- комплектность:
 - * перечень эксплуатационных документов ПС;
 - * все непосредственно входящие в состав ПС компоненты;
 - * отдельные средства в комплексе программ, в том числе носители данных и эксплуатационные документы;
- свидетельство (акт) о приемке:
 - * содержание и дата подписания акта о приемке ПС в промышленную эксплуатацию;
 - * фамилии и должности лиц, подписавших акт о приемке;
- гарантийные обязательства изготовителя (поставщика):
 - * сроки и ограничения гарантии на комплекс программ в целом;
 - * сроки и ограничения гарантии отдельных составных частей, если они не совпадают с условиями гарантии ПС в целом;
- сведения о текущем состоянии комплекса программ:
 - * сведения о выявленных дефектах;
 - * замечания по эксплуатации и аварийным ситуациям, принятые меры;
 - * сведения о изменениях в программном средстве с указанием основания, даты и содержания изменения;
- сведения о выполнении регламентных, профилактических работ и их результатах.

3.7.8. Пользовательская документация на коммерческие пакеты – закрытые коробки программных средств по стандарту ISO 9127:

- документация внутри коробки:
 - * цель и назначение ПС;
 - * справочная документация:
 - * идентификация пакета ПС;
 - * составные части пакета ПС;
 - * функциональное описание ПС;
 - * инсталляция (сборка) ПС;
 - * использование ПС;
 - * технологическая информация по ПС;
 - * тестирование при применении;
 - * информация по контрактам;
 - * глоссарий;

- * индекс;
- * замечания для конечного пользователя;
- обучающая документация;
- документация для быстрых справок;
- документация на внешней упаковке пакета:
 - * цель ПС;
 - * содержание пакета:
 - * идентификация пакета;
 - * цель и область применения;
 - * окружение;
 - * вход;
 - * выход;
 - * ограничения на данные в файлах;
 - * инструкция для пользователя;
 - * дополнительная информация;
 - * информация по контрактам;
 - * адреса сервиса для потребителя;
 - * предметное обеспечение (спецификация);
 - * стандарты и законы;
 - * независимая сертификация;
 - * код продукта;
- цена.

3.7.9. Руководство по подготовке документации и обучению специалистов применению программного средства:

- виды и уровни обучения и категории персонала, требующие обучения применению программного средства;
- требования к начальным квалификации и опыту, необходимым операторам, администраторам и техническому персоналу;
- документация планов и требований по обучению специалистов;
- руководства для обучения, включая материалы и средства автоматизации, используемые для обучения разных категорий специалистов;
- план регулярного обучения персонала, контроля и учета результатов обучения с методами оценки достигнутой квалификации специалистов;
- требования и содержание сертификата специалиста, гарантирующего, что соответствующие категории обученного персонала готовы для выполнения запланированных действий и решения задач с применением определенного программного средства.

Литература

1. Боэм Б.У. Инженерное проектирование программного обеспечения. Пер. с англ. /Под ред. А.А. Красилова. – М.: Радио и связь, 1985.
2. Брауде Э.Д. Технология разработки программного обеспечения. – Питер. 2004.
3. Вигерс К. И. Разработка требований к программному обеспечению. Микрософт – Русская редакция. – М.: 2004.
4. Кантор М. Управление программными проектами. Практическое руководство по разработке успешного программного обеспечения. Пер. с англ. – М.: Вильямс. 2002.
5. Крайер Э. Успешная сертификация на соответствие нормам ИСО серии 9000. Пер. с нем. – М.: ИЗДАТ. 1999.
6. Леман М.М. Программы, жизненные циклы и законы эволюции программного обеспечения //ТИИЭР. Техника программного обеспечения: Пер. с англ. М.:Мир. 1980. - Т.68. - N 9. - С.26-45.
7. Леффингуэлл Д., Уидриг Д. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход. Пер. с англ. – М.: Вильямс. 2002.
8. Липаев В.В., Потапов А.И. Оценка затрат на разработку программных средств. – М.: Финансы и статистика. 1988.
9. Липаев В.В. Документирование и управление конфигурацией программных средств. Методы и стандарты. – М.: СИНТЕГ. 1998.
10. Липаев В.В. Системное проектирование сложных программных средств для информационных систем. Изд. второе переработанное и дополненное. – М.: СИНТЕГ. 2002.
11. Липаев В.В. Методы обеспечения качества крупномасштабных программных средств. – М.: РФФИ. СИНТЕГ. 2003.
12. Липаев В.В. Функциональная безопасность программных средств. – М.: СИНТЕГ. 2004.
13. Липаев В.В. Техничко-экономическое обоснование проектов сложных программных средств. – М.: СИНТЕГ. 2004.
14. Липаев В.В. Анализ и сокращение рисков проектов сложных программных средств. – М.: СИНТЕГ. 2004.
15. Оценка и аттестация зрелости процессов создания и сопровождения программных средств и информационных систем (ISO/IEC TR 15504 – CMM). – М.: Книга и бизнес. 2001.
16. Соммервилл И. Инженерия программного обеспечения. – М.: Вильямс. 2002.
17. Трахтенгерц Э.А. Компьютерная поддержка формирования целей и стратегий. – М.: СИНТЕГ. 2005.
18. Тэллес М., Хсих Ю. Наука отладки. – М.: Кудиц-образ. 2003.
19. Фатрелл Р. Т., Шафер Д. Ф., Шафер Л. И. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимальных затратах. Пер. с англ. – М.: Вильямс. 2003.

20. Шаллоуей А., Тротт Д.Р. Шаблоны проектирования. Новый подход к объектно – ориентированному анализу и проектированию. Вильямс. 2002.
21. Beizer B. Software testing techniques. N.Y.: Van Nostrand Reinhold. 1990.
22. Boehm B.W. et al. Software cost estimation with COCOMO II. Prentice Hall PTR. New Jersey. 2000.
23. Boehm B.W. Software risk management. IEEE Computer Society Press. Washington. 1989.
24. Davis A. Software requirements: Objects, functions and states. – Englewood Cliffs. NY. Prentice-Hall. 1993.
25. Grady R. Practical software metrics for project management and process improvement. – Englewood Cliffs. NY. Prentice-Hall. 1992.
26. Encyclopedia of Software Engineering. Vol.1 A-N; Vol.2 O-Z. Editor – In – Chief John J. Marciniak. John Wiley & Sons. Inc. 1995.
27. Jones C. Applied software measurement, assuring productivity and quality. McGraw-Hill. NY. 1996.
28. Karolak D.W. Software engineering risk management. IEEE Computer Society Press. Washington. 1996.
29. Martin J., McClure C. Software maintenance, the problems and its solutions. - N.Y.: Prentice-Hall.1983.
30. Schindler M.J. Computer - aided software design. Build quality software with CASE. - N.Y. John Wiley & Sons, 1990.

Приложение 1

Перечень основных стандартов в области обеспечения документирования программных средств

1. **ISO 12207:1995.** (ГОСТ Р – 1999). ИТ. Процессы жизненного цикла программных средств.
2. **ISO 15271:1998.** (ГОСТ Р – 2002). ИТ. Руководство по применению ISO 12207.
3. **ISO 16326:1999.** (ГОСТ Р – 2002). ИТ. Руководство по применению ISO 12207 при административном управлении проектами.
4. **ISO 15504 – 1-9:1998.** ТО. Оценка и аттестация зрелости процессов жизненного цикла программных средств. Ч.1. Основные понятия и вводное руководство. Ч.2. Эталонная модель процессов и их зрелости. Ч.3. Проведение аттестации. Ч.4. Руководство по проведению аттестации. Ч.5. Модель аттестации и руководство по показателям. Ч.6. Руководство по компетентности аттестаторов. Ч.7. Руководство по применению при усовершенствовании процессов. Ч.8. Руководство по применению при определении зрелости процессов поставщика. Ч.9. Словарь.
5. **ГОСТ Р 51904 – 2002.** Программное обеспечение встроенных систем. Общие требования к разработке и документированию.
6. **ISO 9000:2000.** (ГОСТ Р – 2001). Система менеджмента (административного управления) качества. Основы и словарь.
7. **ISO 9001:2000.** (ГОСТ Р – 2001). Система менеджмента (административного управления) качества. Требования.
8. **ISO 9004:2000.** (ГОСТ Р – 2001). Система менеджмента (административного управления) качества. Руководство по улучшению деятельности.
9. **ISO 10005: 1995** - Административное управление качеством. Руководящие указания по программам качества.
10. **ISO 10006: 1997** - Руководство по качеству при управлении проектом.
11. **ISO 10007: 1995** - Административное управление качеством. Руководящие указания при управлении конфигурацией.
12. **ISO 10013: 1995** - Руководящие указания по разработке руководств по качеству.
13. **ISO 12182:1998.** (ГОСТ Р– 2002). ИТ. Классификация программных средств.
14. **ISO 9126:1991.** (ГОСТ – 1993). ИТ. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению.
15. **ISO 14598-1-6:1998-2000.** Оценивание программного продукта. Ч.1. Общий обзор. Ч. 2. Планирование и управление. Ч. 3. Процессы для разработчиков. Ч.4. Процессы для покупателей. Ч.5. Процессы для оценщиков. Ч. 6. Документирование и оценивание модулей.
16. **ISO 12119:1994.** (ГОСТ Р – 2000 г). ИТ. Требования к качеству и тестирование.
17. **ANSI/IEEE 1008 - 1986.** Тестирование программных модулей и компонентов ПС.

18. **ANSI/IEEE 1012 - 1986.** Планирование верификации и подтверждения достоверности качества (валидации) программных средств.
19. **ISO 9945-1:1990** (IEEE 1003.1). ИТ. Интерфейсы переносимых операционных систем. Ч.1. Интерфейсы систем прикладных программ (язык Си).
20. **ISO 9945-2:1992** (IEEE 1003.2). ИТ. Интерфейсы переносимых операционных систем. Часть 2. Команды управления и сервисные программы.
21. **ISO 15846:1998.** ТО. Процессы жизненного цикла программных средств. Конфигурационное управление программными средствами.
22. **ISO 14764: 1999.** (ГОСТ Р – 2002). ИТ. Сопровождение программных средств.
23. **ISO 15408:1-3. 1999.** (ГОСТ Р – 2002). Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Ч.1. Введение и общая модель. Ч. 2. Защита функциональных требований. Ч. 3. Защита требований к качеству.
24. **ISO 13335:1-5. 1996-1998.** ИТ. ТО. Руководство по управлению безопасностью. Ч. 1. Концепция и модели обеспечения безопасности информационных технологий. Ч.2. Планирование и управление безопасностью информационных технологий. Ч.3. Техника управления безопасностью ИТ. Ч.4. Селекция (выбор) средств обеспечения безопасности. Ч.5. Безопасность внешних связей.
25. **IEC 61508:1-6: 1998-2000.** Функциональная безопасность электрических / электронных и программируемых электронных систем. Часть 3. Требования к программному обеспечению. Часть 6. Руководство по применению стандартов IEC 61508-2 и IEC 61508-3.
26. **ISO 15910:1999.** (ГОСТ Р – 2002) ИТ. Пользовательская документация программных средств.
27. **ISO 6592:2000.** ОИ. Руководство по документации для вычислительных систем.
28. **ISO 9294:1990.** (ГОСТ–1993 г). ТО. ИТ. Руководство по управлению документированием программного обеспечения.
29. **ISO 9127:1993.** ИТ. Пользовательская и рекламная документация на пакеты программ.
30. **IEEE 1063 – 1993.** Пользовательская документация на программное обеспечение.
31. **ГОСТ 34.602-89.** ИТ. Техническое задание на создание автоматизированных систем.
32. **ГОСТ 34.603-92.** ИТ. Виды испытаний автоматизированных систем.
33. **ГОСТ 34.201-89.** ИТ. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.
34. **РД 50-34.698-90.** Методические указания. Информационная технология. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.