

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**И.Ю. Коцюба, А.В. Чунаев, А.Н. Шиков**

**Методы оценки и измерения  
характеристик  
информационных систем**

**Учебное пособие**

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Санкт-Петербург**

**2015**

Коцюба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Методы оценки и измерения характеристик информационных систем. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 264 с.

В учебном пособии представлены материалы лекций по курсу «Методы оценки и измерения характеристик информационных систем».

Учебное пособие разработано для студентов направления подготовки 09.04.02 – «Информационные системы управления в гуманитарной сфере».

Рекомендовано к печати решением совета Естественного факультета (Протокол № 7 от 26 мая 2015 года).



УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Кафедра интеллектуальных технологий в гуманитарной сфере ведет подготовку бакалавров по направлениям подготовки «Информатика и вычислительная техника», «Сетевые интеллектуальные системы в гуманитарной сфере» и магистров направлений «Информационные системы управления в гуманитарной сфере» и «Прикладные интеллектуальные системы в гуманитарной сфере». Выпускники кафедры ориентируются на работу профессиональными консультантами в области разработки и сопровождения информационных технологий в системе высшего и послевузовского образования, в издательской деятельности, а также в бизнесе.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2015.

© Коцюба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. 2015.

## Оглавление

Введение.....	6
1. Связь качества программного обеспечения и инженерии требований.....	8
1.1. Исторические аспекты понятия «качества».....	8
1.2. Инженерия требований.....	17
1.3. Влияние инженерии требований на качество программного обеспечения.....	37
2. Метрики качества программного обеспечения.....	38
2.1. Факторы, влияющие на качество программного обеспечения.....	38
2.2. Внутреннее и внешнее качество программного обеспечения.....	40
2.3. Качество при использовании в процессе эксплуатации.....	43
3. Модели управления качеством программного обеспечения.....	45
3.1. Концепция управления качеством.....	45
3.2. Японские модели управления качеством....	60
3.3. Европейский подход к управлению качеством.....	67
3.4. Российский опыт управления качеством....	72
3.5. Модель CMM.....	74
3.6. Модель SPICE.....	79
3.7. Модель МакКола.....	83
3.8. Модель Бозма.....	83
3.9. Модель FURPS/FURPS+.....	85

3.10. Модель Гецци.....	87
3.11. Модель SATC.....	87
3.12. Модель ISO 9126.....	88
3.13. Модель Дроми.....	90
3.14. Модель QMOOD.....	90
3.15. Модель SQuaRE.....	91
3.16. Управление качеством в крупных IT-компаниях.....	95
4. Особенности измерения и оценивания характе- ристик качества программного обеспечения.....	104
4.1. Процесс оценки качества на основе измерений.....	104
4.1.1. Специфика экспертных методов.....	105
4.1.2. Измерительные шкалы.....	107
4.1.3. Категории показателей качества программного обеспечения	110
5. Основы метрической теории программ.....	113
5.1. Классификация и характеристика метрик...	113
5.2. Понятие алгоритмической сложности.....	115
5.3. Метрики на основе лексического анализа программ.....	117
5.3.1. Вероятностная модель текста программы...	117
5.3.2. Математическое ожидание и дисперсия длины текста программы.....	118
5.3.3. Метрические характеристики программ....	121
5.4. Количественная оценка работы программирования.....	122
5.5. Метрика Чепина.....	125

5.6. Технико-экономическое обоснование программного обеспечения.....	126
5.6.1. Расчет трудоемкости работ по разработке ПО	127
5.6.2. Оценка технического уровня (качества) ПО..	129
6. Тестирования программного обеспечения.....	133
6.1. Организация тестирования программного обеспечения.....	133
6.2. Модель программной ошибки.....	135
6.3. Свойства тестов.....	136
6.4. Классификация методов тестирования.....	137
6.5. Основные инструменты процесса тестирования.....	144
6.5.1. Система управления требованиями.....	144
6.5.2. База знаний.....	146
6.5.3. Система управления задачами.....	147
6.5.4. Система управления дефектами.....	148
6.5.5. Система создания, хранения и запуска тестовых сценариев.....	150
7. Стандартизация и сертификация программного обеспечения.....	152
7.1. Законодательство в сфере стандартизации...	152
7.2. Основы сертификации программной продукции.....	246
Литература.....	257

## **Введение**

Информационные системы и технологии активно внедряются во все сферы деятельности людей и занимают ведущее положение в системах управления любой организации. В настоящее время грамотное и своевременное применение информационных систем позволяет получить серьезные конкурентные преимущества и уверенное стабильное положение компании на рынке. Однако погоня за скорейшей разработкой, приобретением и внедрением информационных систем нередко приводит к неудачам и худшим результатам, чем были до применения новых информационных систем и программного обеспечения. По статистике только 10% разрабатываемых информационных систем полностью устраивают заказчиков. Причин этому много и одной из них является низкое качество программных продуктов и информационных систем.

До недавнего времени практически не существовало единых подходов, методик и требований к оценке качества информационных систем и программного обеспечения. Во многом ответственность за качество разрабатываемых информационных систем ложилось на разработчиков и заказчик мог в крайнем случае прописать какие-либо требования в техническом задании. Самая большая проблема сформулировать четкие требования к качеству программного обеспечения и потом количественно оценить их.

В настоящее время и у заказчиков и у разработчиков имеется четкое представление, что от качества разрабатываемых информационных систем будет зависеть и конечная цена программного продукта и стоимость владения. Под стоимостью владения ин-

формационной системой подразумевается помимо цены на проектирование, разработку и внедрение ещё и стоимость обслуживания, сопровождения на протяжении всего жизненного цикла программного продукта.

В учебном пособии представлены краткие сведения о методах оценки и измерения характеристик информационных систем, исторических аспектах управления качеством и нормативных документах в области оценки качества, стандартизации и сертификации информационных систем и программного обеспечения.

## **1. Связь качества программного обеспечения и инженерии требований**

### **1.1. Исторические аспекты понятия «качества»**

Начальный этап познания сущности процесса управления качеством программного обеспечения заключается в изучении различных вариантов трактовок понятия «качество». Восприятие качества зависит, в большей степени, от информированности об объекте, к которому применяется качественная оценка. Со временем отношение к качеству может меняться, что связано с изменением информационной энтропии вокруг оцениваемого объекта, то есть появление новой или утрата уже существующей информации. К основным составляющим этой информации можно отнести:

- характеристики объекта;
- условия, при которых эти характеристики достигаются.

В соответствии с этим, можно говорить о качестве, как о заранее определённых количественных ожиданиях от характеристик объекта в различных условиях. Более абстрактно можно представить субъективное понятие качества, как степень удовлетворения определённых потребностей. Однако стоит заметить, что нельзя сводить качество объекта к его отдельным характеристикам, поскольку оно неотделимо от него и охватывает его целиком.

С понятием «качество» мы сталкиваемся постоянно и не всегда задумываемся над его значением. Первыми описали смысл этого понятия философы. В третьем веке до нашей эры это сделал Аристотель (Рисунок 1) – древнегреческий философ и ученый, ученик Платона, основавший Перипатетическую школу. Он считал, что качество классифицирует

предметы на хорошие и плохие, и дал следующее определение в своем труде «Метафизика»: «качеством называется видовое отличие сущности» [1]. Очень простое и понятное трактование. До сих пор многие так и классифицируют качество на бытовом уровне. В трактате «Категории» восьмой главе «Качество» Аристотель дает следующее определение: «Качеством я называю то, благодаря чему предметы называются такими-то. “Качество” имеет много значений. Под одним видом качества будем понимать устойчивые и преходящие свойства. Устойчивое свойство отличается от преходящего тем, что оно продолжительнее и прочнее» [1].

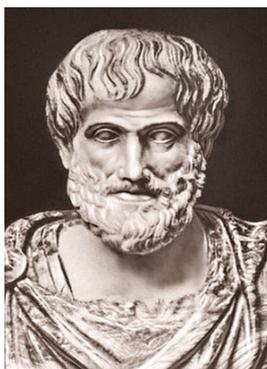


Рисунок 1 – Аристотель Стагирит (384–322 до н.э.)

Более точно значение понятия «качество» описывается китайскими иероглифами (Рисунок 2), которое обозначается двумя элементами – «равновесие» и «деньги» [14]. Действительно, в большинстве случаев качество отождествляется со стоимостью. За качественный товар мы готовы платить большие деньги, чем за плохой. Подсознательно мы ранжируем и оцениваем реальную стоимость товара или услуги, не желая

переплачивать и быть обманутыми. Качество – совокупность свойств, признаков, которые принадлежат вещи, явлению и отличают их от других предметов.

## 平衡錢

Рисунок 2 – Обозначение понятия «качество» китайскими иероглифами «равновесие» и «деньги»

Дальнейшее развитие философское понятие «качество» получило через две тысячи лет благодаря трудам различных философов и ученых. Английский ученый Роберт Бойль (Рисунок 3) ввел понятия первичного и вторичного качества в работе «Опыт о человеческом разуме» [14]



Рисунок 3 - Роберт Бойль (1627-1691)

Джон Локк (Рисунок 4) британский философ и педагог понимал под первичными качествами объективные свойства материальных тел, такие как протяженность, величина, фигура, сцепление, положение, количественные характеристики вообще, механичес-

кое движение, покой, длительность. К вторичным он относил субъективные ощущения, не совпадающие со свойствами внешних объектов, такие как цвет, звук, вкус, запах [14] и т.д.

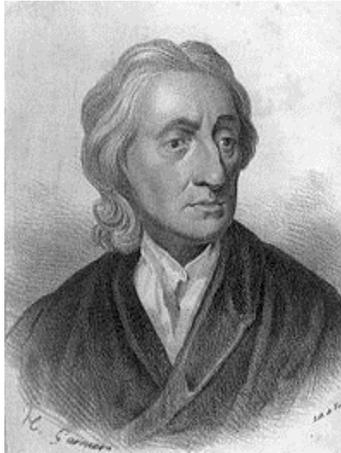


Рисунок 4 - Джон Локк (1632-1704)

Галилео Галилей (1564-1642) (Рисунок 5) итальянский астроном, математик, физик, философ относил к существующим качествам лишь те, которые выразимы геометрически. Автор учения о первичных и вторичных качествах.

Галилей, Рене Декарт (1596-1650) французский математик, физик, философ, Пьер Гассенди (1592-1655) французский философ, математик, астроном и Томас Гоббс (1588-1679) английский философ-материалист полагали, что первичные качества открываются в вещах лишь человеческим разумом, в то время как Джон Локк считал, что «идеи» первичных качеств доставляются непосредственно ощущениями. А Джордж Беркли (1685-1753) английский философ наоборот отверг деление качеств на первичные и вто-

ричные, и объявил их все чисто субъективными. Истолковывая эту концепцию с позиций Агностицизма Дэвид Юм (1711-1776) шотландский философ и Иммануил Кант (1724-1804) немецкий философ отрицали сходство ощущений со свойствами внешних объектов и перенесли субъективистское понимание вторичных качеств на первичные [14].



Рисунок 5 – Галилео Галилей (1564-1642)

Дальнейшее развитие понятие «качество» получило в трудах Георга Вильгельма Фридриха Гегеля (Рисунок 6) немецкого философа. Разработанное им учение о диалектическом развитии как качественном изменении, стремлении низших форм к высшим, переход от старого в новое, стало значительным этапом развития философской мысли. Определения, данные Гегелем «качество есть определенно сущее», а «мера - качественное количество или количественное качество» легли в основу трудов Карла Маркса и Фридриха Энгельса.

Гегель отрицал абсолютность качества и считал в отличие от Аристотеля, что всякое новое качество есть лишь результат накопившихся количественных

изменений. С этим утверждением трудно не согласиться, так как в нем заложен глубочайший смысл. Чаще всего применяется следующее определение, данное Гегелем в своем труде «Наука логики»: «Качество есть в первую очередь тождественная с бытием определенность, так что нечто перестает быть тем, что оно есть, когда оно теряет свое качество. Количество есть, напротив, внешняя бытию, безразличная для него определенность» [14].



Рисунок 6 - Георг Вильгельм Фридрих Гегель (1770-1831)

Одним из главных последователей Гегеля был Фридрих Энгельс (Рисунок 7). Он считал важным два основных аспекта в применении понятия «качество» в своей работе «Диалектика природы», которую писал десять лет с 1873 по 1883 годы. Первое, что всякое качество имеет бесконечно много количественных градаций, доступных измерению и наблюдению, существенно различающихся между собой. Второе, что существуют «не качества сами по себе, а вещи, обладающие качеством, и притом бесконечно многими качествами [14]».

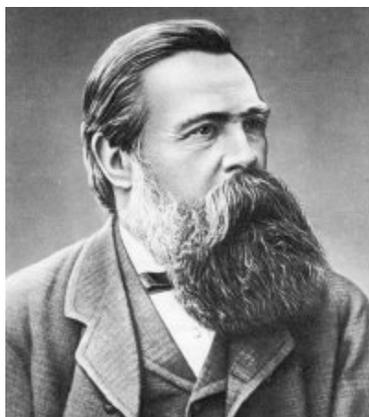


Рисунок 7 - Фридрих Энгельс (1820-1895)

Существенным здесь является добавление к философским определениям «качества» экономических показателей, которые можно «наблюдать и измерять». Можно считать, что это первое обоснованное предложение необходимости количественной оценки качества и формулирование закона перехода количественных изменений в качественные.

В двадцатом веке лидирующая роль в развитии понятия «качества» полностью переходит в руки инженеров, ученых-статистиков, производственников, управленцев, таких как Уолтер Шухарт (1891-1967), Каору Исикава (1915-1990), Джозеф Джуран (1904-2008), Филип Кросби (1926-2001), Уильям Деминг (1900-1993), Генити Тагути (род.1924), Ф.У. Тейлор (1856-1915), Сигео Синго (1909-1990), Арманд В. Фейгенбаум (род.1922) и других.

В своей книге «Экономическое управление качеством промышленной продукции» Уолтер Шухарт описал качество как совокупность объективных физических характеристик и восприятия оцениваемого объекта. Ещё одно определение понятия

«качества» дал Каору Исикава, в котором утверждал, что качество – свойство, реально удовлетворяющее потребителей.

Переходя к экономическим аспектам качества, следует говорить уже о качестве информационных систем или программного обеспечения. Оно связано со свойствами и полезностью программного продукта. Каждое свойство ИТ-продукции представляет собой перечень объективных сторон продукта, однако важность этих свойств для потребителя не определяется. В свою очередь, полезность определяется способностью продукта удовлетворять требованиям конкретного потребителя. В результате, качество – это критическая оценка потребителем степени соответствия его свойств и показателей качества, индивидуальным и общественным ожиданиям, а также обязательным нормам в соответствии с его назначением.

Существует большое количество определений «качества», основанных на агрегации различных характеристик объектов, которые в дальнейшем используются для оценки согласованности с первоначальными требованиями. Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization – ISO) определяет *качество* как *полноту свойств и характеристик продукта, процесса или услуги, которые обеспечивают способность удовлетворять заявленным или подразумеваемым потребностям.*

Немного другое определение качества, напрямую связанное с программным обеспечением, сформулировано Институтом инженеров по электротехнике и электронике (Institute of Electrical and Electronic Engineers – IEEE). *Качество программного обеспечения – это степень, в которой оно обладает требуемой комбинацией свойств.*

Основываясь на имеющихся определениях, наиболее точным определением является следующее: Качество информационной системы (программного обеспечения) – это способность информационной системы (программного обеспечения) удовлетворять потребностям пользователей за определенную стоимость. К таким потребностям относятся различные особенности, которые проявляются на протяжении всего жизненного цикла программного обеспечения. При этом с каждым свойством может соотноситься одна или несколько характеристик программного обеспечения, которые представляют собой проявляемые и измеряемые атрибуты свойства. Соответственно, численная оценка этих характеристик позволит определить степень наличия у программного обеспечения конкретного свойства. Количественной оценкой качества занимается квалиметрия. Квалиметрия программного обеспечения – это направление науки, изучающее теоретические и практические проблемы численного измерения и оценки качества программного обеспечения.

Необходимо отметить, что процесс анализа качества необходимо осуществлять в соответствии с мнениями всех заинтересованных сторон, поскольку их сферы профессиональных компетенций могут сильно различаться и исключение кого-то из их числа не позволит корректно оценить программное обеспечение. Для этого, в том числе, существуют стандарты, описывающие соответствующие системы обеспечения и управления качеством.

Управление качеством информационной системы (программного обеспечения) определяется как установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества при её проектировании, разработке и эксплуатации, осуществляемые путем системати-

ческого контроля качества, основных характеристик и целенаправленного воздействия на них с целью постоянного обеспечения необходимого уровня качества.

Характеризоваться свойства информационных систем (программного обеспечения) могут как единичными показателями, так и комплексными. Единичный показатель качества — показатель качества информационной системы, относящийся только к одному из её свойств. Комплексный показатель качества — показатель качества информационной системы, относящийся к нескольким её свойствам.

## **1.2. Инженерия требований**

На сегодняшний день все проекты, в которых задействованы информационные технологии, включают в себя создание определённого программного обеспечения. В большей степени это связано с желанием проектной команды создать комплексное решение, в рамках которого все происходящие процессы можно будет с лёгкостью контролировать. Какое бы предназначение не имела разрабатываемая система, её пользователи взаимодействуют непосредственно с программной средой, ассоциируя с ней всю систему целиком. Многие из них могут даже не иметь представления о сложной внутренней структуре и количестве аппаратных компонентов, задействованных в ней. Подобная тенденция обусловлена следующими факторами:

1. Отсутствие ограничений на сложность разрабатываемых систем.

2. Наличие механизмов быстрого распространения программного обеспечения.

3. Наличие огромного количества библиотек с готовыми модулями, на основе которых можно создавать новые продукты [50].

Указанные факторы предоставляют возможность существенно увеличить прибыль от разработки новой технологии или продукта за счёт сокращения сроков их реализации, при этом, без необходимости в привлечении больших производственных мощностей.

В результате этого, одним из главных показателей нового продукта является время его выхода на рынок (*time to market*). В связи с этим, очевидной является необходимость в его сокращении. Однако стратегическим показателем необходимо считать время выхода на рынок с «правильным» продуктом (*time to market with the right product*), то есть потенциальные пользователи должны видеть в нём ряд важных для себя преимуществ и функциональных особенностей, использование которых позволит удовлетворить их потребности. [50].

Применение подхода управления требованиями как раз и позволит определить те самые особенности, реализация которых привлечёт потенциальных клиентов. Требования, в первую очередь, позволяют определить самую предметную область реализуемого проекта, далее выделить возможные проблемы при его реализации, а затем последовательно привести в соответствие с ними все последующие технические решения.

Использование такого подхода позволит увеличить удовлетворённость заказчиков и потенциальных пользователей, а также повысить рентабельность. Это связано с тем, что правильно составленные требования определяют необходимые потребности заинтересованных сторон (*stakeholders*), функциональные возможности разрабатываемого решения и способы проверки, демонстрирующие корректную реализацию всех заявленных особенностей. Создание правильных требований является очень трудоёмкой процессом, ошибки в кото-

ром приводят к значительным финансовым потерям, как на внесение каких-либо изменений в реализуемое решение, так и на его полную переработку.

Необходимо заметить, что все члены проектной команды должны одинаковым образом понимать и интерпретировать существующие требования. Для этого, требования стараются писать на естественном языке и без использования профессиональных терминов.

Со временем потребности заинтересованных сторон могут изменяться, причём в некоторых случаях и вовсе вступать в конфликт друг с другом. Также потребности могут быть нечётко сформулированы, их удовлетворение может быть ограничено факторами, контроль над которыми не возможен, и другими целями проекта, изменение которых в процессе работы также может произойти. Таким образом, отсутствие стабильных базовых и согласованных требований не позволит осуществлять разработку в рамках установленного графика, а в некоторых случаях и вовсе приводит к краху проекта.

Стабильные и согласованные требования представляют собой фундамент, использующийся для планирования разработки решения и его сдачи в эксплуатацию. Они в значительной степени облегчают работу при необходимости формирования компромиссов между потребностями заинтересованных сторон и, что практически неизбежно, при внесении различных изменений в рамках проекта. С помощью требований можно дать оценку влияния предполагаемого изменения без необходимости детальной проработки модели разрабатываемого решения или оценить последствия отмены внесённых ранее изменений.

Стоит также заметить, что правильная организация работы с требованиями позволяет управлять рисками на самых ранних стадиях разработки. То есть существует возможность отследить риск, возникающий из определённого требования, оценить степень его влияния, вероятность появления. На основании этого можно разработать план по предотвращению и устранению последствий этого риска. Все эти действия позволят избежать значительных финансовых потерь и предоставить потенциальным клиентам определённые гарантии.

Можно сделать вывод, что требования играют важную роль в следующих областях:

- планирование проекта;
- управление рисками;
- приемочные тестирования;
- формирование компромиссов (согласований);
- управление изменениями.

Очевидным становится факт использования требований во всём жизненном цикле проекта.

Для демонстрации взаимосвязи стадий проекта и процесса управления требованиями существует классическая V-модель (V-model), приведённая на рисунке 8. [50] V-модель визуализирует связь между требованиями и методами их тестирования, а также отображает системную разработку в терминах уровней (layers), где каждый уровень соотносится с определённым этапом разработки. Стоит заметить, что основной принцип работы с требованиями на всех уровнях остаётся неизменным.

Ещё одной областью, где использование требований может принести существенную пользу, является связь между проектами. Большинство разработчиков желают [50]:

- максимально увеличить использование наработок в разных проектах;
- управлять семействами сходных продуктов;
- использовать программное управление для согласования действий;
- оптимизировать разработку, используя опыт предыдущих проектов.



Рисунок 8 – Связь требований с тестированием [50]

Корректно составленные требования заинтересованных сторон (stakeholders requirements) могут послужить хорошим и лаконичным описанием желаемого результата для высшего руководства, поскольку, как уже было отмечено, формулируются без использования специфических терминов и понятий.

Точно также, системные требования (system requirements) могут послужить прекрасным техническим описанием проекта.

Оба этих набора требований служат основой для всех последующих действий в рамках проекта, а опыт, получаемый при его реализации, в дальнейшем оказывает благотворное влияние на процесс составления

этих типов требований. Тривиальным фактом является возможность в будущих проектах заранее предусматривать возможности для предотвращения проблем, выявленных в рамках схожих с ними проектов. Схема получения и распространения опыта в организации показана на рисунке 9.

Данная схема демонстрирует нисходящий процесс получения опыта и восходящий процесс распространения опыта. Это связано с тем, что сам опыт, представляемый применением специфичных технологий, промышленных фреймворков, технологических решений и т.п. может быть получен исключительно в процессе реализации конкретного проекта, то есть поэтапного декомпозиции задач и подбора подходящих способов их решения. Процесс распространения опыта, с другой стороны, возможен только при наличии какой-либо базы реализованных проектов, из которой можно заимствовать существующие решения конкретных задач и применять их к текущим проектам.

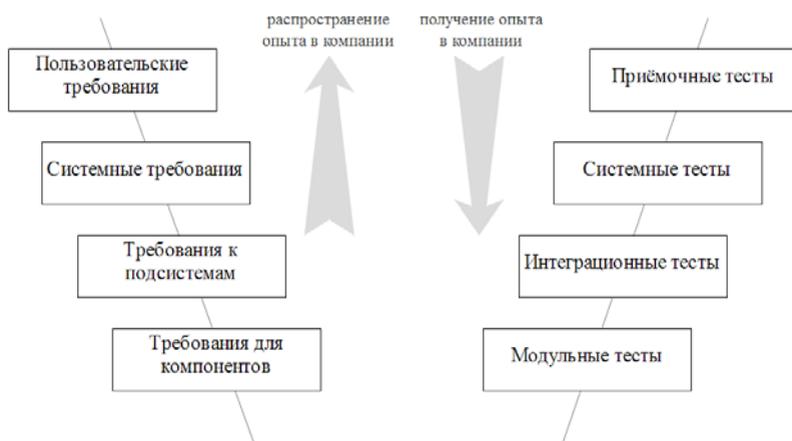


Рисунок 9 – Схема получения и распространения опыта в организации [50]

Как уже было замечено, требования очень часто меняются и не реагировать на их изменения нельзя, так как это может повлечь за собой частичное или полное неудовлетворение потребностей пользователей, в результате чего, разрабатываемый продукт окажется невостребованным на рынке, а, следовательно, нерентабельным. На основании этого можно смело утверждать, что разработка требований и управление их изменениями тесно связанные между собой процессы.

При возникновении необходимости внесения каких-либо изменений в проект необходимо учесть их влияние на следующие аспекты:

- качество выпускаемого продукта;
- стоимость выпускаемого продукта;
- график работ по выпуску.

После проведённого анализа процесс внесения изменений сводится к нескольким шагам:

- принять или отклонить изменение;
- согласовать стоимость изменения с заказчиком/поставщиками;
- организовать работы по переделке.

Для того чтобы провести анализ влияния изменений на разрабатываемый продукт, существует базовая концепция установления и контроля связей между требованиями (requirement traceability).

Основной концепцией, позволяющей проводить анализ влияний такого рода, является возможность установления и последующего контроля связей между требованиями. Таким образом, можно утверждать, что управление изменениями (change management) является важной частью процесса работы с требованиями. Возможное влияние изменений в требования показано на рисунке 10.



Рисунок 10 – Риски управления изменениями связанные с взаимосвязанностью требований [50]

Очевидным становится факт зависимости способности управления проектом и процесса работы с требованиями. Не имея требований очень трудно корректно оценить прогресс работ, а в момент внесения изменений в первоначальное задание не будет возможности отследить их влияние на ход проекта.

Также стоит отметить, что корректно сформулированные на каждом уровне требования, предоставляя руководителю проекта правильное представление о проекте, о ходе его выполнения и прогрессе реализации, а также дают возможность эффективнее выполнять свою роль в управлении общим процессом разработки.

Для того чтобы чётко понимать взаимосвязь требований на всех уровнях необходимо явным образом создавать и анализировать связи между ними. В большей степени это необходимо для понимания трансляции требований верхнего уровня (пользовательских) в требования подсистем и их компонентов.

В контексте разработки требований, создание и анализ связей необходимы, в первую очередь, для понимания того, как требования высокого уровня – общие цели, задачи, пожелания, предполагаемые ожидания, нужды и т.п. – трансформируются в требования низкого уровня. Следовательно, в основном, связи нужны между различными уровнями информации.

Использование связей может принести следующие выгоды:

- большая уверенность в достижении целей (установление связей и формализация их контроля приводит к четкому пониманию того, как именно достигаются цели);

- возможность оценить влияние изменений (существование связей между требованиями дает возможность проводить разного рода анализ влияния вносимых изменений);

- возможность оценить вклад работников, подрядчиков и субподрядчиков (появляется возможность ясно оценить ту часть работы, которую выполняют по проекту сотрудники и другие организации);

- возможность контролировать ход проекта и оценивать объем выполненной работы;

- возможность сопоставлять затраты и возможную выгоду (однозначное определение связи между требованиями и определенными компонентами системы, позволяет соизмерять затраты с предполагаемым положительным эффектом от их реализации) [50].

Можно выделить два основных типа связей:

- связи между требованиями разных уровней (обычно имеют тип «многие ко многим» и одно требование нижнего уровня может быть связано с несколькими требованиями более высокого уровня, как, впрочем, и наоборот);

- связи между требованиями одного уровня.

Стрелки на линиях связей всегда проставляются от приёмника информации к источнику. Для такого соглашения есть две причины:

– такой формат стрелки зачастую соответствует хронологическому порядку появления информации (связь всегда указывает на информацию, появившуюся ранее);

– очень часто это соответствует также и правам на владение информацией (одному человеку принадлежат исходящие из документа связи, другому – входящие).

Пример связей между требованиями представлен на рисунке 11.

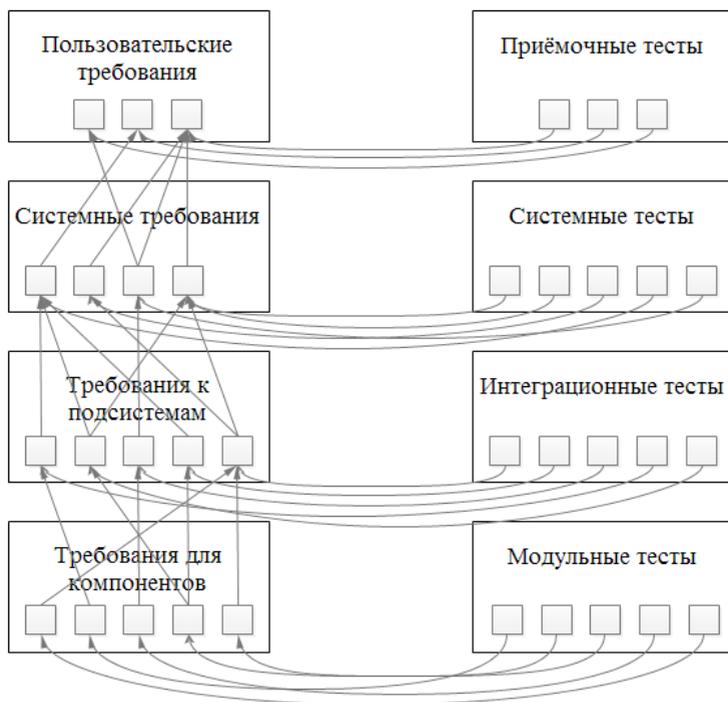


Рисунок 11 – Связи между требованиями [50]

Можно выделить три основных метода анализа связей между требованиями: анализ влияния, анализ последствий и анализ покрытия. Краткая характеристика этих методов приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Методы анализа связей между требованиями [50]

<b>Метод анализа</b>	<b>Описание</b>	<b>Поддерживаемый процесс</b>
<b>Анализ влияния</b>	Анализ входящих связей для оценки последствий изменения требований	Процесс изменения
<b>Анализ последствий</b>	Анализ исходящих связей для оценки целесообразности изменения	Анализ экономической целесообразности
<b>Анализ покрытия</b>	Анализ входящих связей для оценки прогресса работ	Проектирование и отчётность руководству

Анализ влияния позволяет оценить количество элементов более низкого уровня, на которые повлияет вносимое в конкретный элемент изменение, и насколько сильно это на них отразится. Другими словами, анализ влияния помогает ответить на вопрос: «Что будет, если изменить это требование?».

Анализ последствий является полной противоположностью анализа связей. В рассмотрение берутся элементы более низкого уровня, а затем проверяется их соответствие элементам более высокого уровня. Если элементы нижних уровней не имеют связей с элементами верхних уровней, то, вероятно, они лишь увеличивают затраты на про-

изводство продукта и могут быть исключены. То есть анализ последствий отвечает на вопрос: «Это действительно нужно?».

Схема процессов анализа влияния и последствий представлена на рисунке 12.

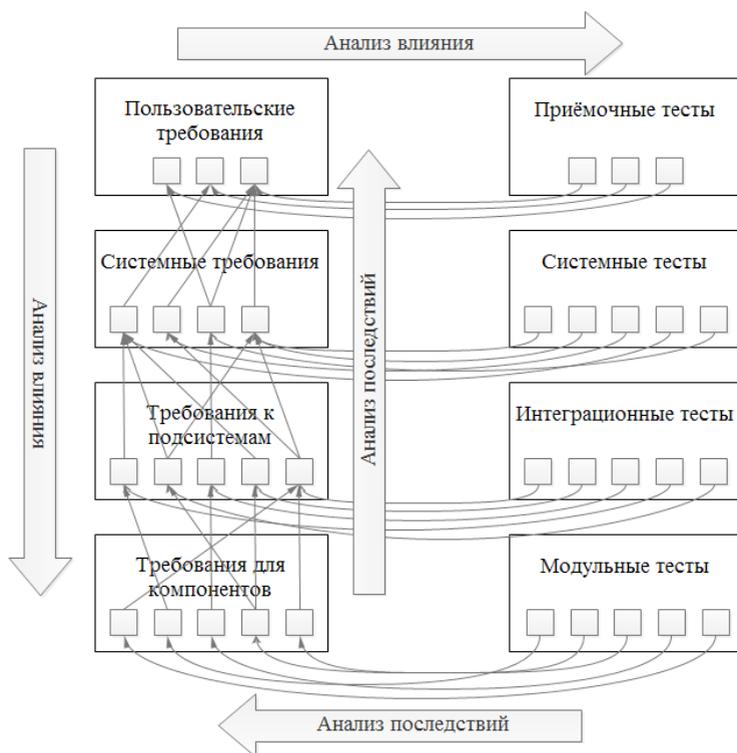


Рисунок 12 – Анализ влияния и анализ последствий [50]

Анализ покрытия, как и анализ влияния, рассматривает входящие связи. С его помощью можно проверить наличие связей между всеми элементами более высоких уровней с элементами более низких уровней, а также с необходимыми для этих элементов

тестами. Отсутствие связей между уровнями тестами свидетельствует о невозможности удовлетворить или протестировать конкретное требование. В тоже время, наличие подобных связей не гарантирует возможность удовлетворить и протестировать требование. Анализ покрытия представлен на рисунке 13 [50].

Также анализ покрытия можно использовать для измерения прогресса работ (сколько изначально заявленных требований удовлетворены и протестированы). Подразумевается, что системные инженеры разрабатывают системные требования, отвечающие требованиям пользователей, или, как еще говорят, «покрывающие» их.

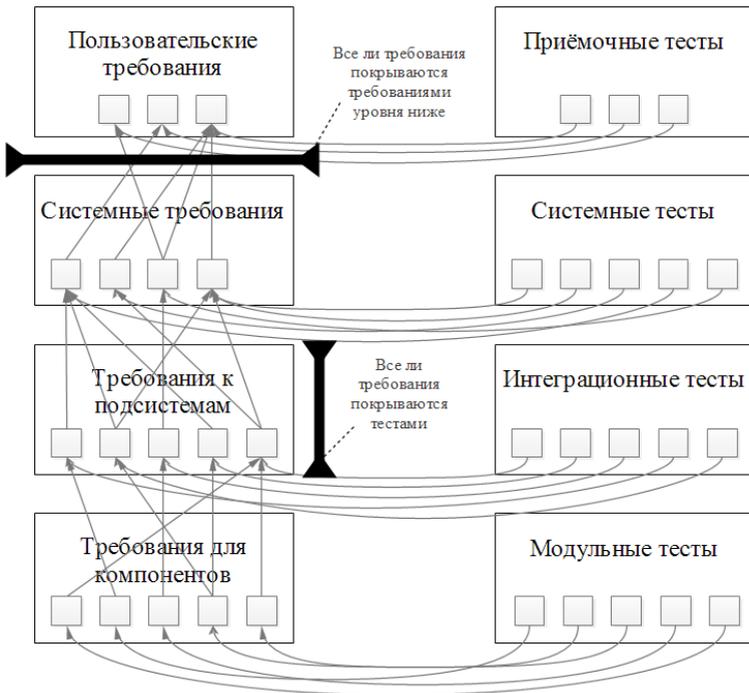


Рисунок 13 – Схема анализа покрытия [50]

В процессе разработки, каждое системное требование связано с теми пользовательскими требованиями, для удовлетворения которых оно предназначено. Завершённость системных требований на любом этапе проекта может быть определена как процент покрытия пользовательских требований системными.

Аналогичный принцип может применяться для измерения прогресса разработки планов тестирования. Завершённость готовых планов тестирования определяется как процент покрытия требований тестами.

Следует особо выделить наличие взаимосвязи между разработкой требований и системным моделированием. В контексте управления требованиями системное моделирование используется для описания и наглядного отображения различных аспектов разрабатываемой системы, причём обычно используется несколько различных моделей, возможно даже взаимосвязанных. При этом некоторые аспекты системы можно просто описать требованиями (в текстовальном виде).

Преимуществом такого подхода является то, что небольшой объем связанной информации, относящийся к определенному аспекту системы, может быть собран в одной модели, обработан, структурирован и проанализирован методами, которые наиболее всего подходят для работы с информацией такого типа.

Моделирование помогает системному инженеру в анализе требований для:

- обсуждения разрабатываемой системы с заказчиком и улучшения взаимопонимания с коллегами;
- анализа системы с целью убедиться в наличии желаемых системных свойств (emergent properties) и в отсутствии нежелательных свойств;

– понимания процесса проверки реализация требований, при их трансформации на более низкий уровень. [50]

На разных уровнях используются различные виды моделей. Для формирования пользовательских требований (stakeholder requirements) можно использовать пользовательские сценарии (stakeholder scenarios).

При переходе к системным требованиям могут использоваться различные типы функциональных моделей. Например, UML-диаграммы: диаграммы классов (class diagrams), диаграммы последовательности сообщений (message sequence charts) и диаграммы состояний (state charts).

При переходе от системных требований к архитектуре, большее значение начинают играть различные аспекты производительности создаваемой системы. В этом случае несколько различных типов моделей могут быть использованы для того, чтобы продемонстрировать то, что выбранная архитектура может удовлетворить как функциональным, так и нефункциональным требованиям.

Как уже было отмечено, требования тесно связаны с тестированием. Под тестированием можно понимать любое действие, направленное на выявление и предотвращение дефектов в системе, где дефект — это отклонение от требований. Таким образом, в дополнении к классическим методам тестирования добавляются рецензирование, инспектирование и анализ с использованием моделирования.

Тестирование начинается на этапе разработки спецификаций системы (design) и состоит в рецензировании требований, инспекции спецификаций и применении различных форм моделирования системы.

На рисунке 14 продемонстрирована V-модель цикла разработки требований и стратегия проверки системы.



Рисунок 14 – Стратегия проверки системы в соответствии с циклом разработки [50]

Как уже отмечалось, системное проектирование является жизненно важным процессом для бизнеса, поскольку, с его помощью, принятые решения определяют возможности выхода на рынок с «правильным» продуктом. Для разграничения зон ответственности и ускорения принятия решений на первоначальном этапе разработки, необходимо четкое разделение между «областью проблем» и «областью решения» конкретного проекта.

К проблемной области следует отнести:

- формулировку проблем;
- модели использования;
- пользовательские требования.

Начиная с системных требований, все должно быть, отнесено к области решения. В таблице 2 представлено «идеальное» разделение между проблемной областью и областью решения, а также сформулированы цели, которым должны удовлетворять требования трех верхних уровней.

Таблица 2 – Краткое описание областей решений и проблем [50]

<b>Уровень требований</b>	<b>Область</b>	<b>Точка зрения</b>	<b>Цель</b>
<b>Пользовательские требования</b>	Область проблем	Представители заинтересованных сторон	Определяет – что пользователь хочет достичь с помощью создаваемой системы.
<b>Системные требования</b>	Область решений	Аналитик	Абстрактно определяет – как система будет удовлетворять пользовательским требованиям.
<b>Системные спецификации (архитектура)</b>	Область решений	Архитектор	Определяет – как конкретная архитектура системы будет удовлетворять системным требованиям.

Описание области проблем должно содержать возможности системы и всё, что необходимо, для определения проблем, при этом не должна содержать ничего, что определяет конкретные решения. Благодаря этому, системные инженеры не ограничиваются в выборе наилучшего решения проблемы.

Моделирование, помогая переходить от уровня к уровню, тоже может привносить элементы конкрет-

ных решений, уже даже на верхнем уровне. Для того чтобы избежать уклона в плоскость решения, на ранних этапах лучше применять моделирование только для описания системы (подсистемы).

Отсутствие четкого разделения между проблемами и решениями, может привести к следующим негативным последствиям:

- недостаточное понимание существующих проблем;

- невозможность определить границы (масштаб) системы и понять какой функционал должен в нее входить, а какой нет;

- доминирование разработчиков и исполнителей в дискуссиях о системе, поскольку единственное описание, существующее для системы, описывает ее в терминах реализации, а не в формулировках проблем;

- невозможность нахождения наилучшего решения из-за ограничений свободы в выборе решения [50].

В связи с большой сложностью и обширностью области требований в проектах, необходим процесс управления ими. Сопоставив информацию, можно выделить три стадии этого процесса (Рисунок 15):

- планирование;

- разработка;

- управление изменениями [50-58].



Рисунок 15 – Стадии процесса управления требованиями

Процесс управления требованиями начинается с планирования. На этапе планирования системный аналитик создает план управления требованиями и шаблоны необходимой документации. Планирование – первый шаг при работе с требованиями, он начинается на этапе предпроектного обследования [54].

План управления требованиями является одним из наиболее важных документов в процессе управления требованиями. В данном документе определяются типы требований и атрибуты каждого типа, отношения между требованиями, документы, используемые в данном процессе. Также системный аналитик определяет и заносит в план решение об использовании специального инструментального средства для управления требованиями. Расширенный вариант плана управления требованиями может содержать описание ролей, участвующих в процессе; задач, выполняемых каждой ролью, и другую служебную информацию.

Как было сказано выше, на этапе планирования также создаются шаблоны необходимых документов: глоссария, технического задания, документа-концепции. При работе с государственным заказчиком для описания требований чаще всего используется техническое задание, разработанное в соответствии с ГОСТ 34.602-89 или ГОСТ 19.201-78. Если нет жестких требований со стороны заказчика на соответствие государственным стандартам, можно использовать спецификацию требований на основе стандарта IEEE 830-1998. [59]

Современные инструментальные средства позволяют создавать автоматические отчеты с необходимой информацией. Если принято решение о том, что документация будет создаваться автоматически с использованием отчетов, на этапе планирования необходимо создать шаблоны таких отчетов. Шаблоны отчетов, также

как и шаблоны документов, должны быть разработаны с учетом требований государственных стандартов.

Как уже говорилось ранее, планирование является начальным этапом в работе с требованиями и представляет собой входную точку в процесс разработки и управления требованиями. Основные результаты планирования требований представлены ниже:

- методология и процесс разработки программного обеспечения;
- роли участников проекта и выполняемые ими задачи;
- список участников проекта и их навыки;
- различные регламенты работ в части выявления, документирования, согласования требований и др.;
- план управления требованиями;
- шаблоны документов [54].

Все результаты планирования необходимо согласовывать с руководителем проекта, так как он должен быть в курсе всех аналитических задач и их распределения между членами команды.

Методологию, процессы, типы требований, шаблоны документов, регламенты проверки требований и управления изменениями необходимо согласовывать с процессами разработки и тестирования.

Для того чтобы чётко понимать процесс разработки требований, который будет в полной мере соответствовать плану, необходимо рассмотреть каждый его этап. В зависимости от масштаба компании и сложности задач, которые стоят при реализации проектов, количество этапов может различаться. Процесс разработки требований содержит следующие этапы:

1. Идентификация заинтересованных сторон.
2. Выявление требований заинтересованных сторон.

3. Формирование требований.
4. Уточнение и переформулирование требований.
5. Анализ требований.
6. Приведение требований к виду одинаково понятному для всех заинтересованных сторон.
7. Определение критериев приёмки требований.
8. Определение стратегии проверки требований.
9. Создание тестов.
10. Спецификация требований.
11. Определение приоритетов требований.
12. Выведение зависимых требований.
13. Классификация требований.
14. Распределение требований.
15. Отслеживание требований.
16. Тестирование требований.
17. Проверка требований.
18. Утверждение требований. [50; 51; 52; 53; 60]

### **1.3 Влияние инженерии требований на качество программного обеспечения**

Существует большое количество методов обеспечения качества программного обеспечения, но одним из самых эффективных можно считать инженерию требований. Учитывая сущность качества программного обеспечения, как совокупности свойств, можно представить их в качестве требований и применить к ним соответствующие процедуры. В результате, механизмы управления требованиями позволят в полной мере формировать перечни требуемых свойств и отслеживать их на всех этапах жизненного цикла программного обеспечения.

Таким образом, контроль качества будет осуществляться за счёт контроля над реализацией заданных требований.

## **2. Метрики качества программного обеспечения**

### **2.1 Факторы, влияющие на качество программного обеспечения**

Проектирование программных средств сопровождается анализом взаимодействия факторов, влияющих на качество конечного продукта. К таким факторам относятся [45]:

- назначение, содержание и описание функциональных и конструктивных характеристик, субхарактеристик и атрибутов, определяющих специфические особенности свойств и качества программного средства;
- метрики, меры и шкалы выбранных и пригодных для измерения и оценивания конкретных характеристик и атрибутов качества программных средств;
- внешние и внутренние негативные факторы, влияющие на достигаемое качество программных средств;
- доступные ресурсы, ограничивающие возможные величины реальных характеристик качества программных средств;
- доступные ресурсы, ограничивающие возможные величины реальных характеристик качества программных средств.

Взаимодействие перечисленных факторов показано на рисунке 16.

Степень влияния указанных факторов на качество программного средства зависит, в первую очередь, от требований к его функционалу, а также от его назначения. Общее пространство характеристик качества разделено на две различные группы:

- функциональные характеристики;
- конструктивные характеристики.



Рисунок 16 – Факторы качества программных средств

Функциональные характеристики определяют назначение, свойства и задачи, которые решаются программным средством для основной группы пользователей. Специфику этих характеристик сложно унифицировать, поскольку они весьма разнообразны, а категоризация возможна только при большом количестве категорий и свойств. В силу своей высокой значимости, подобные характеристики, в совокупности, представляют собой основную цель создания программного сред-

тва, а также его самую главную характеристику. Набор этих характеристик называется функциональной пригодностью и описывается в ISO 9126.

Конструктивные характеристики, в отличие от функциональных, могут быть унифицированы, адаптированы и использованы для выявления других характеристик (внутренних и внешних) качества, способствующих реализации главных функциональных требований к качеству объектов и процессов жизненного цикла программных средств. Таким образом, они поддерживают и обеспечивают высокое качество реализации функций программного средства. В соответствии с нормативными документами, перечень конструктивных характеристик состоит из:

- корректность;
- защищённость;
- надёжность;
- ресурсная эффективность;
- практичность;
- сопровождаемость;
- мобильность.

Выбор этих характеристик определяется требованиями к функциональной пригодности программного средства.

## **2.2 Внутреннее и внешнее качество программного обеспечения**

Согласно международному стандарту ISO 9126 качество программных средств следует описывать тремя составляющими:

- внутренне качество – формируется в процессе разработки и других этапах жизненного цикла программного средства;

- внешнее качество – определяется требованиями заказчика и отражается в характеристиках конечного продукта;

- в процессе эксплуатации – представляется результативностью достижения пользовательских потребностей с учётом затрат.

Измерение качества программного средства можно производить двумя способами:

- внутренне – статистический анализ программного кода;

- внешне – поведенческий анализ программного кода при исполнении.

Все эти типы метрик могут быть использованы для определения требований к качеству программного средства на всех этапах его жизненного цикла. При этом внутренние атрибуты качества являются основой для достижения требуемого внешнего поведения, которое непосредственно влияет на достижения качества в процессе эксплуатации.

Внешнее качество – степень, в которой продукт удовлетворяет установленным и зафиксированным потребностям в среде эксплуатации определёнными пользователями для достижения заданных целей с необходимой результативностью, производительностью и качеством [45]. Метрики внешнего качества формируются при помощи различных испытаний, опытной эксплуатации и наблюдения и используются для наблюдения за качеством со стороны разработчиков, заказчиков и пользователей.

Разработка программных средств подразумевает поэтапное создание промежуточных продуктов (версий), которые ведут к финальному продукту. Созданные промежуточные версии оцениваются при помощи внутренних метрик, отражающих некоторые функ-

циональные и конструктивные свойства программ. Подобные метрики применяются к неисполняемым компонентам программных средств (спецификации, исходный код). Внутренние метрики позволяют разработчикам, испытателям и заказчикам оценивать качество жизненного цикла программных средств, а также управлять технологическим обеспечением качества до момента создания готового конечного продукта.

Структура процесса формирования внутренних метрик представлена на рисунке 17.

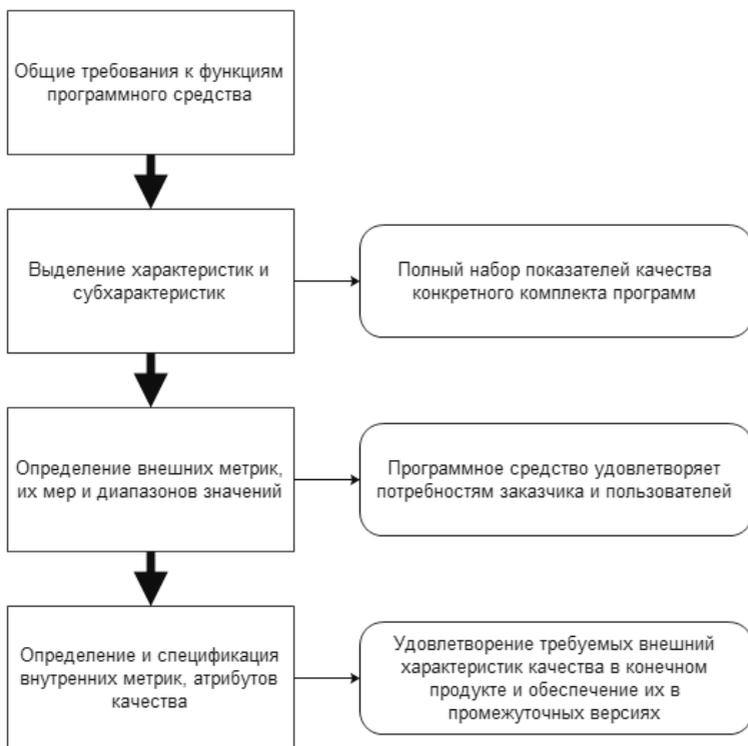


Рисунок 17 – Структура процесса подготовки внутренних метрик

### **2.3 Качество при использовании в процессе эксплуатации**

Качество при использовании в процессе эксплуатации отражает степень удовлетворённости потребностей пользователей продуктом в достижении требуемых целей с результативностью, продуктивностью и удовлетворённостью в заданных условиях.

Под результативностью понимается точность и полнота достижения заданных целей пользователями при применении программного средства. Продуктивность представляет собой соотношение потраченных ресурсов и результатов при эксплуатации программного средства. Удовлетворённость, в свою очередь, подразумевает технологическое и психологическое отношение к качеству процессов и результатов применения программного продукта. Данная метрика напрямую не регламентируется стандартом ISO 9126, поскольку является слишком общей, однако рекомендуется как составная часть интегральной оценки функционирования и использования программных средств.

Качество при использовании в процессе эксплуатации – это объединённый эффект функциональных и конструктивных характеристик качества программного средства для пользователя [45].

Связь с внешним и внутренним аспектами качества программного средства зависит от типа и задач пользователей:

- для конечного пользователя качество в процессе эксплуатации программного средства определяется характеристиками функциональных возможностей, надежности, практичности и эффективности;
- для персонала сопровождения качество в процессе эксплуатации программного средства характеризуется непосредственно сопровождаемостью;

- для персонала по внедрению качество в процессе эксплуатации программного средства определяется, прежде всего, мобильностью.

Результаты оценивания данного аспекта качества могут различаться для сценариев и задач отдельных пользователей. Для крупных программных средств практически не возможно измерить все внутренние и внешние характеристики качества со всеми атрибутами, аналогично не оцениваются и все возможные сценарии. Происходит ранжирование сценариев по приоритетам, а затем производится оценивание характеристик, с учётом рационального распределения имеющихся ресурсов.

Качество при использовании в процессе эксплуатации характеризуется эффектом и сложностью использования программного средства, описываемые трудоёмкостью с требуемой результативностью.

### **3. Модели управления качеством программного обеспечения**

#### **3.1 Концепция управления качеством**

Первоначально процесс управления качеством заключался лишь в выходном контроле готовой продукции. Для этого применялась специальная система, разработанная американским инженером Фредериком Уинслоу Тейлором (Frederick Winslow Taylor) (Рис.18) в 1905 году. Тейлор оформил большое количество патентов на изобретения и рационализации и по праву считается одним из основоположников научного менеджмента. Его система заключается в установлении требований к качеству продукции в виде шаблонов (интервалов допусков), которые получили название «калибры». Суть контроля качества заключалась в отборе продукции на основании соответствия требованиям калибров. Сам отбор производился специалистами (инспекторами), а продукция делилась на две группы: качественная и дефектная (брак). Чтобы исключить человеческий фактор при классификации, были разработаны и сформулированы систематизированные законы и правила, по которым шёл процесс.

Тейлор утверждал, что самым большим несчастьем, от которого страдают как хозяева фабрик и заводов, так и рабочие, является недостаток рвения, отсутствие желания трудиться с полной отдачей, сознательно медленная работа с целью снизить дневную выработку, “солдатская работа”. Тейлор ставил перед собой высокие цели: “Уничтожение “прохладцы” и различных причин медлительности в работе, - писал он, - должно настолько понизить издержки производства в промышленности, что как наш внутренний, так

и наш внешний рынок значительно расширится, и мы сможем конкурировать более чем на равных условиях с нашими соперниками” [14]



Рисунок 18 - Фредерик Тейлор  
(Frederick Winslow Taylor) (1856-1915)

Вот пять шагов для выработки научного фундамента, предложенные Тейлором:

1. Выберите 10 или 15 отдельных рабочих (лучше всего в таком же количестве отдельных предприятий и в различных районах страны), особенно искусных в исполнении конкретной работы, подвергаемой анализу.

2. Подвергните внимательному изучению весь тот ряд элементарных операций или движений, которые производит каждый из этих людей при выполнении исследуемой работы, а также те инструменты, которые каждый из них использует.

3. Зарегистрируйте с секундомером в руках время, затрачиваемое на каждую из этих элементарных операций, и выберите затем наиболее быстрый способ выполнения всех операций.

4. Устраните все неправильные движения, медленные движения и ненужные движения.

5. Затем объедините все выбранные наилучшие и наиболее быстрые движения с наилучшими типами инструментов.

В целом Тейлору удалось достичь устойчивого роста производительности труда - до 200% и выше. Его идеи получили широкое распространение в Соединенных Штатах, а также во Франции, Германии, России и Японии. Американские компании быстрее приняли на вооружение и раньше начали пользоваться принципами научной организации управления, что обеспечило им определенное преимущество перед другими странам и в результате привело к тому, что эффективность производства в этой стране была предметом зависти промышленников всего мира в течение как минимум 50 лет.

Принципы научного управления по Тейлору предполагают следующие направления работ:

1. Выявление наиболее рациональных приемов выполнения работы.

2. Установление нормативов, определяющих требования к рабочим результатам. Нормативы основываются на “правильных”, наиболее рациональных способах выполнения работы.

3. Обучение работников рациональным приемам работы.

4. Отбор наиболее подходящих работников. Тейлор выделял три основных критерия, по которым он отбирал нужных ему работников. Кроме выносливости и сообразительности (способность понимать простые приказы начальника), он выбирал людей с высокой денежной мотивацией (как говорил сам Тейлор, “жадных до денег”).

5. Усовершенствование орудий труда.
6. Создание наилучших условий труда.
7. Четкая и понятная связь размера оплаты и результатов труда.
8. Система учета количества выполненной работы.
9. Предоставление работникам полной информации о том, что от них требуется, и о достигнутых ими результатах.
10. Установление хороших отношений между администрацией и работниками.

Система научной организации труда помимо идеи рационального выполнения работ в значительной степени направлена на повышение трудовой мотивации работника. Особое значение Тейлор придавал своевременному доведению до работников информации о требованиях к их работе: что они должны сделать за рабочую смену, что сделали, какая зарплата им полагается за сделанное.

В качестве главных мотиваторов в рамках этой модели выступают два фактора:

- деньги, которые работник получает за свою работу;
- понимание работником того, как результаты его труда связаны с получаемой зарплатой.

Особую роль во внедрении статистических методов управления качеством принадлежит Уолтеру Эндрю Шухарту (Рис. 19). Он начал свою трудовую деятельность инженером в Bell Telephone Laboratories в 1918 г. Контроль за качеством продукции в то время ограничивается инспектирование готовой продукции и устранение неисправных элементов.



Рисунок 19 - Уолтер Эндрю Шухарт

В 1924 году У. Э. Шухарт разработал метод выявления отступлений от нормы и тенденций возникновения брака до появления некачественного продукта. Он предложил классифицировать отклонения показателя качества по двум видам: случайные, обусловленные, как правило, большим количеством случайных факторов (вибрации, колебания питающих напряжений, температуры, влажности и т.п.), и неслучайные, вызванные особыми причинами (сдвиг шкалы измерительного прибора, неисправность станка, несоответствие сырья или комплектующих техническим условиям по номинальному значению). С помощью контрольных карт Шухарта можно выявлять неслучайные отклонения и, следовательно, воздействовать на технологический процесс.

Статистические методы, предложенные У.Э. Шухартом позволили сосредоточить усилия не на том, как обнаружить и изъять бракованные изделия до их отгрузки покупателю, а на том, как увеличить выход хороших изделий в производственном процессе [14]. Перед Второй мировой войной военное ведомство США взяло на вооружение его систему контроля качества, предложенную Шухартом. Ру-

ководители Пентагона высоко оценили важнейшую характеристику системы: возможность получить уверенность в качестве продукции вовремя и с наименьшими потерями.

Основоположником современной теории управления качеством является Уильям Эдвардс Деминг (Рис. 20) - доктор физики, статистик. Знаменитый ученый и консультант, известный в качестве руководителя японского прорыва в качестве и производительности труда. В 1927 году работал в Департаменте сельского хозяйства США, где знакомится с Уолтером Шухартом, специалистом в области промышленного статистического контроля. У.Э. Деминг овладел теорией этого контроля и положил ее в основу своих работ. В 1928 году получил степень доктора в области математической физики. В 1936 году отправился в Лондон для изучения статистики у Рональда Фишера. Вдохновленный книгой Шухарта «Экономический контроль качества производственных изделий» (1931 г.), инициировал мероприятия по популяризации новых идей. Он развил идеи Шухарта, приложив их к обслуживанию, финансам, прогнозированию и управленческой деятельности.



Рисунок 20 – Уильям Эдвардс Деминг (1900-1993)

Во время второй мировой войны активно участвовал во внедрении статистических методов и улучшении качества военной продукции США. У.Э. Деминг сформулировал 14 принципов менеджмента качества:

1. Постоянство цели.
2. Новая философия.
3. Покончите с зависимостью от массового контроля.
4. Покончите с практикой закупок по самой дешёвой цене.
5. Улучшайте каждый процесс.
6. Введите в практику подготовку и переподготовку кадров.
7. Учредите «лидерство».
8. Изгоняйте страхи.
9. Разрушайте барьеры.
10. Откажитесь от пустых лозунгов и призывов.
11. Устраните произвольные количественные нормы и задания.
12. Дайте возможность работникам гордиться своим трудом.
13. Поощряйте стремление к образованию.
14. Приверженность делу повышения качества и действенность высшего руководства.

В 1949 г. Союз японских ученых и инженеров (Union of Japanese Scientists and Engineers – JUSE) организовал постоянно действующий Семинар по контролю качества [14] и в 1950 г. пригласил Деминга провести восьмидневные занятия. В июле 1950 года он впервые прочел 230 японским менеджерам восьмидневный курс «Элементарные принципы статистического управления качеством». С 1950 по 1960 г.г. данный курс прослушало более 20000 японских

менеджеров. В Америке У.Э. Деминг нашел признание только в 1980 г. после телефильма «Если Япония может, почему не можем мы?».

Особое место в развитии современной теории управления качеством занимает Джозеф Джуран (Рисунок 21) - американский инженер электротехник и ученый. Основатель философии абсолютной ориентации на заказчика, разработчик концепции непрерывного улучшения и подходов TQM. Родился он в 1904 году в Румынии. Через пять лет его отец иммигрировал в США и в 1912 году перевез в Миннесоту всю семью. А в 1925 году, получив степень бакалавра в области электрической инженерии, начал работать на электротехническом заводе Хоторн в Чикаго.

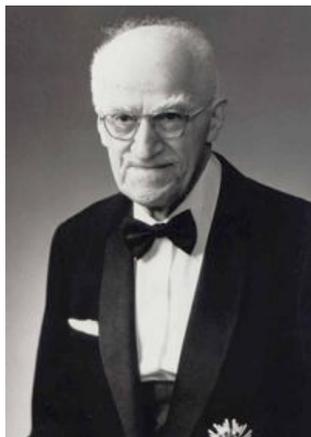


Рисунок 21 - Джозеф Джуран (1904-2008)

После войны активно разрабатывает принципы тотального управления качеством. Первая крупная работа Д. Джурана — книга «Руководство по управлению качеством» [14] (Quality Control Handbook) — появилась в 1951 г. К момен-

ту ее выхода Д. Джуран уже давно был знаком с Эдвардом Демингом, а также с другими признанными авторитетами в области качества и начал разрабатывать собственную философию качества. Идеи Д. Джурана, изложенные им в «Руководстве по управлению качеством», привлекли внимание японских специалистов, и с 1954 г. по приглашению Союза ученых и инженеров Японии (JUSE) он начинает не только читать лекции и проводить консультации, но также внедрять в Японии собственные разработки в области качества. Д. Джураном сформулированы основы экономического подхода к обеспечению качества. Если большинство специалистов до него освещали лишь конкретные виды применения стоимостного анализа, то в своем «Руководстве по управлению качеством» он впервые классифицировал затраты на обеспечение качества, выделив четыре основные категории затрат: затраты на предупреждение дефектности, затраты на оценку качества, издержки вследствие внутренних отказов и издержки из-за внешних отказов. В 1979 г. основал институт Д. Джурана. В знак высокого признания его заслуг император Японии Хирохито наградил Д. Джурана орденом Священного Сокровища II степени, высшей наградой для иностранных граждан.

Заметный вклад в теорию управления качеством внес американский инженер Филипп Кросби (Рисунок 22). Наибольшую известность он получил за популяризацию концепции «Ноль дефектов» (Zero Defect). Начал свою деятельность в 60-х годах младшим техником в отделе качества в американской корпорации «Мартин Мариетта».



Рисунок 22 – Филипп Кросби  
Philip Bayard Crosby (1926-2001)

В 1979 году Филипп Кросби опубликовал книгу «Качество бесплатно», которая стала бестселлером. В книге Кросби доказывает, что повышение качества не требует больших затрат, так как одновременно повышает и производительность, поскольку одновременно снижаются многие статьи затрат, связанные с устранением выявленных дефектов, с переработкой некачественной продукции, предотвращением возврата продукции потребителем и т. д. Вторым бестселлером стала его книга «Качество без слез» [14], вышедшая в 1984 г.

По Ф. Кросби основой качества являются четыре абсолютных постулата:

1. Качество определяется как удовлетворенность потребителей, а не как «добротность» (goodness).
2. Качество является результатом предупреждения ошибок, а не оценки сделанного.
3. Основное правило работы – «ноль дефектов» (Zero Defect).
4. Качество измеряется ценой несоответствия.

В начале 1950-х годов Арманд Фейгенбаум (Armand Valin Feigenbaum) (Рисунок 23) предложил модель Всеобщего Контроля Качества (Total Quality Control, TQC), которая, в дальнейшем, стала основополагающей в сфере управления предприятием.



Рисунок 23 - Арманд Фейгенбаум (Armand Valin Feigenbaum)

Суть концепции TQC заключается в контроле качества на всех этапах создания продукции, а также на всех уровнях сопутствующей управленческой активности. Модель Всеобщего Контроля Качества может быть представлена в виде последовательности этапов обеспечения качества продукции, как показано на рисунке 24.

Разработанная Фейгенбаумом система была внедрена Эдвардом Демингом (Edwards Deming) в процесс работы Японских предприятий. Принято считать, что именно благодаря деятельности Деминга появилась высококачественная и недорогая японская продукция. Также он предложил отменить оценки выполнения заданий и результатов работы

сотрудников, так как считал, что подобные методы создают атмосферу страха и формируют только краткосрочные задачи, что негативным образом складывается на коллективной работе.



Рисунок 24 – Модель TQC

В тоже время собственные подходы к управлению качеством предложили Джозеф М. Джуран (10 составляющих повышения качества) и Филипп Б. Кросби (14 компонентов совершенствования качества). Совокупность некоторых указанных принципов превратилась в современную концепцию Всеобщего Управления Качеством (Total Quality Management, TQM). В результате анализа общих характеристик этих трёх подходов Джон Рэббит (John Rabbit) и Питер Бергх (Peter Bergh) выделили семь факторов качества:

1. Ориентация на потребителей.
2. Ориентация на процесс и его результаты.
3. Управление участием в работе и ответственностью.
4. Непрерывное совершенствование.
5. Проблемы, зависящие от работников, должны составлять не более 20%.
6. Проведение измерений.
7. Командная организация работ по улучшению качества (постоянно действующие сквозные функциональные советы).

Современная модель TQM содержит в себе следующие элементы:

- вовлечённость высшего руководства – постоянное, непрерывное и личное участие высшего руководства в управление качеством (обязательное условие успешного внедрения TQM);
- акцент на потребителя – сосредоточение внимания на нужды и пожелания потребителей;
- всеобщее участие в работе – обеспечение возможности для каждого сотрудника принимать участие в процессе удовлетворения запросов потребителя;
- внимание процессам – процессы являются основой деятельности и рассматриваются как оптимальная система максимизации ценности продукта для потребителя и минимизации стоимости продукта;
- постоянное улучшение – непрерывное улучшение качества продукта;
- базирование решений на фактах – все решения в компании основываются только на фактах.

Модель TQM представлена на рисунке 25. [45]



Рисунок 25 – Модель TQM

Существует две точки зрения на процессы в производстве продуктов. Первая из них под процессом подразумевает организацию ресурсов, а вторая – организованную деятельность. TQM по большей части исходит из второй и определяет процесс как совокупность взаимосвязанных ресурсов и деятельности, которая преобразует входящие элементы в выходящие.

На сегодняшний день стандартизированная по рекомендациям Международной организации по стандартизации (ISO) система управления качеством считается самой развитой. Необходимо отметить, что полное соответствие этим рекомендациям не может гарантировать достижения высокого качества продукции. Следование стандарту ISO всего лишь демонстрирует способность компании поддерживать стабильность качества, улучшать результаты работы, а также подтверждает уровень надёжности поставщика.

Многие мировые компании определяют соответствие требованиям ISO обязательным условием для успешного выхода на рынок.

Цель серии стандартов ISO 9000 – стабильное функционирование документированной системы менеджмента качества предприятия поставщика. Исходной направленностью этих стандартов можно считать организацию отношений между потребителями и поставщиками.

Стандарты ISO 9000 разработаны для помощи организациям любого масштаба при реализации системы управления качеством. Ядром стандарта являются:

- ISO 9000 описывает основы систем управления качеством и определяет терминологию;
- ISO 9001 определяет требования к системе управления качеством;
- ISO 9004 формирует рамочную модель оценки результативности и эффективности системы управления качеством;
- ISO 9011 предоставляет руководство для аудита систем управления качеством и охраны окружающей среды.

Основными принципами менеджмента качества, в соответствии с этим стандартом, являются:

- *ориентация на потребителя* – компании зависят от своих потребителей и должны понимать и чувствовать их настоящие и будущие потребности, идти навстречу требованиям потребителей и стремиться превосходить их ожидания;
- *лидерство* – лидеры определяют единство цели и направления развития организации; они должны управлять внутренней средой, создавать такой коллектив, в котором персонал может быть полностью вовлечён в достижение задач организации;
- *вовлечение персонала* – работники на всех уровнях являются основной действующей силой организации, и полное вовлечение позволяет использовать потенциал персонала во благо организации;

- *подход к процессам* – желаемый результат достигается более эффективно, когда видами деятельности и соответствующими ресурсами управляют как процессом;

- *системный подход к управлению* – определение, понимание и управление взаимосвязанными процессами как системой вносит вклад в эффективное и результативное достижение задач организации;

- *непрерывное совершенствование* – непрерывное совершенствование деятельности организации должно быть её постоянной задачей;

- *подход к принятию решений на основе фактов* – эффективные решения должны основываться на анализе реальных данных и актуальной информации;

- *взаимовыгодные отношения с поставщиками* – организация и её поставщики взаимозависимы, поэтому взаимовыгодные отношения увеличивают возможности обеих сторон создавать ценности.

Применение процессного подхода позволяет отслеживать причинно-следственную связь между предпринимаемыми действиями и получаемыми результатами. Если получаемые результаты документировать и формировать на их основе регламенты, то появится возможность предотвратить проблемные ситуации. В этом и заключается основной принцип системы менеджмента качества.

### **3.2 Японские модели управления качеством**

В Японии значимых результатов добились несколько ученых. Один из них Генити Тагути (фотография на рисунке 26) - инженер и статистик. Заслуга Г. Тагути заключается в том, что он сумел найти сравнительно простые и убедительные аргументы и приемы, которые сделали использование методов планирования эксперимента в области обеспечения качества реальностью [14].



Рисунок 26 – Гениги Тагути (р. 1924)

Концепция Г. Тагути включает целый ряд ключевых моментов, среди которых принцип робастного проектирования и функция потерь качества. Цикл жизни любого товарного продукта Г. Тагути предлагает разделить на две неравные части. Первая — разработка и внедрение изделия, все то, что предшествует товарному производству. Вторая — собственно производство и эксплуатация. Проблемами качества надо начинать заниматься на первом этапе и чем раньше, тем лучше. Тогда появляется возможность не ужесточать контроль и не использовать очень совершенное, а значит и очень дорогое оборудование, а построить процесс проектирования и производства продукции так, чтобы ее характеристики были в наименьшей степени подвержены разбросу из-за несовершенств самого производственного процесса, изменчивости условий окружающей среды, неоднородности сырья и других помех, неизбежных при производстве и эксплуатации продукции. Технологической основой робастного проектирования служит планирование эксперимента.

Основные методы, разработанные или адаптированные Г. Тагути :

1. Планирование экспериментов.
2. Управление процессами посредством отслеживания расходов с помощью функции потерь качества.
3. Развитие и реализация робастного управления процессами.
4. Целенаправленная оптимизация продукции и процессов до производства (контроль до запуска процесса).
5. Применение обобщенной философии качества Г. Тагути для обеспечения оптимального качества.

Другая важная особенность подхода Г. Тагути — систематическое использование так называемой функции потерь качества, учитывающей потери потребителя (а значит, и общества в целом), связанные с качеством изделий. В классическом подходе, восходящем еще к Тейлору, считается, что все изделия, попавшие внутрь поля допуска, равноценны, тогда как функция потерь Г. Тагути различает изделия внутри допуска в зависимости от их близости к номиналу [50]. Это создает возможность гораздо более тонкого оценивания и регулирования производственного процесса.

Вторым видным японским ученым в области качества является Каору Исикава (фотография на рисунке 27) - длительное время президент Союза японских ученых и инженеров. Идеолог глобального распространения принципов управления качеством, разработчик концепции поставщик-заказчик внутри предприятия. Предложил диаграмму «причинно – следственных связей» (диаграмма Исикавы) [14].



Рисунок 27 – Каору Исикава

По инициативе К. Исикавы в Японии начиная с 1962 г. начали развиваться кружки по контролю качества, которые занимались воспитанием и подготовкой рабочих на уровне цеховых бригад. Воспитание рабочих проходило каждый день и в каждой бригаде. Опыт старших и квалифицированных рабочих передавался молодым, создавалась моральная непримиримая обстановка к лентяям и бракоделам. Стыдно было просто плохо работать.

И еще один японец, внесший особую струю в теорию управления качеством – Сигео Синго (фотография на рисунке 28). Система Синго разрабатывалась параллельно и во многом в противовес контролю качества, основанному на статистических методах. Философия Синго производственного менеджмента получила свое название в честь одного из разработчиков известной системы “точно в срок” фирмы Toyota Сигео Синго (Shigeo Shmgo). Этот ученый чрезвычайно популярен в своей родной стране, где он получил титул

“Мистер Улучшение”, но в последние годы его идеи широко распространились и на Западе. Больше всего внимания уделяется двум основным аспектам системы Синго. Первый из них заключается в том, как можно добиться значительного сокращения времени наладки оборудования с помощью, так называемых процедур одноминутной замены штампа (Single Minute Exchange of Die - SMED). Второй аспект состоит в контроле источника (поставщика) и использовании системы рока-юке для достижения уровня “ноль-дефектов” [14].

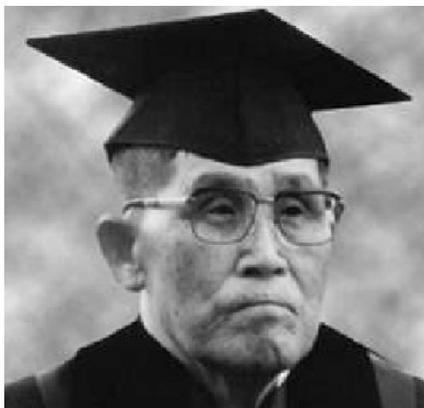


Рисунок 28 - Сигео Синго (Shigeo Shingo) (1909-1990)

По мнению С. Синго, методы статистического контроля качества не предупреждают брака. С их помощью можно получить информацию относительно степени вероятности появления очередного дефекта, однако это будет лишь констатацией факта. Для того чтобы предотвратить выпуск брака в конце технологического процесса, следует внедрять элементы управления в сам процесс. Центральным элементом метода С. Синго является разграничение

ошибок и дефектов. Брак появляется в результате ошибок людей. Ошибки неизбежны, однако появление дефектов можно предотвратить, если обратная реакция (т.е. действие, направленное на исправление ошибки) осуществляется сразу после того, как совершена ошибка. Для такой обратной связи и ответных мер необходим контроль 100% выпускаемой продукции. Такой контроль может быть трех типов: последовательная проверка, самопроверка и контроль источника. Контроль с помощью последовательной проверки выполняется следующим рабочим в технологическом процессе либо независимым беспристрастным экспертом, например, лучшим рабочим бригады. Информация о дефектах немедленно передается рабочему, по вине которого появился брак, который и исправляет свою ошибку. Самопроверка проводится каждым рабочим и применима для контроля любых показателей качества за исключением тех, для которых требуется сенсорная оценка (например, наличие или глубина царапин, или правильность сочетания оттенков краски). В таких случаях необходима последовательная проверка. Контроль источника также выполняется одним рабочим, только вместо обнаружения дефектов в продукции он проверяет компоненты на наличие в них дефектов, которые впоследствии могут привести к выпуску бракованной продукции. Это предотвращает появление дефектов, а, следовательно, и устраняет необходимость доработок и переделок. Все эти три типа контроля основаны на применении особых процедур или оборудования для обеспечения надежности, которые относят к методам рока-уоке. Понятие рока-уоке включает такие инструменты, как контрольные списки и специальный инструментари, ко-

торый препятствует совершению в начале процесса рабочим ошибок, впоследствии приводящих к браку, или быстро информирует рабочего о нарушении норм технологического процесса, в результате чего у него остается время исправить положение.

Другой системой управления качеством является модель «пять нулей», ориентированная на предотвращение появления дефектов. Данная модель приобрела большую популярность среди японских компаний. Её смысл сводится к недопущению выполнения работником следующих пунктов:

- принимать дефектную продукцию с предыдущей операции;
- создавать условия для появления дефектов;
- передавать дефектную продукцию на следующую операцию;
- вносить изменения в технологию;
- повторять ошибки.

У системы «пять нулей» был один существенный недостаток – её не возможно было реализовать без максимального использования имеющихся человеческих ресурсов, что и доказал вице-президент по производству фирмы «Тойота» Таичи Оно. Он предложил концепцию ЛТ (Just-In-Time), в соответствии с которой необходимо «делать всё вовремя», что позволит обеспечить функционирование системы «пять нулей», а также сократить временной интервал от принятия заказа до его поставки конечному потребителю. Любая фаза производства в системе ЛТ завершается изготовлением необходимой детали именно в то время, когда она требуется для следующей операции. Складирование является нерациональным и приводит к потере финансов, времени и нерациональному использованию площадей: таков принцип компании «Тойота».

Ещё одной системой управления качества является «Канбан», смысл которой заключается в начале производства конкретной продукции лишь тогда, когда существует определённый заказчик. «Канбан» основывается на следующих принципах:

- усиленный контроль качества;
- поставка продукции заказчику точно в срок;
- наладка оборудования, исключающая брак;
- сокращение числа поставщиков, комплектующих;
- максимальное приближение организаций к основному производству.

Система «Канбан» была внедрена в корпорации Toyota Motor и позволила сократить производственные запасы на 50 %, а товарные – на 80 %. Средний производственный цикл выпуска одной партии конкретной модели легкового автомобиля в фирме Toyota составляет 2 дня, что в 5 раз меньше, чем в среднем в США. Эта система позволяет резко снизить себестоимость за счет ликвидации излишних запасов сырья, комплектующих, рабочей силы и складов.

### **3.3 Европейский подход к управлению качеством**

Европейская система управления качеством складывалась исходя из опыта лучших предприятий – лидеров в своих отраслях. Признанной европейской методологией всесторонней оценки деятельности организации является система EFQM, предложенная Европейским фондом управления качеством (European Foundation for Quality Management, EFQM). Она содержит множество структурированных критериев оценки управления качеством, которые можно разбить на две группы: предпринимаемые усилия и результаты.

Важное место в этой деятельности занимают специальные ассоциации или организации, осуществляющие координацию в масштабах каждой страны Евросоюза. В процессе подготовки к открытому общеевропейскому рынку, провозглашенному с 1 января 1993 г., были выработаны единые стандарты, единые подходы к технологическим регламентам, гармонизированы национальные стандарты на системы качества, созданные на основе стандартов ИСО серии 9000, введены в действие их европейские аналоги – ЕМ серии 29000. Большое значение придается сертификации систем качества на соответствие этим стандартам, созданию авторитетного европейского органа по сертификации в соответствии с требованиями стандартов ЕМ серии 45000. Указанные стандарты должны стать гарантами высокого качества, защитить миллионы потребителей от низкосортной продукции, стимулировать производителей к новым достижениям в области качества.

Для нормального функционирования европейского рынка поставляемая продукция должна быть сертифицирована независимой организацией. Кроме сертификации продукции проводится аккредитация испытательных лабораторий и работников, осуществляющих контроль и оценку качества продукции. Важнейший аспект их деятельности – контроль за удовлетворением требований потребителя и разрешение конфликтов, которые имеют место между производителем и поставщиком продукции.

Фирмы проводят еще более интенсивную политику в области повышения качества продукции, а процессы подвергаются более жесткому контролю. Качество стало фактором обеспечения конкурентоспособности европейских стран. Для реализации такой стратегии потребовались:

1. Единые законодательные требования.
2. Единые стандарты.
3. Единые процессы проверки, чтобы убедиться, что фирма соответствует требованиям рынка.

В 1985 г. принята новая концепция гармонизации стандартов, введены требования по обеспечению безопасности и надежности, но эти требования являются рекомендательными. В то же время обеспечение единых требований имеет большое значение. Поэтому и ориентируется Европа на основополагающие стандарты ИСО 9000 и ЕМ 29000. Введена маркировка продукции знаком СЕ. Образованы Европейский координационный совет по испытаниям и сертификации и Европейский комитет по оценке и сертификации систем качества. В состав комитета входят организации по сертификации Великобритании, Швейцарии, ФРГ, Австрии, Дании, Швеции, Франции, Испании, Португалии, Греции, Голландии, Бельгии, Финляндии, Норвегии, Ирландии и Италии. Главная задача проводимой работы – полностью удовлетворить запросы миллионов потребителей единого европейского рынка с наименьшими затратами.

Европейский рынок ставит серьезные задачи перед фирмами других стран, намеревающимися попасть на него. Для того чтобы выстоять в конкурентной борьбе, крупнейшие фирмы Европы объединяют усилия для выбора прогрессивных форм и методов управления качеством продукции, связывают с их внедрением гарантию стабильного качества продукции. А она включает:

1. Стабильную технологию.
2. Надлежащую систему поддержания технологической точности оборудования и оснастки.
3. Метрологические средства контроля и испытаний продукции.
4. Эффективную систему подготовки кадров.

Область деятельности Европейского Фонда управления качеством:

1. Поддерживать руководство западноевропейских компаний в ускорении процесса создания качества для достижения преимуществ во всеобщей конкуренции.

2. Стимулировать и помогать всем сегментам западно-европейского сообщества принимать участие в деятельности, по улучшению качества и укреплению культуры европейского качества.

ЕФУК совместно с Европейской организацией по качеству (ЕОК) учредил Европейскую премию по качеству, которая начиная с 1992 года присуждается лучшим фирмам. Отличительными особенностями европейского подхода к решению проблем качества являются:

- законодательная основа для проведения всех работ, связанных оценкой и подтверждением качества
- гармонизация требований национальных стандартов, правил процедур сертификации
- создание региональной инфраструктуры и сети национальных организаций, уполномоченных проводить работы по сертификации продукции и систем качества, аккредитации лабораторий, регистрации специалистов по качеству и т.д.

Разработана специальная модель, в которой каждый критерий выражен в виде процентного веса от всех критериев (Рисунок 29). Указанные веса используются для оценивания при проведении конкурса на присуждение Европейской премии качества. Каждый год эти веса пересматриваются, а модель совершенствуется.

Модель EFQM основывается на следующих принципах [45]:

- в центре внимания находится клиент;
- необходимо сотрудничество с поставщиками;
- обязательное повышение квалификации и участия персонала;
- реализация процессов, использование фактов;
- непрерывное совершенствование и новаторство;
- руководство и последовательность в достижении целей;
- взаимная ответственность;
- распределение результатов.

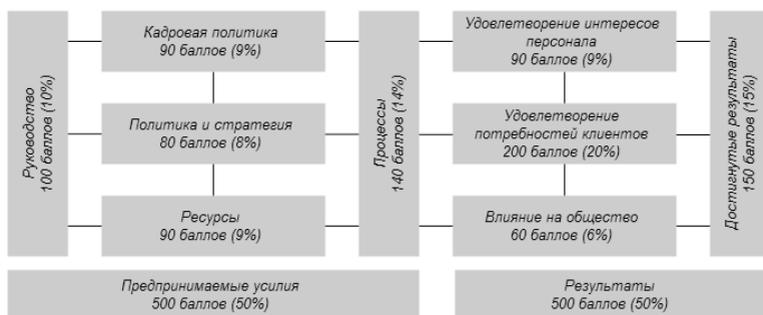


Рисунок 29 – Весовые критерии Европейской модели

EFQM предусматривает пять уровней развития. Организации имеют возможность совершенствоваться от уровня к уровню, подтверждая это соответствующими сертификатами.

**Уровень 1 – «Стремление к совершенству» (Committed to Excellence).**

Данный уровень является начальным для организации и предназначен для оценки текущего состояния деятельности, а также определения приоритетов для дальнейшего улучшения.

**Уровень 2 – «Признанное совершенство» (Recognized for Excellence).**

Второй уровень предназначен для организаций, имеющих опыт в самооценке по модели EFQM либо на первом уровне, либо после участия в конкурсе на национальную премию качества.

***Уровень 3 – Финалист конкурса на получение Европейской премии по качеству (Finalist European Quality Award).***

На этом уровне находятся организации, продемонстрировавшие высокую степень совершенства и постоянного улучшения, а их оценка деятельности много больше 400 баллов.

***Уровень 4 – Призёр конкурса на получение Европейской премии по качеству (Prize Winner European Quality Award).***

Четвёртому уровню соответствуют организации удовлетворяющие требованиям третьего уровня, а также добившиеся особых успехов в реализации отдельных принципов делового совершенства.

***Уровень 5 – Победитель конкурса на получение Европейской премии по качеству (Winner European Quality Award).***

Высшему уровню соответствуют организации, ставшие победителями в своих категориях.

В Европе видных ученых в области управления качеством не было. Значительно позже к 80 – годам прошлого столетия европейское сообщество стало перенимать опыт американских и японских инженеров и ученых, а потом внедрять его у себя на предприятиях.

### **3.4 Российский опыт управления качеством**

Движение за улучшение качества продукции в России существовало с периода проведения индустриализации. С течением времени становилось ясно, что устойчивого совершенствования качества продукции нельзя до-

биться путем проведения отдельных и даже крупных, но разрозненных мероприятий. Только путем системного и комплексного, взаимосвязанного осуществления технических, организационных, экономических и социальных мероприятий на научной основе можно быстро и устойчиво совершенствовать качество продукции.

Российский опыт основывался на инициативах отдельных предприятий сокращать количество брака и по возможности улучшать качество и зачастую сводился к сложному выбору - что делать с уже произведенным браком. Понятия «управление качеством» даже не было в лексиконе наших промышленных предприятий до середины 90-х годов XX века. И только с постепенной интеграцией России в мировое экономическое пространство, появлением международных стандартов ИСО передовые предприятия стали серьезно заниматься менеджментом качества. Ставить вопрос перед собой и персоналом, что делать, чтобы брака не было вообще и качество продукции не зависело от бригады, смены, начальника цеха, наладчика и было постоянным.

Российские модели управления качеством начали развиваться в 60-е годы двадцатого века на промышленных предприятиях страны:

- Саратовская область – концепция бездефектной работы БИП;
- Горьковский авиационный завод – система КАНАРСПИ (Качество, Надёжность, Ресурс С Первых Изделий);
- Ярославский моторный завод «Автодизель» – система НОРМ;
- предприятия Львовской области во взаимодействии с ВНИИ стандартизации Госстандарта СССР и научно-производственным объединением «Система» – КСУКП (комплексная система управления качеством продукции).

Важным критерием, характеризующим качество труда и определяющим размер материального поощрения, являлся коэффициент качества труда, который вычислялся для каждого работника предприятия, каждого коллектива за установленный промежуток времени (неделя, месяц, квартал) путем учета количества и значимости допущенных производственных нарушений. В системе устанавливался классификатор основных видов производственных нарушений: каждому дефекту соответствует определенный коэффициент снижения. Максимальная оценка качества труда и максимальный размер премии устанавливаются тем работникам и коллективам, которые за отчетный период не имели ни одного нарушения.

Основными недостатками этих систем следует считать отсутствие единого государственного подхода, ориентации на потребителя и спонтанность развития. Для освоения прогрессивного мирового опыта по управлению качеством необходимо реализовать комплекс обеспечивающих мероприятий, включающий разработку и реализацию системы мер и преимуществ, стимулирующих работу. На это должна быть нацелена создаваемая в стране организационная структура, проводящая оценку и признание систем качества, а также обучение специалистов, способных выполнять все виды работ в области постоянного обеспечения, контроля и улучшения качества.

### **3.5 Модель СММ**

История «Модели Совершенствования Возможностей» (Capability Maturity Model, CMM) началась в 1991 году в американском институте системного программирования (Software Engineering Institute, SEI) при университете Карнеги-Меллона с выходом первой версии этого стандарта. Более рас-

пространённым переводом этого стандарта является «модель зрелости процесса разработки программного обеспечения».

Первоначальным предназначением стандарта СММ являлась разработка методики выбора наилучших поставщиков программного обеспечения для крупных правительственных организаций США. Для этого планировалось сформулировать достаточное описание способов оценки процессов разработки, а также методику их дальнейшего совершенствования. Результат оказался настолько подробным, что СММ стало возможным применять в рамках компаний-разработчиков, желающих усовершенствовать существующие процессы.

Основным понятием стандарта СММ является зрелость организации. Организация считается незрелой, если процесс разработки программного обеспечения в ней зависит только от конкретных исполнителей, а решения принимаются спонтанно. В связи с этим велика вероятность дополнительных бюджетных издержек и срывов сроков проекта. В зрелой же организации существуют формализованные процедуры для создания и управления проектами, которые по мере необходимости уточняются и совершенствуются. Более того, в подобных компаниях существуют стандарты на процессы разработки, тестирования, внедрения, правила оформления конечного программного кода, компонентов, интерфейсов и т.д. Всё перечисленное составляет инфраструктуру и корпоративную культуру, поддерживающую процесс разработки программного обеспечения. В целом, стандарт СММ содержит критерии оценки зрелости организации и методы совершенствования имеющихся процессов, что принципиально отличает его от ISO 9001, в котором лишь указаны

необходимые условия для достижения минимального уровня организации процессов и нет никаких рекомендаций по их дальнейшему улучшению.

Модель СММ состоит из пяти уровней зрелости (рисунок 30). Каждый последующий уровень подразумевает соответствие всем характеристикам предыдущего [45].

*Начальный уровень* (initial level) является основой для сравнения со следующими уровнями. В организации этого уровня не существует стабильных условий для создания качественного программного обеспечения, а результат любого проекта целиком зависит от конкретных исполнителей. Стрессовые ситуации превращают процесс разработки в написание кода и его минимальное тестирование.

Следующим уровнем является повторяемый (repeatable level). Для того чтобы организация соответствовала данному уровню в ней должен быть внедрён процесс управления проектами, основанный на накопленном опыте, а также стандарты на разрабатываемое программное обеспечение. Критические ситуации могут понизить уровень процессов до начального.

Определённый уровень (Defined level) является третьим в иерархии модели СММ и характеризуется документированным стандартным процессом разработки и сопровождения программного обеспечения. В процессе стандартизации происходит переход на самые эффективные технологии и методики. Обязательным условием достижения данного уровня является наличие в организации постоянно действующей программ по повышению квалификации и обучению сотрудников. Находясь на данном уровне, организация перестаёт зависеть от конкретных исполнителей и не имеет тенденции опускаться на уровень ниже в стрессовых ситуациях.



Рисунок 30 – Уровни зрелости организации в модели СММ

*Управляемый уровень (managed level)* определяется введением количественных показателей качества на программные продукты и на процессы в целом, за счёт чего достигается более совершенное управление проектами.

Последним уровнем модели СММ является оптимизированный (optimizing level). Он характеризуется применением мероприятий по улучшению не только к существующим процессам, но и к оценке ввода новых технологий. Главной задачей организации на этом уровне является постоянное улучшение существующих

щих процессов, при этом должны предусматриваться возможные ошибки и дефекты. Также необходимо предпринимать действия по уменьшению стоимости разработки программного обеспечения, например, через формирование базы знаний с удачными решениями для их повторного использования.

Сертификация организаций на соответствие модели СММ производится по всем ключевым областям. Оценка осуществляется исходя из десяти бальной шкалы. Для успешной сертификации конкретной области необходимо набрать шесть баллов. Ключевая область оценивается по следующим показателям:

- заинтересованность руководства в данной области (планируется ли внедрение данной области, существует ли в ней необходимость);
- насколько широко данная область применяется в компании;
- успешность использования данной области на практике.

Необходимо заметить, что в мире существует очень мало компаний, в которых есть сертификация пятого уровня хотя бы одной области деятельности (около 50). По некоторым оценкам, более 70% компаний-разработчиков соответствуют первому уровню зрелости.

Применение модели СММ затрудняется из-за следующих проблем:

- стандарт СММ не является общедоступным;
- стандарт ориентирован на применение в крупных компаниях;
- оценка качества процессов в компании может проводиться только специалистами, аккредитованными институтом SEI.

### 3.6 Модель SPICE

Разработка стандарта SPICE (Software Process Improvement and Capability dEtermination – определение возможностей и улучшение процесса создания программного обеспечения) началась в 1991 году по инициативе Международной организации по стандартизации (ISO). Согласно реестру ISO/IEC, стандарт SPICE имеет номер 15504 и имеет название «Information Technology – Software Process Assessment». Определяющее место в стандарте занимает базовая модель, включающая пять категорий, состоящих из 35 процессов и 201 вида деятельности. Опыт и идеи многих стандартов были использованы для разработки SPICE (рисунок 31). [45]

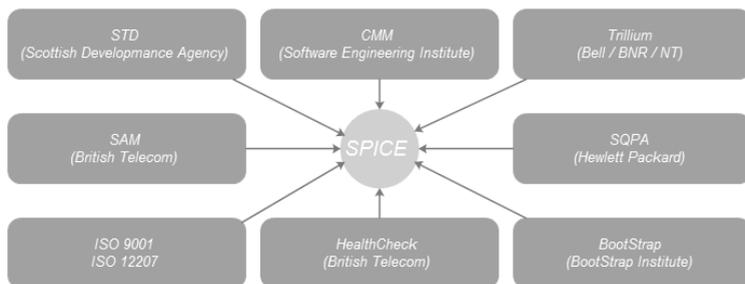


Рисунок 31 – Предшественники стандарта SPICE

В связи с большим количеством рассмотренных стандартов и основательным подходом с повышенным уровнем детализации, документация SPICE содержит около 500 страниц.

SPICE также как и CMM использует многоуровневую модель, а также ставит основную задачу постоянно совершенствовать процесс разработки программного обеспечения. В SPICE определены шесть уровней, описание которых приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Уровни модели SPICE

Уровни	Наименование	Характеристика
0	Первоначальный	Процесс не определён или не производит ожидаемого выходного продукта.
1	Реализованный	<ul style="list-style-type: none"><li>• процесс достигает своих целей;</li><li>• измерения производительности.</li></ul>
2	Управляемый	<ul style="list-style-type: none"><li>• выходной продукт процесса соответствует требованиям;</li><li>• управление производительностью;</li><li>• управление созданием продуктов.</li></ul>
3	Учреждённый (установленный)	<ul style="list-style-type: none"><li>• управляемый процесс реализуется в соответствии с его определением и при удовлетворительном уровне затрат;</li><li>• документирование процесса;</li><li>• отслеживание ресурсов.</li></ul>
4	Предсказуемый	<ul style="list-style-type: none"><li>• эффективность учрежденного процесса находится в определенных пределах, установленных в соответствии с целями организации;</li><li>• измерение процесса;</li><li>• управление процессом.</li></ul>
5	Оптимизируемый	<ul style="list-style-type: none"><li>• предсказуемый процесс оптимизируется для достижения целей организации;</li><li>• измерение процесса;</li><li>• постоянное совершенствование.</li></ul>

Модель SPICE подразумевает возможность совершенствования уровней отдельных процессов, а не всей организации в целом. Таким образом, в организации могут существовать процессы, соответствующие различным уровням модели. Не существует официального перевода стандарта, поэтому использованные термины официально не зарегистрированы.

Основные элементы стандарта показаны на рисунке 32.

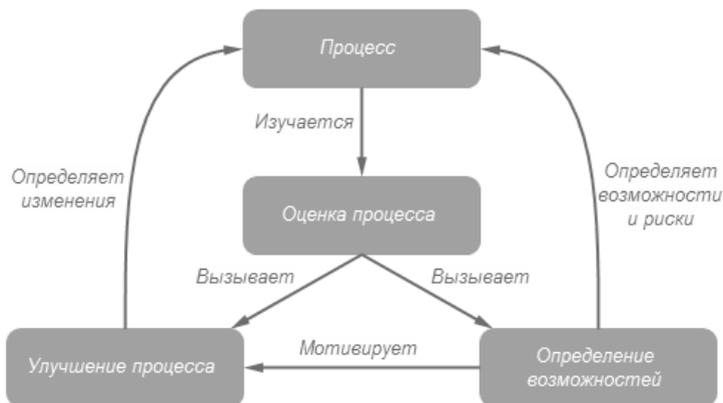


Рисунок 32 – Элементы стандарта SPICE [45]

Определение состояния процесса включает выполнение следующих этапов:

1. Оценка процесса. Осуществляется посредством сравнения имеющегося процесса разработки программного обеспечения с изложенным в стандарте. Результаты позволяют определить его сильные и слабые стороны.

2. Определение возможностей процесса. Предоставляет возможность оценить возможности по улучшению рассматриваемого процесса. Часто производится компанией-поставщиком, чтобы доказать заказчикам способность достижения заданного уровня показателей.

3. Улучшение процесса. В случае возникновения необходимости в улучшении процесса производится техническая реализация поставленных задач, в соответствии с чётко сформулированными целями. После этого весь цикл начинается заново.

Стандарт SPICE является открытым и достаточно популярным.

Для более подробного определения особенностей SPICE в таблице 4 приведены сравнительные характеристики с ISO 9001.

Таблица 4 – Сравнение SPICE и ISO 900 [45]

<b>ISO/IEC 15504 SPICE</b>	<b>ISO 9001</b>
Подробная модель	Абстрактная модель
Разработан для области программного обеспечения	Разработан для обобщенного производства, преимущественно серийного
Определение способности и улучшения процессов	Только сертификация
Шесть уровней для оценки процессов	Оценка по принципу «ответствие – несоответствие»
Требования для аттестации, руководство по применению	Только модель
Дополняет ISO 9000	Дополняется ISO 15504 SPICE
Двумерная структура	Последовательная одномерная
Предполагает свободу при выборе стратегии улучшений	Последовательность шагов включена в стандарт
Уровни для каждого процесса	Единый уровень зрелости для всей организации
Результаты требуют обработки и упрощения	Результаты просты для понимания
Результаты очень подробны	Чрезмерно упрощённые результаты

### **3.7 Модель МакКола**

Предложенная МакКолом в 1977 году модель качества программного обеспечения является первой в своей области и предназначена для оценки качества программного продукта с помощью его характеристик. Модель МакКола (рисунок 18) состоит из трёх основных направлений определения качества программного обеспечения [49]:

- использование (корректность, надежность, эффективность, целостность, практичность);
- модификация (тестируемость, гибкость, сопровождаемость);
- переносимость (мобильность, возможность многократного использования, функциональная совместимость).

Объективно оценить или измерить факторы качества довольно трудно, поэтому МакКол ввел метрики качества, которые с его точки зрения легче измерять и оценивать. Оценки в его шкале принимают значения от 0 до 10.

Каждая метрика влияет на оценку нескольких факторов качества. Числовое выражение фактора представляет собой линейную комбинацию значений влияющих на него метрик. Коэффициенты этого выражения определяются по-разному для разных организаций, команд разработки, видов программного обеспечения, используемых процессов и т.п.

### **3.8 Модель Бозма**

Модель Бозма была представлена в 1978 году и схожа с моделью МакКола в связи с похожей иерархической моделью, состоящей из высокоуровневых, промежуточных и примитивных характеристик, каждая из которых вносит свой вклад в уровень качества

программного обеспечения. Модель Боэма определяет качество программного обеспечения при помощи набора показателей и метрик. Основным отличием модели Боэма можно считать представление характеристик программного обеспечения в более крупном масштабе, чем в модели МакКола (рисунок 33) [49].

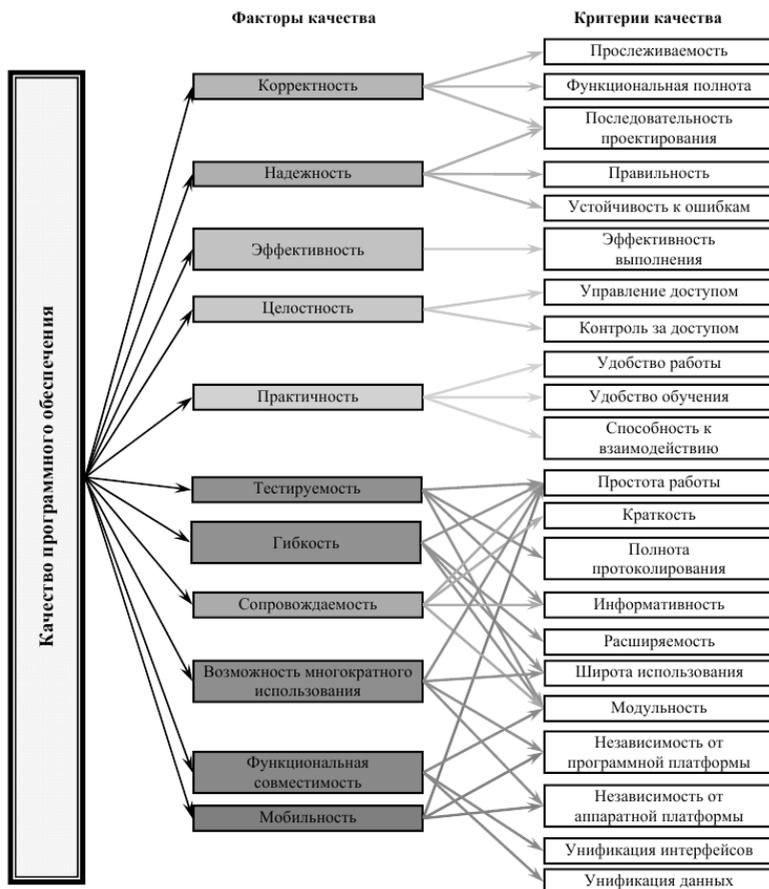


Рисунок 33 – Модель качества МакКола

Практичность в данной модели описывает, насколько легко, надежно и эффективно программный продукт может быть использован, сопровождаемость характеризует насколько легко можно изменить и повторно протестировать программный продукт, и мобильность описывает, как программный продукт может использоваться, даже при изменении программных и аппаратных средств.

### **3.9 Модель FURPS/FURPS+**

Акроним FURPS, используемый в обозначении модели, обозначает следующие категории требований к качеству ПО [49]:

- **Functionality** (Функциональность) /особенности, возможности, безопасность/;
  - **Usability** (Практичность) /человеческий фактор, эргономичность, пользовательская документация/;
  - **Reliability** (Надежность) /частота отказов, восстановление информации, прогнозируемость/;
  - **Performance** (Производительность) /время отклика, пропускная способность, точность, доступность, использование ресурсов/;
  - **Supportability** (Эксплуатационная пригодность) /тестируемость, расширяемость, адаптируемость, сопровождаемость, совместимость, конфигурируемость, обслуживаемость, требования к установке, локализуемость/.
- Символ «+» дополняет FURPS следующими атрибутами:
- ограничения проекта (ограничения по ресурсам, требования к языкам и средствам разработки, требования к аппаратному обеспечению);
  - интерфейс (ограничения, накладываемые на взаимодействие с внешними системами);
  - требования к выполнению;



Рисунок 34 – Модель качества Боэма

- физические требования;
- требования к лицензированию.

Модель качества FURPS, предложенная Р. Грейди и Hewlett Packard, построена схожим образом с моделями МакКола и Боэма (Рис. 34), но в отличие от них состоит из двух слоев: первый определяет характеристики, а второй связанные с ними атрибуты. [49] Основной концепцией, лежащей в основе FURPS, является декомпозиция характеристик программного обеспечения на две категории требований, а именно, функциональные (F) и нефункциональные (URPS) требования. Эти выделенные категории могут быть использованы как в качестве требований к программному продукту, так и в оценке его качества.

### **3.10 Модель Гецци**

Карло Гецци и его соавторы различают качество продукта и процесса. Согласно модели Гецци, к качеству программного обеспечения относят следующие характеристики программного обеспечения [49]:

- целостность;
- надежность и устойчивость;
- производительность;
- практичность;
- верифицируемость;
- сопровождаемость;
- возможность многократного использования;
- мобильность;
- понятность;
- возможность взаимодействия;
- эффективность;
- своевременность реагирования;
- видимость процесса разработки.

### **3.11 Модель SATC**

В Центре обеспечения качества программного обеспечения NASA (Software Assurance Technology Center, SATC) была разработана программа метрик, обеспечивающая оценку рисков проекта, качества продукции и эффективности процессов. Программа SATC рекомендует отдельно отслеживать качество требований, качество программного обеспечения и других продуктов (документации), качество тестирования и качество выполнения процессов. Модель качества SATC определяет набор целей, связанных с программным продуктом и атрибуты процессов в соответствии со структурой модели качества программного обеспечения ISO 9126-1.

### **3.12 Модель ISO 9126**

Качество программного обеспечения определяется в стандарте ISO 9126-1 как всякая совокупность его характеристик, относящихся к возможности удовлетворять высказанные или подразумеваемые потребности всех заинтересованных лиц. Модель качества ISO 9126-1 различает понятия внутреннего качества, связанного с характеристиками ПО самого по себе, без учета его поведения; внешнего качества, характеризующего ПО с точки зрения его поведения; и качества ПО при использовании в различных контекстах – того качества, которое ощущается пользователями при конкретных сценариях работы ПО. Для всех этих аспектов качества введены метрики, позволяющие оценить их. Кроме того, для создания надежного ПО существенно качество технологических процессов его разработки. Взаимоотношения между этими аспектами качества по схеме, принятой ISO/IEC 9126 показано на рисунке 35.

На рисунке 36 представлены факторы и атрибуты внешнего и внутреннего качества программного обеспечения в соответствии с ISO/IEC 9126.

На рисунке 37 приведена модель оценивания согласно ISO/IEC 9126.

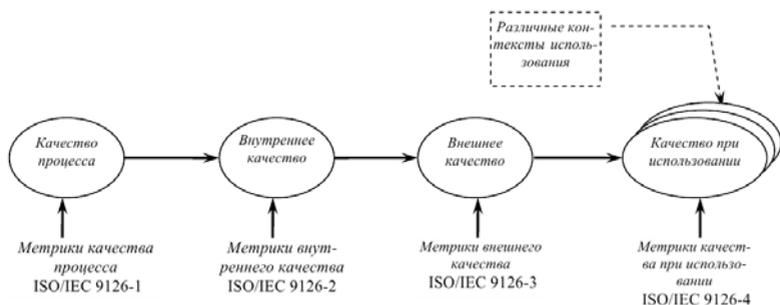


Рисунок 35 – Взаимоотношения аспектов качества



Рисунок 36 – Факторы и атрибуты качества

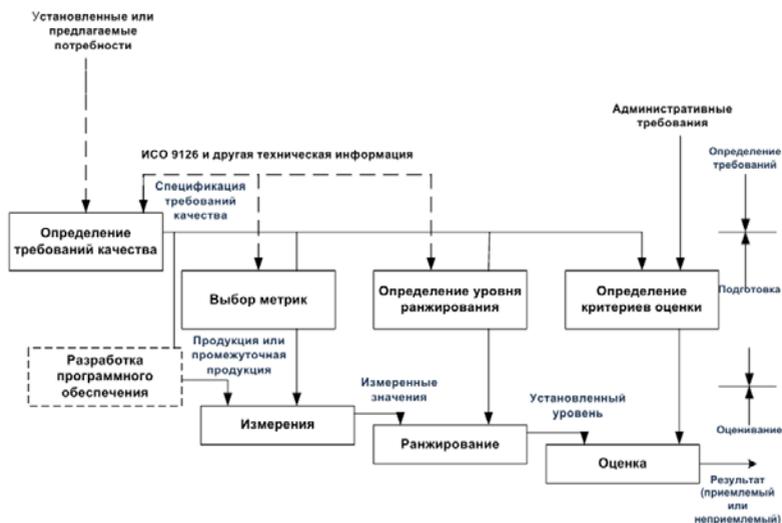


Рисунок 37 – Модель оценивания качества

### 3.13 Модель Дроми

Модель качества Дроми основана на критериях оценки. Она стремится оценить качество системы, в то время как каждый программный продукт, имеет качество отличное от других. Модель Дроми помогает в предсказании дефектов ПО и указывает на те свойства ПО, пренебрежение которыми может привести к появлению дефектов. Эта модель основывается на отношениях между характеристиками качества и подхарактеристиками, между свойствами программного обеспечения и характеристиками качества программного обеспечения.

### 3.14 Модель QMOOD

Джагдиш Банзия и Карл Дэвис предложили иерархическую модель качества для объектно-ориентированного проектирования (QMOOD), которая расши-

рывает методологию модели качества Дроми и включает в себя четыре уровня [49]:

1) Определение показателей качества проекта: набор атрибутов качества проекта, которые используются в QMOOD для описания характеристик объектно-ориентированных систем включают: функциональность, эффективность, понятность, расширяемость, возможность многократного использования и гибкость.

2) Определение объектно-ориентированных свойств проекта: свойства проекта могут быть определены в процессе исследования внутренней и внешней структуры, функциональности компонент проекта, атрибутов, методов и классов. Структурным и объектно-ориентированным множеством свойств проекта, которые используются в QMOOD, являются: размер проекта, иерархическая структура, инкапсуляция, связанность, состав проекта, наследование, полиморфизм, обмен информацией, сложность.

3) Определение объектно-ориентированных метрик проекта: различные объектно-ориентированные метрики проекта.

4) Определение объектно-ориентированных свойств проекта: Компоненты проекта были определены для определения архитектуры объектно-ориентированного проекта. Эта модель определяет парадигму, а также вводит ряд новых объектно-ориентированных метрик.

### **3.15 Модель SQuaRE**

В дополнение к ISO 9126 выпущен набор стандартов ISO/IEC 14598, регламентирующий способы оценки этих характеристик. В совокупности они образуют модель качества, известную под названием SQuaRE (Software Quality Requirements and Evaluation).

Общий подход к моделированию качества программного обеспечения заключается в том, чтобы сначала идентифицировать небольшой набор атрибутов качества самого высокого уровня абстракции и затем в направлении “сверху вниз” разбить эти атрибуты на наборы подчиненных атрибутов. Стандарт ISO/IEC 9126 является типичным примером такого подхода.

В рамках модели SQuaRE выделяются следующие шесть основных **характеристик качества** [49]:

1. **Функциональность** (точность, согласованность, интероперабельность, безопасность, пригодность). Функциональные требования традиционно составляют основной предмет спецификации, моделирования, реализации и аттестации программного обеспечения. Они формулируются в виде утверждений в императивной модальности, описывающих поведение системы. Использование формальных методов позволяет довести уровень отклонения фактического поведения системы от требуемого практически до нуля. Это достигается путем выражения функциональных требований в виде предложений подходящих формальных исчислений, так что верификация сводится к строгому доказательству.

2. **Надежность** (устойчивость, завершенность, восстанавливаемость). Показатели надежности характеризуют поведение системы при выходе за пределы штатных значений параметров функционирования по причине сбоя в окружении либо в самой системе. При оценке атрибутов надежности применяются методы теории вероятностей и математической статистики. Требования к надежности особенно важны при разработке критических систем обеспечения безопасности жизнедеятельности (dependable systems). Хотя использование формальных методов способствует снижению

количества внутренних ошибок (т.е. росту завершенности системы), обеспечение надежности в целом требует специальных подходов, учитывающих специфику различных типов систем.

3. **Удобство** (эффективность освоения, эргономичность, понимаемость). Соответствие системы требованиям к удобству чрезвычайно трудно поддается оценке. Предлагаемые подходы включают замеры расхода нормативных единиц труда (нормо-часов), затрачиваемого пользователями на овладение системой, а также проведение и анализ экспертных оценок, в том числе с применением методов нечеткой логики (fuzzy logic). В контексте использования формальных методов наилучшим решением представляется изначальная ориентация на формализмы, способные максимально точно отразить структуру исходной предметной области. Например, при создании вычислительных систем критерием адекватности формализма с точки зрения будущего пользователя является поддержка абстрактного математического языка, не зависящего от концептуальных ограничений, накладываемых компьютерными технологиями.

4. **Эффективность** (по ресурсам и по времени). Атрибуты эффективности традиционно относятся к числу важнейших количественных показателей качества программных систем. Их значения подлежат фиксации в эксплуатационной документации к программным и аппаратным изделиям. Имеется высокоразвитый инструментарий для измерения этих значений. Разработаны также методики, позволяющие прогнозировать интегральные значения показателей эффективности системы исходя из значений этих показателей для компонентов самой системы и ее окружения. Выбору формальных методов обеспечения эффективности следует уделять особое внимание. При этом следует иметь в виду, что, хотя имеется тесная

взаимосвязь между производительностью и ресурсоемкостью, подходы к обеспечению каждого из этих требований в общем случае имеют различную природу.

5. **Сопровождаемость** (простота анализа, изменяемость, стабильность, проверяемость). Требования к сопровождаемости направлены в первую очередь на минимизацию усилий по сопровождению и модернизации системы, затрачиваемых эксплуатационным персоналом. Для их оценки используются различные методики прогнозирования затрат на выполнение типовых процедур сопровождения. Интегральная стоимость сопровождения долгоживущих систем может существенно превышать стоимость их разработки. Сопровождение существенно упрощаются в случае, когда разработка велась с использованием формальных методов, поскольку имеется в определенном смысле исчерпывающий комплект технологической документации и проверочных тестов.

6. **Переносимость** (адаптируемость, согласованность со стандартами и правилами, гибкость инсталляции, заменяемость). Переносимость системы характеризует степень свободы в выборе компонентов системного окружения, необходимых для ее функционирования. Оценка переносимости затрудняется принципиальной незавершенностью, динамичностью списка возможных вариантов окружения, обусловленной быстрым прогрессом в сфере информационных технологий. Системы, разрабатываемые с использованием формальных методов, как правило, отличаются высоким уровнем переносимости. В частности, если такая система не поддерживает некоторую целевую технологическую платформу, создание “клона” реализации ее абстрактной модели с использованием целевых средств программирования требует существенно меньших затрат, чем замена самой системы либо платформы.

Модель качества, создаваемая в рамках данного стандарта, определяется общими характеристиками продукта. Характеристики же в свою очередь могут быть уточнены, другими словами, иерархично разбиты на подхарактеристики качества. Так, например, характеристика сопровождаемости может быть представлена такими подхарактеристиками как простота анализа, изменяемость, стабильность, проверяемость.

И, наконец, нижний уровень иерархии представляют непосредственно атрибуты программного обеспечения, поддающиеся точному описанию и измерению. Требования качества в свою очередь могут быть представлены как ограничения на модель качества. Оценка качества продукта в таком случае происходит по следующей схеме. Вначале оцениваются атрибуты программного изделия. Для этого выбирается метрика и градируется шкала оценки в зависимости от возможных степеней соответствия атрибута накладываемым ограничениям. Для каждой отдельной оценки атрибута градация обычно выбирается заново и зависит от требований качества, накладываемых на него. Набор “измеренных” атрибутов представляет собой критерий для оценки подхарактеристики и характеристик, и как результат качества продукта в целом.

### **3.16 Управление качеством в крупных ИТ-компаниях**

Крупные компании очень сильно заботятся о собственном имидже надёжного партнёра и поставщика, поэтому всячески развивают и совершенствуют применяемые методики контроля над качеством выпускаемой продукции. В каждом конкретном случае следует индивидуально подходить к процессу контроля качества, так как сфера де-

тельности компании предъявляет специфические требования и ставит определённые ограничения, не принимать которые во внимание – значит рисковать лояльностью потребителей, что может привести к сокращению прибыли.

Для описания подходов управления качеством в IT-компаниях необходимо разграничить производимую ими продукцию. IT-компании могут производить:

- программное обеспечение (операционные системы, игры, дизайнерские программы, аналитические средства, средства мониторинга, web-ресурсы и т.д.);
- аппаратное обеспечение (электронные компоненты, комплектующие, вычислительные платформы, сетевое оборудование, оборудования для бесперебойного питания и т.д.).

Также необходимо отметить отрасль оказания различных услуг (консультации, хранение данных, банкинг, бронирование отелей, покупка билетов и т.д.), которая для некоторых компаний является основной.

К примеру, компания Microsoft изначально относилась к отрасли программного обеспечения, однако расширила свою область деятельности производством мобильных устройств. В тоже время, компания Samsung является одним из самых крупных производителей электронных компонентов и комплектующих, но также ведёт разработки в области программного обеспечения. Особо стоит отметить компании, ведущие свою деятельность сразу во всех перечисленных сферах. К ним можно отнести IBM, Motorola, Google, LG и др.

Процесс контроля качества продукции связывает все составляющие деятельности компании. Например, компания IBM целиком производит

аппаратные платформы и программное обеспечение для своих решений, а потом предоставляет их в качестве сервисов для своих клиентов и партнёров. В связи с этим, специалисты по обеспечению качества обязаны контролировать разработку аппаратных средств, программного обеспечения, а также уровня предоставления услуг. Для этого необходимо разрабатывать целые системы контроля над качеством, причём они могут состоять сразу из нескольких методологий, а сами методологии могут быть доработаны и видоизменены в соответствии с особенностями кампании. То есть можно говорить о невозможности применения базовых методов обеспечения качества без проведения адаптационных мероприятий. В качестве примера комплексных систем управления качеством можно рассмотреть решения компаний Microsoft, Motorola и Samsung.

Наиболее показательными с точки зрения информационных систем могут являться подходы компании Motorola. Компания была основана в 1928 году в Америке и к сегодняшнему дню работает с огромным количеством клиентов по всему миру. В её распоряжении 7 основных конструкторских центров для разработок (R&D) в разных странах мира, 9 центров по поддержке собственных решений, и сотрудники в 65 странах мира. Очевидным является факт наличия выстроенной системы управления различными процессами компании. За свою долгую историю Motorola разработала большое количество технологий, значение которых в современной жизни не может быть игнорировано. В частности, основные вехи развития компании показаны на рисунке 38.

По данной временной шкале видно, что в 1986 году компания разработала собственную методику управления качеством, названную «6 Сигма» (Six Sigma). Суть этой концепции сводится к улучшению качества выходных результатов каждого процесса, минимизации дефектов, статистических отклонений и прочих неточностей операционной составляющей. Само название методика получила от понятия «среднеквадратичное отклонение», обозначаемого одноимённой буквой. Процесс управления качеством, основанный на этой методике, способен достигать 99,99966% бездефектного производства, то есть на 1 млн операций приходится не более 3,4 дефектов.

Основными принципами системы являются:

- исследование всех типов потерь, дефектов и издержек;
- статистический контроль процессов;
- управление качеством и издержками;
- новая корпоративная и технологическая культура;
- технология выбора и реализации проектов;
- инфраструктура внедрения и обучения.

Схематичное изображение методики «Six Sigma» представлено на рисунке 39.

Концепция «Six Sigma» представляется в виде последовательности шагов – DMAIC (define, measure, analyze, improve, control): определение, измерение, анализ, совершенствование и контроль.

Этап «**определения**» (**Define**) предназначен для постановки целей, определения рамок и выявления проблем, решение которых позволит достичь требуемого уровня отклонений в производстве. В соответствии с уровнем управления цели, задачи и проблемы

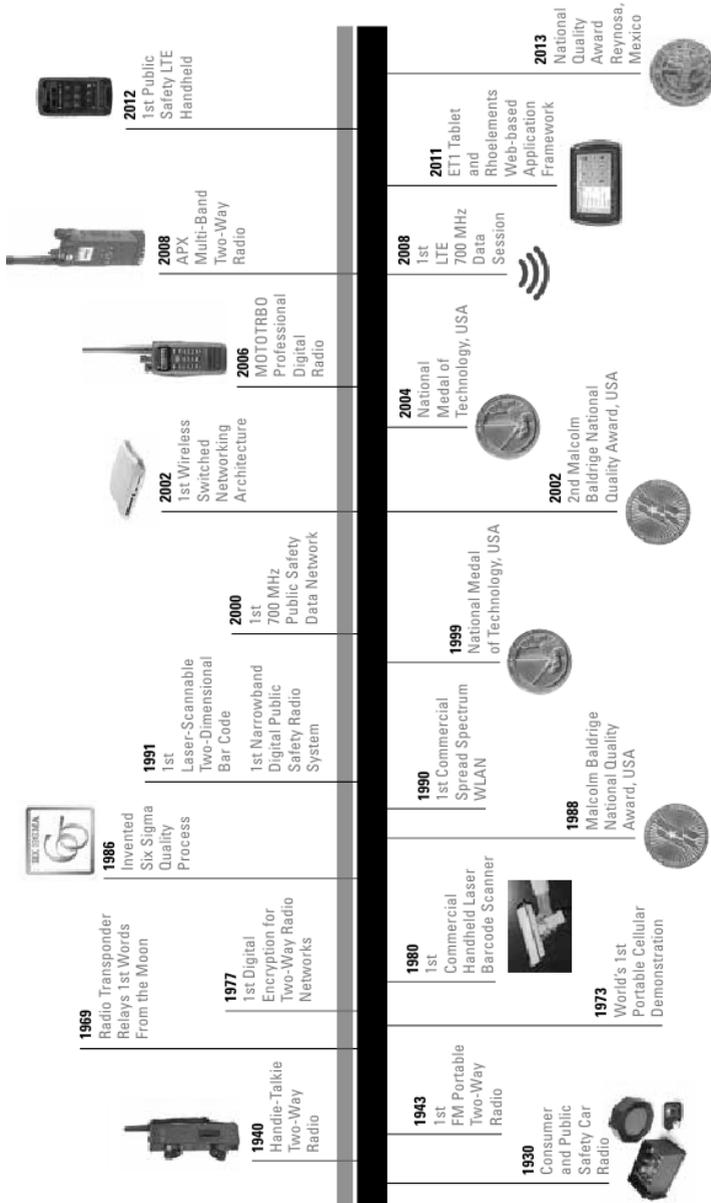


Рисунок 38 - Основные вехи развития компании Motorola

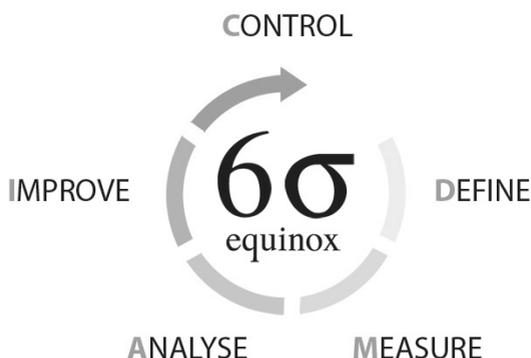


Рисунок 39 - Схема методики «Six Sigma»

могут значительно отличаться, что обусловлено различиями в процессах каждого из них.

Этап «**измерения**» (**measure**), в свою очередь, предназначен для определения текущего положения дел в организации, а также базовых показателей функционирования, которые необходимо улучшать. В результате этого выявляются проблемные участки производства, а также разрабатываются метрики, с помощью которых будет возможно оценить степень приближения к утверждённым целям.

На этапе «**анализа**» (**analyze**) происходит определение основных причин возникновения проблем в обеспечении качества, после чего правильность выбора этих причин проверяется при помощи специальных инструментов анализа данных.

На этапе «**совершенствования**» (**improve**) осуществляется внедрение решений, предназначенных для устранения основных проблем, определённых на этапе анализа. В число таких решений могут входить средства управления проектами и другие инструменты управления и планирования.

Для оценки и мониторинга результатов предшествующих этапов предназначен этап «контроля» (control). На этом этапе также происходит модификацией системы управления. Для гарантии корректности документации можно обеспечить, например, ее соответствие спецификации ISO 9000.

Система менеджмента качества компании Motorola также пользуется международными стандартами серии ISO 9000, что позволяет ещё лучше контролировать процессы, тем самым улучшая качество выпускаемой продукции. Благодаря внедрению этих стандартов процессная модель компании прозрачна, управляема и позволяет чётко структурировать выполняемые в компании операции, что приводит к построению единого алгоритма производства, результатом которого является качественная продукция.

В результате можно говорить о гибридной системе управления качеством, которая адаптирована под реалии конкретной компании, включает дополнительные аспекты контроля её функционирования и интегрирована со всеми моделями внутренней корпоративной среды. Такой подход (применение гибридной системы управления качеством) используется во многих крупных компаниях и является одним из самых эффективных.

Однако следует сказать и о недостатках крупных систем управления качеством. Во-первых, это длительный цикл жизни дефектов. Это связано с большим числом этапов согласований, требуемых для внесения изменений в конструкцию или исполняемый код. В частности, цикл жизни дефектов в некоторых компаниях может достигать нескольких лет. Пожалуй, самым известным примером этого является как раз де-

фект компании Motorola: невозможность соединения абонентов, одновременно звонящих друг другу. Данный дефект просуществовал почти 30 лет.

Во-вторых, в крупных компаниях возникает большое количество проблем при реализации небольших проектов. Это связано с необходимостью адаптации имеющегося процесса управления качеством к реалиям небольшой задачи с ограниченным набором ресурсов и фиксированными сроками. Без этого велика вероятность израсходовать предоставленные ресурсы на бюрократические согласования и организацию деятельности, не реализовав при этом поставленные задачи. Схожая система применяется в компаниях Microsoft, Samsung, General Electric.

Некоторые дополнительные особенности в управлении качеством продукции существуют в компании Samsung. Поскольку одной из основных сфер деятельности компании является производство электронных компонентов и комплектующих на заказ, в систему управления качеством были интегрированы стандарты ISO/TS 16949 и TL 9000. Первый необходим для производства электронных компонентов для автомобильной промышленности, а второй для телекоммуникационной.

Исходя из представленной информации, можно однозначно говорить о масштабах современных систем управления качеством. Чем более диверсифицирована деятельность компании, тем сложнее контролировать качество выпускаемой продукции, так как подходы к разным продуктам могут отличать и требовать интеграции дополнительных регламентов.

Принимая во внимание сложную структуру информационных систем, следует понимать под их характеристиками те показатели, которые способны обеспечить удовлетворение требований их потенци-

альных пользователей. В соответствии с этим, измерять и контролировать следует:

- характеристики функционирования аппаратного обеспечения системы;
- характеристики программного обеспечения системы;
- характеристики подсистем управления данными, с которыми работает система;
- характеристики функционирования сетевой инфраструктуры системы;
- личностные и психологические особенности сотрудников, работающих с системой

## **4. Особенности измерения и оценивания характеристик качества программного обеспечения**

### **4.1 Процесс оценки качества на основе измерений**

Процесс оценки качества неразрывно связан с определением параметров, поддающихся измерению, в которых заинтересован потребитель. Современные методы оценки качества имеют в своем распоряжении широкий арсенал средств измерения, среди которых особенно выделяют прикладной статистический анализ данных, методы экспертных оценок, а также более сложные методы интеллектуального анализа данных, таких как нейронные сети, методы машинного обучения и т.д.

В области анализа качества программного обеспечения особое место занимает специальное научное направление – программометрика, имеющая основанием метрическую теорию программ.

Наиболее характерными чертами используемого для данных целей математического аппарата являются следующие:

- 1) Задачи измерений опираются на потребности предметной области, а не собственно математики.
- 2) Используемому математическому аппарату присущи различные допущения, подчас расходящиеся со строгим аппаратом математической статистики.
- 3) Значительное внимание уделяется сбору данных для анализа и предобработке поступающих данных (с целью выявления нарушений форматов данных, аномальных значений, пропусков и т.д.).

В области метрик оценки качества программного обеспечения также выделяют такие подходы, как:

1) Метрики оценки непосредственно ПО – на основе подходов, отображающих специфические характеристики программ.

2) Метрики анализа технологии разработки ПО – на основе подходов к оценке параметров разработки программ и их технических характеристик.

Существуют также метрики, используемые при оценке качества ПО исходя из вида поступающей информации:

1) Метрики соответствия разработанного ПО заранее определенным требованиям.

2) Метрики, позволяющие анализировать отклонения от нормы параметров первичных проектных материалов (определяют полноту технических параметров исходного кода).

3) Метрики, дающие возможность прогнозировать качество реализуемого программного обеспечения.

#### **4.1.1. Специфика экспертных методов**

Применение различных средств оценки качества имеет свои особенности. В частности, использование математических методов нацелено на то, чтобы повысить объективность при оценке качества, избегая интуитивности. Однако практика показывает, что эффективность оценки качества возрастает при использовании творческой, интуитивной деятельности отдельных экспертов или коллективов экспертов, с помощью которых достигается построение наиболее адекватных и полных моделей процессов, качество которых затем измеряется.

Экспертными называют общую совокупность методов, основанных на использовании квалификации, опыта, творческого потенциала одного или нескольких специалистов измеряемого процесса.

На реализацию методов экспертного оценивания оказывают существенное влияние следующие факторы:

1) Специалисты для проведения экспертизы должны обладать достаточной профессиональной квалификацией и быть соответствующим образом подобраны.

2) Эксперты должны определять свои оценки независимо от внешних влияний и друг от друга.

3) Число привлекаемых экспертов должно быть обоснованным: увеличение числа недостаточно компетентных специалистов не приведет к повышению качества принимаемого решения, в том числе, отсутствие квалификации нельзя компенсировать числом привлекаемых людей.

4) Уменьшение числа экспертов в группе может привести к увеличению количества случайных факторов, предвзятости, субъективным оценкам.

Процесс формирования групп экспертов базируется на таких методах, как:

1) Документальный – путем анализа анкет и дополнительных документов, в которых хранится информация о специалистах.

2) Экспериментальный – путем анализа информации о предыдущих экспертизах, в которых принимал участие специалист, опыта работы в таких процедурах.

3) Голосование экспертов по определению числа кандидатов в группу экспертов, включающее в себя отбор и формирование данной группы.

4) самооценки.

При анализе различий между оценками экспертов, а также для выяснения причин этого применяются специальные математические методы, включающие в себя:

1) Анализ случайных величин.

2) Количественное выражение важности параметров, определение весовых коэффициентов.

- 3) Определение оценок математического ожидания весовых коэффициентов.
- 4) Определение отклонения оценок всех экспертов от оценки математического ожидания.
- 5) Оценка величины отклонений, ее интерпретация.
- 6) Оценка дисперсий случайной величины.
- 7) Усреднение оценок экспертов с использованием методов экспертного оценивания (метод анализа иерархий, метод Дельфи и т.д.).
- 8) Определение коэффициентов конкордации для оценки согласованности мнений нескольких экспертов и т.д.

Использование развитого математического аппарата при анализе экспертных оценок позволяет выявить ряд нарушений в проведении процедуры экспертного оценивания, а именно, разбросы в мнении экспертов, как правило, говорят о том, что вопросы поставлены недостаточно корректно и однозначно, а также могут свидетельствовать о некомпетентности привлекаемых специалистов к процедуре оценивания.

#### **4.1.2. Измерительные шкалы**

Необходимость в объективности и воспроизводимости измерений и количественной оценке различных характеристик программного обеспечения требует использования определенной системы измерений и методов оценки.

Системой измерений характеристик ПО называют совокупность характеристик, которые поддаются измерению, измерительных шкал, характерных для них, единиц их измерения и определенных между ними связей. Используемые измерительные шкалы определяют диапазон значений измеряемых характеристик с заданной точностью и в установленных единицах.

Существуют различные шкалы измерений регистрируемых характеристик объектов. Рассмотрим наиболее распространенные из них, представленные на рисунке 40:



Рисунок 40 - Шкалы измерений

Исходя из характеристик и специфики используемых метрик для них применяют следующие шкалы:

1) *номинальная шкала (шкала наименований)*, в случае которой все объекты разделяются на классы по одному и тому же признаку, а объекты из разных классов имеют различные обозначения.

Пример:

Использование вложенных методов: 0 – нет, 1 – да;

База данных: 1 – объектная, 2 – реляционная, 3 – сетевая.

Номинальная шкала характеризуется ограниченными возможностями статистической обработки переменных, многие операции которой (например, определение среднего арифметического, медианы) для нее не имеют смысла. Для переменных в номинальной шкале можно вычислять моду, проводить анализ частот, группировки, в ходе которых генеральная совокупность данных делится на категории переменных;

2) порядковая (ранговая) шкала, в случае которой качественные переменные разбиваются на классы, и сами классы упорядочиваются.

Пример:

Использование процедур в программе: 1 – отсутствует, 2 – умеренное, 3 – частое, 4 – очень частое.

Важной характеристикой порядковой шкалы является то, что эмпирическая значимость переменных, измеренных в ней, не связана с разницей между соседними значениями, имеющими численные представления. Иными словами, несмотря на то, что разница между «умеренным» использованием процедур в программе и отсутствием их равна единице, так же, как и разница между «частым» и «умеренным» их использованием, нельзя фиксировать, что различие между ними одинаково. Для переменных данной шкалы недопустимы арифметические операции, однако возможно использование медианы и моды, любых монотонных преобразований, процедур проверки гипотезы равенства медианы заданному значению, гипотезы проверки равенства двух медиан, методов ранговой корреляции Кендалла и Спирмена;

3) интервальная шкала, при которой эмпирическую значимость имеют не только абсолютные значения показателей, но и разница (интервал) между ними.

Пример:

Программа В в сравнении с программой С имеет настолько же больше единиц, насколько и программа А в сравнении с программой В, а именно, 20 единиц;

4) шкала отношений – шкала, в которой численные значения числовой системы определяются с точностью до преобразования подобия (в случае интервальной шкалы – с точностью до линейных преобразований). Эмпирическую значимость здесь уже имеют отношения между значениями.

*Пример:*

Программа А труднее программы В в 3 раза.

Свойства шкалы интервалов здесь сохраняются, в том числе, к данной шкале принадлежат все интервальные переменные, для которых фиксирована абсолютная нулевая точка. Практика показывает, что разница между переменными, относящимися к шкале отношений и интервальной шкале, обычно невелика; переменные, определенные к шкале интервалов, обычно имеют также шкалу отношений.

В заключение стоит сказать, что выбор шкал измерений – важный этап процесса анализа данных, и необходимо правильно фиксировать шкалы измерений и обращать внимание на операции, которые к ним применимы, и на те, которые для них не имеют смысла.

#### **4.1.3. Категории показателей качества программного обеспечения**

В настоящее время существует большое количество метрик, применяемых для оценки программного обеспечения. Все данные метрики могут быть классифицированы по разным основаниям. Предложенная ниже классификация выполнена по направлениям качественной оценки метрик:

- 1) Анализ надежности ПО, дающая возможность анализировать ситуации отказов и прогнозировать их.
- 2) Анализ языковых средств, их уровня и использования.
- 3) Анализ производительности ПО, в том числе, путем определения ошибок реализации, с дальнейшим повышением ее эффективности.
- 4) Анализ сложности ПО, в том числе, информационной и топологической.

5) Анализ сложности восприятия ПО, в том числе, когнитивной эргономичности, имеющей в основании психологические особенности восприятия информации человеком, результаты которого имеют ценность на этапе разработки, проектирования, а также внесения изменений и сопровождения ПО.

6) Анализ труда разработчика, необходимый для технико-экономического обоснования проекта по разработке ПО, а также для прогнозирования сроков всего проекта и отдельно составляющих его этапов.

С точки зрения возможности измерения характеристик и их точности все атрибуты качества ПО могут быть разбиты на 3 категории показателей, имеющих свои особенности. Сводная таблица категорий показателей с соответствующими им шкалами измерений и примерами представлена ниже в таблице 5.

Таблица 5 - Категории показателей

	Категории показателей		
	Количественные	Качественные	Категорийные
Шкала измерений	Интервальная или относительная	Порядковая или номинальная	Номинальная шкала категорий-свойств
Примеры показателей качества	Надежность, эффективность комплексов программ	Мобильность, сопровождаемость, трудоемкость, практичность	Функциональная пригодность программного средства

Для количественных показателей более характерно использование интервальной или относительной шкал, поскольку они могут быть объективно из-

меренными и сопоставленными с требованиями в числовом эквиваленте. Категорийные дают информацию о совокупности свойств и общих признаков объекта, тем самым, описываются номинальной шкалой категорий-свойств. Качественные показатели, как правило, определяются и оцениваются субъективно с привлечением экспертов и содержат отдельные признаки – категории, для описания которых применяют порядковую или номинальную шкалу категорий. Часть атрибутов качественных показателей могут быть описаны количественно, однако чаще формируются и анализируются экспертно.

## **5. Основы метрической теории программ**

### **5.1 Классификация и характеристика метрик**

Процесс проектирования и разработки ИС представляет собой сложную для решения комплексную задачу. Для поддержки этого процесса, а именно, для минимизации ошибок при разработке ИС были созданы различные инструментальные средства, в том числе, CASE-средства, применяемые на различных стадиях проектирования ИС, разработки ИС и управлением ее разработкой. Увеличение количества ошибок в этом процессе, которые стали проявляться во время отладки ИС, сделало актуальной задачу разработки методологии оценки как программных продуктов в целом, так и различных их компонентов и параметров (надежность, функциональная пригодность, трудоемкость и т.д.). Особое значение стала получать возможность использования такой методологии на различных стадиях проектирования и разработки ИС, таких, как прототипирование, тестирование перед выпуском и т.д. Наличие существовавших методов оценки ИС, базировавшихся в основном на использовании статистики аналогий с проектированием и разработкой предыдущих ИС, разбитых по классам систем, компонентов, функций и отдельных процедур, не могло удовлетворить реалиям разработки ИС, которые требовали надежной методологии их оценки.

Существенное продвижение в решении данных вопросов связано с относительно новым научным направлением – программометрикой (метрической теории программ). К задачам, решаемым программометрикой, относят такие, как:

- 1) Планирование ИС и управление ее разработкой с количественным определением трудоемкости ее реализации, а также технико-экономическим обоснованием будущего проекта.

2) Количественная оценка актуальности, возможности реализации функций, процедур, компонентов ИС исходя из заданным ограничений, оценка целесообразности проекта.

3) Количественный анализ параметров разрабатываемой ИС (таких, как количество подсистем, модулей, объема программного средства), а также основных ее характеристик на первичном этапе функционирования (эффективность, надежность).

4) Оценка определенных вопросов, относящихся к метрологии качества ИС.

Основой программометрики стали математические модели, позволяющие просчитать и оценить различные параметры разрабатываемых ИС, в том числе, интересующие параметры качества. На выбор подходящей математической модели для оценки качества разрабатываемой ИС существенное влияние оказывают такие факторы, как:

1) Назначение ИС – дает возможность провести комплексную оценку качества, оценку надежности, сложности, трудоемкости.

2) Методы разработки ИС – процедурно-ориентированные, объектно-ориентированные.

3) Система и методы измерений – нормативная, экспериментальная, иерархическая, одноранговая.

4) Методы определения значений – расчетный, экспертный, регистрационный, измерительный.

Каждая математическая модель программометрики направлена на количественный анализ того или иного параметра (характеристики, субхарактеристики) ПО, совокупность которых может быть классифицирована *по типу получаемой информации о метриках ПО и по типу используемой информации о ПО:*

- по типу получаемой информации о метриках ПО:

- а) определяющие отклонение от заданной нормы показателей;
- б) прогнозирующие значения показателей;
- в) определяющие факт соответствия ПО сформированным требованиям;
  - по типу используемой информации о ПО:
  - а) метрики, имеющие в основе лексический анализ ПО (метрики Холстеда, Джилба, Чепина и т.д.);
  - б) метрики, базирующиеся на оценке потоков управления (метрика Маккейба);
  - в) метрики, оценивающие межмодульные и внутримодульные связи (наиболее важные характеристики сложности ПО на этапе проектирования);
  - г) метрики, анализирующие потоки данных.

Основной идеей всех перечисленных 4 групп является определение корректности и сложности разрабатываемого ПО, а также прогнозирование параметров и характеристик будущего ПО. Путем объединения метрик групп б), в), г) можно получить так называемые метрики функциональной связности и сцепления модулей. На этапе проектирования расчет данных метрик позволяет определить надежность ПО, получая оценку минимального сцепления разрабатываемых модулей и максимальной прочности.

Далее приступим к рассмотрению назначения, функционала, алгоритмов расчета и значения для оценки качества ряда упомянутых выше метрик.

## **5.2 Понятие алгоритмической сложности**

Сложность играет важную роль в технических науках, при этом имеет подчас разные значения. С точки зрения математики, сложность напрямую связана с текстом описания объекта и определяется правилом «чем длиннее текст опи-

сания объекта, тем он сложнее». Очевидно, что при такой постановке ключевую роль играет выбор способа описания объекта.

Исходя из подхода к рассмотрению объектов как некоторых последовательностей символов данного алфавита, наилучшим с точки зрения экономии будет алгоритмический способ их описания. Тогда если обозначить  $\phi$  как некоторую частично-рекурсивную функцию, получим меру сложности последовательности  $x$ :

$$\begin{aligned} \min l(p): \quad & \phi(p)=x \\ K_{\phi} = & \\ & \infty, \text{ если } \forall p \in S \quad \phi(p) \neq x, \end{aligned}$$

где  $p$  - код, по которому  $\phi$  восстанавливает последовательность  $x$ ;  $l(p)$  - длина кода (число двоичных разрядов), а  $S$  - набор всех допустимых программ.

В программометрике широко распространена формулировка меры сложности некоторой последовательности символов из данного определенного алфавита как длины (числа двоичных разрядов) наиболее короткой программы, которая генерирует такую последовательность.

Рассмотрим основные свойства меры сложности:

1.  $K_{\phi} \leq l(x)$ ,

т.е. сложность  $x$  не превосходит длины последовательности  $x$ ;

2.  $\lim_{x \rightarrow \infty} K_{\phi} = \infty$ ,

т.е. сложность последовательности символов  $x$  растет с ростом длины последовательности неограниченно;

3. практически все последовательности случайны, т.е. несжимаемы;

4. алгоритмическая сложность произвольной последовательности символов не превосходит энтропии последовательности:

$$K_{\phi} \leq -N \sum_{i=1}^s P_i \log P_i$$

Энтропия последовательности может быть просчитана путем вычисления вероятностей-частот символов в данной последовательности:

$$P_1 = \frac{m_1}{N}; \quad P_2 = \frac{m_2}{N}; \quad \dots \quad P_s = \frac{m_s}{N}$$

В уточненном виде неравенство алгоритмической сложности данной последовательности символов может быть представлено как:

$$K_{\phi} \leq s \log 2s.$$

### 5.3. Метрики на основе лексического анализа программ

#### 5.3.1. Вероятностная модель текста программы

Исследования количественной лингвистики позволили выявить ряд закономерностей, в том числе, эмпирических, широко известных в настоящее время. Например, закон Ципфа устанавливает соотношение между частотой появления слов в тексте (выделенных из словаря данного текста) и длиной данного текста. Похожие результаты были получены М.Холстедом при анализе текстов программ, реализованных на нескольких алгоритмических языках. Им же было выявлено эмпирическое соотношение общего числа слов программы и их величины в словаре, в дальнейшем теоретически обоснованные исходя из свойств сложности алгоритмической теории.

Основные условия, которым должны удовлетворять тексты программ, словарь которых состоит только из операндов и имен операторов, приведены ниже:

1) возникновение операнда или имени оператора подряд много раз маловероятно;

2) повторение какой-либо группы операндов или операторов много раз исключается путем циклической организации программ;

3) при использовании процедур и функций в тексте программы присутствуют только имена процедур и функций без непосредственного повторения целых блоков программ периодически;

4) если имя операнда объявлено в программе, хотя бы раз оно в ней появится.

Тем самым, если рассматривать любую программу как результат сжатия развертки (путем использования процедур и функций, циклов), можно сделать вывод о том, что длина программы является мерой сложности ее развертки, и все свойства развертки оказывают существенное влияние на сокращение текста программы.

### **5.3.2. Математическое ожидание и дисперсия длины текста программы**

Если текст программы рассматривать без учета его семантики, только как случайную последовательность операндов и операторов, которые образуют словарь программы, актуальной становится задача использования определенного генератора случайных последовательностей для написания текста этой программы. Эта цель может быть описана как формирование выборки из данной генеральной совокупности с возвратом. Если принять за  $L_r$  число извлечений из генеральной совокупности, идущих за фиксацией  $r$ -ого имени оператора до выбора следующего  $(r+1)$ -ого

включительно., то имеет место соотношение, дающее информацию о выборке, которая исчерпала генеральную совокупность (в нашем случае – словарь программы):

$$QI = 1 + L1 + L2 + \dots + L_{r-1} + L_r + \dots + L_{\eta-1}$$

Распределение  $L_r$  будет соответствовать распределению номера первого успеха с вероятностью, равной

$$P = \frac{\eta - r}{\eta}$$

исходя из чего математическое ожидание представляется в виде:

$$M(L_r) = \frac{\eta}{\eta - r}$$

Используя теорию сложения математических ожиданий, свойств сумм гармонических рядов и переходя к двоичным логарифмам, имеем:

$$M(Q) \approx \ln 2 \bullet \eta \log 2\eta \approx \eta \log \eta$$

Это соотношение является соотношением Холстеда, которое дает информацию о математическом ожидании числа слов некоторой программы (ее длины), если словарь программы составляют  $\eta$  слов (операндов и операторов).

Путем многомерного статистического анализа это соотношение было уточнено, и была определена зависимость с уровнем значимости  $\pm 3 \div 6\%$ :

$$N = 0,91\eta \log \eta$$

Тем самым, уже на стадии определения задач могут быть оценены количество имен входных переменных, количество имен выходных переменных, операции с которыми будет выполнять проектируемое ПО.

В результате чего на стадии определения задач может быть просчитана и оценена длина (количество слов) проектируемого ПО, что напрямую связано с этапом определения трудоемкости проекта и некоторых дополнительных характеристик.

Если предположить, что программу можно разбить на модули, все из которых в программе равны, то количество слов одного модуля в словаре будет определяться как  $\frac{\eta}{k}$ ; а для длины  $N_M$  и дисперсии  $D(Q_M)$  модуля выведены соотношения:

$$N_M = \frac{\eta}{k} \log \frac{\eta}{k}; D(Q_M) = \frac{\pi^2 \eta^2}{6k^2}.$$

Используя теоремы сложения, для целой программы получаем:

$$N = kN_M = \eta \log \frac{\eta}{k}, D(Q) = kD(Q_M) = \frac{\pi^2 \eta^2}{6k}.$$

Оценить точность рассмотренного соотношения Холстеда можно путем расчета отношения абсолютного разброса длины программы к ее математическому ожиданию, а именно:

$$\delta = \frac{\sqrt{D(Q)}}{M(Q)} = \sqrt{\frac{\pi^2 \eta^2}{6k}}; \eta \log \frac{\eta}{k} = \frac{\pi}{\sqrt{6k}} \frac{1}{\log \frac{\eta}{k}}.$$

Тем самым, можно сделать вывод о том, что соотношение Холстеда будет вычисляться точнее с ростом длины программы.

### 5.3.3. Метрические характеристики программ

Характеристика «длина программы» напрямую связана с определением других важнейших ее характеристик.

Одна из них – объем программы, для определения которого важно количество двоичных разрядов, а не слов. Если словарь состоит из  $\eta$  слов, то для решения проблемы задания номера каждого из слов, необходимо минимум  $\log \eta$  бит. Тогда объем программы может быть рассчитан как:

$$V = N \log \eta = \eta \log^2 \eta$$

Далее, уточним полученные выше соотношения путем разделения количества операторов и операндов, обозначив их как  $\eta_1$  и  $\eta_2$  соответственно. Тогда соотношение Холстеда можно переписать в виде:

$$N = \eta_1 \log \eta + \eta_2 \log \eta \approx \eta_1 \log \eta_1 + \eta_2 \log \eta_2 = N_1 + N_2.$$

Принимая во внимание примерное взаимно-однозначное соответствие между количеством операторов и операндов (поскольку всякий операнд появляется в тексте программы хотя бы с одним операндом), приходим к важному для практики выводу:

$$N \approx 2N_2 = 2 \eta_2 \log \eta_2$$

Если ввести дополнительный параметр  $\eta_2^*$  - размер генеральной совокупности имен входных-выходных переменных, получаем:

$$\eta_2 \approx \eta_2^* \log \eta_2^*.$$

Для **минимально возможного объема программы** выведено соотношение:

$$V^* = (\eta_2^* + 2) \log (\eta_2^* + 2)$$

Исходя из него, может быть рассчитан **уровень реализации программы**:

$$L = \frac{V^*}{V}$$

Этот важный показатель дает информацию об экономичности использования выразительных средств языка, выявляет **степень компактности программы**. Чем ближе значение  $L$  к единице, тем более совершенной считается программа.

Данные показатели могут быть уточняться при решении проблем оптимизации количества модулей и их длины в программе. Задача структуризации программного средства на этапе проектирования носит содержательный характер и не может быть формализована, тем не менее, расчет этих метрических характеристик принципиально важен для определения наилучших параметров его структуры. Расчет числа и длины модулей и других подобных характеристик позволяет определить оптимальные с точки зрения качества проекта параметры структуры проектируемого программного средства.

#### **5.4. Количественная оценка работы программирования**

Объективной оценкой работы программирования может стать число сравнений выборок в описанной выше модели этого процесса. Согласно теории сортировки, минимальное число сравнений в процессе поиска элемента массива бывает при дихотомической выборке (шкала кодируется 2 значениями, 0 или 1, взаимно исключающими) и равно  $\log m$ .

Пусть  $N$  - длина программы,  $\eta$  - ее словарь, тогда работа программирования ( $E$ , общее количество выбо-

рок) будет равна  $N \log \eta$ . При этом учитывается уровень реализации программы  $L$ : число выборок увеличивается в  $\frac{1}{L}$  раз.

Тогда работа программирования может быть рассчитана по формуле:

$$E = \frac{N \log \eta}{L} = \frac{V}{L} = \frac{V^2}{V^*},$$

поскольку

$$L = \frac{V^*}{V}$$

Воспользовавшись определением «числа Страуда» (характеризующего количество мысленных сравнений, которые производит индивидуум в секунду) и определением квалификационного времени программирования ( $T$ ) как отношения работы к числу Страуда, получаем:

$$T = \frac{E}{S} = \frac{V^2}{SV^*}.$$

Для расчета календарного времени программирования ( $T_k$ ) воспользуемся формулой расчета количества команд ( $C$ ):

$$C = \frac{3}{8} N,$$

где  $\frac{3}{8}$  – коэффициент пересчета Кнута.

Тогда:

$$T_k = \frac{3N}{8vn} \text{ (дней)}$$

Дополнительные сведения, касающиеся работы программирования, может дать введенная Холстедом метрика оценки уровня языка программирования:

$$\lambda = L^2V$$

В таблице 6 приведены значения уровня языка программирования для некоторых широко используемых языков, представленных в таблице 6:

Таблица 6 – Уровни языков программирования

Язык	$\lambda$
Бейсик	1,22
Паскаль	1,25
Ассемблер	0,88
Фортран	1,14
Естественный язык	2,16

Для оценки соотношения двух языков программирования вводят оценку отношения их квалификационного времени, которая выглядит следующим образом:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\lambda_2^2}{\lambda_1^2}.$$

Таким образом, на повышение производительности процесса программирования может оказать влияние и процесс повышения уровня алгоритмических языков.

## 5.5. Метрика Чепина

Помимо метрик Холстеда, рассмотренных в данном разделе, необходимо уделить также внимание метрике Чепина – мерам определения трудности понимания программ на основании входных и выходных данных.

Базовый вариант данной метрики, признаваемый наиболее эффективным с точки зрения практического внедрения, включает в себя 4 функциональные группы числа переменных, формирующих перечень ввода-вывода:

1)  $P$  – переменные, используемые для расчетов и для вывода.

2)  $M$  – переменные, которые создаются внутри программы (модифицируемые).

3)  $C$  – управляющие переменные, назначение которых состоит в управлении функционирования программного модуля.

4)  $T$  – так называемые «паразитные» переменные (не используемые в программе). Переменные такого типа не играют решающей роли для поставленной главной задачи, однако могут быть использованы для реализации промежуточных действий.

Характерной особенностью метрики Чепина является необходимость учета всех переменных во всех функциональных группах, так как та или иная переменная может быть использована сразу для реализации нескольких функций.

Метрика Чепина в базовом варианте выглядит следующим образом:

$$Q = a*P + b*M + c*C + d*T,$$

где  $a, b, c, d$  – весовые коэффициенты.

Весовые коэффициенты в этой формуле вводятся для нормализации разного влияния той или иной группы переменных на сложность программы.

Автор метрики присваивает весовым коэффициентам следующие значения:

$$a = 1, b = 2, c = 3, d = 0,5.$$

Наименьший весовой коэффициент относится к группе Т не случайно: «паразитные» переменные довольно часто усложняют понимание программы, при этом не увеличивая сложность потока данных.

Стоит упомянуть, что метрика Чепина была определена путем анализа исходных текстов программ, тем самым, представляет собой еще один подход к их автоматизированному анализу.

### **5.6 Технико-экономическое обоснование программного обеспечения**

Качество программного обеспечения неразрывно связано с эффективностью от его использования. Для оценки этой характеристики используют понятие технико-экономического обоснования.

Технико-экономическое обоснование проекта по разработке программного обеспечения (ТЭО) – это процедура, необходимая для [61]:

- 1) Определения целесообразности проекта по разработке и внедрению системы.
- 2) Расчета и анализа необходимых денежных средств по планируемому сроку действия системы.
- 3) Расчета прибыли, оценки сроков окупаемости затрат и условий их окупаемости.

#### **5.6.1 Расчет трудоемкости работ по разработке программного обеспечения [61]**

Для расчета трудоемкости создания программного обеспечения в человеко-часах используют формулу:

$$T_{no} = T_o + T_u + T_a + T_n + T_{oml} + T_d$$

где

$T_0$  – затраты, необходимые для описания задачи;

$T_u$  – затраты, необходимые для исследования области разработки;

$T_a$  – затраты, необходимые для описания блок-схемы;

$T_n$  – затраты, необходимые для процедуры программирования;

$T_{отл}$  – затраты, необходимые для отладки ПО;

$T_d$  – затраты, необходимые для написания документации.

Для определения большей части составляющих трудоемкости вводится формула расчета общего количества операторов  $D$ :

$$D = \alpha c(1 + p)$$

где

$\alpha$  – количество операторов, ед;

$c$  – коэффициент трудности задачи, ( $c$ : 1,25-2);

$p$  – параметр коррекции ПО, определяющий его новизну (для абсолютно нового ПО  $p = 0,1$ ).

Для расчета требуемого труда на исследование предметной области разработки используют формулу:

$$T_u = Db / (s_u k_k)$$

где

$D$  – суммарное число операторов, ед.;

$b$  – коэффициент повышения затрат труда из-за неполного описания предметной области ( $b$ : 1,2-1,5);

$s_u$  – число операторов, входящее в 1 чел.-час. (для работ такого рода  $s_u$ : 75- 85 ед./чел.-час.);

$k_k$  – параметр квалификации служащего (зависит от стажа работы и принимает значение: со стажем до 2-х лет – 0,8; 2-3 года – 1,0; 3-5 лет – 1,1-1,2; 5-7 лет – 1,3- 1,4; более 7 лет – 1,5 -1,6).

Значение  $T_a$  определяется по формуле:

$$T_a = D/(s_a k_k)$$

где  $s_a$  примерно равно 20- 25 ед./чел.-час.

Для расчета затрат на разработку ПО на основе блок-схемы используют формулу:

$$T_n = D/(s_n k_k)$$

где  $s_n$  принимают равным 20- 25 ед./чел.-час.

Необходимый труд на отладку ПО на компьютере рассчитывают по формуле:

$$T_{отл} = D/(s_{отл} k_k)$$

где  $s_{отл} = 4 - 5$  ед./чел.-час.

Для определения затрат труда на написание документации по выполненным работам используют формулу:

$$T_{\partial} = T_{\partial p} + T_{\partial o}$$

где  $T_{\partial p}$  – труд на написание рукописных материалов:

$$T_{\partial p} = D/(s_{\partial p} k_k) \quad (s_{\partial p} = 15- 20 \text{ ед./чел.-час});$$

$T_{\partial o}$  – труд на оформление документов:

$$T_{\partial o} = 0,75T_{\partial p}$$

Рассчитанное значение  $T_{по}$  требуется на последнем шаге нормализовать с использованием уровня языка программирования:

$$T = T_{no} k_{кор}$$

где  $k_{кор}$  – коэффициент уровня языка программирования ( $k_{кор}$  принимается равным 0,8 - 1,0).

### 5.6.2 Оценка технического уровня (качества) программного обеспечения

Для оценки эффективности программного обеспечения предлагается использовать набор частных показателей, представленных в таблице 7:

Таблица 7 - Набор частных показателей

Показатель качества	Описание показателя	Формула для расчета	Описание переменных
Уровень организационного обеспечения	а) подготовка первичных данных; б) их использование; в) устойчивость к нарушениям; г) отношение количества оптимизационных задач к суммарному числу	$Y_1 = y_n \sum_{i=1}^4 d_{1i} y_{1i}$	$y_n$ зависит от используемой методологии проектирования: с использованием автоматизированного проектирования $y_n = 1,0$ ; на основе типовых проектных решений $y_n = 0,8$ ; с использованием прототипов $y_n = 0,7$ ; с использованием оригинального проектирования $y_n = 0,6$ ;
Уровень технического обеспечения	а) среднее значение загрузки компьютера в сутки; б) связь с периферией; в) используемые средства отображения	$Y_2 = y_n \sum_{i=1}^3 d_{2i} y_{2i}$	$d$ – весовые параметры показателей уровня; $y$ – оценка данного показателя уровня
Уровень математического обеспечения	а) тип компьютера; б) информационное обеспечение; в) используемая система программирования.	$Y_3 = y_n \sum_{i=1}^3 d_{3i} y_{3i}$	

Для совместного использования вышеописанных показателей вводится соотношение с использованием весовых коэффициентов:

$$K_k = D_1Y_1 + D_2Y_2 + D_3Y_3$$

Для весовых коэффициентов  $D$  существуют принятые значения (таблица 8):

Таблица 8 – Принятые значения для весовых коэффициентов  $D$

Число работников предприятия	Тип производства	Вид обеспечения		
		Организа- ционное	Техничес- кое	Матема- тическое
		$D_1$	$D_2$	$D_3$
До 2000	Индивидуальное	0,6	0,3	0,1
	Серийное	0,5	0,3	0,2
	Массовое	0,4	0,3	0,3
2000 – 8000	Индивидуальное	0,7	0,2	0,1
	Серийное	0,5	0,2	0,3
	Массовое	0,3	0,2	0,5
Свыше 8000	Индивидуальное	0,7	0,2	0,1
	Серийное	0,4	0,2	0,4
	Массовое	0,1	0,2	0,7

Трудности при количественном определении значений показателей были сокращены с использованием балльных оценок. Для оценки технического уровня ПО предлагаются следующие баллы:

$$y_{1.1} = \begin{cases} 6 - \text{при индивидуальной подготовке} \\ 8 - \text{при комбинированной подготовке} \\ 10 - \text{при централизованной подготовке} \end{cases}$$

$$y_{1.2} = \begin{cases} 5 - \text{при регламентации использования документа} \\ 10 - \text{при регламентации использования показателя} \end{cases}$$

$$y_{1.3} = \begin{cases} 5 - \text{при отказе элемента АИС с нарушением} \\ 8 - \text{без нарушения при резервировании функций} \\ \text{персоналом} \\ 10 - \text{за счет резервирования средствами} \\ \text{автоматизации} \end{cases}$$

$$y_{1.4} = \begin{cases} 3 - \text{до 5\%} \\ 8 - \text{от 5 до 20\%} \\ 10 - \text{свыше 20\%} \end{cases}$$

$$y_{2.1} = \begin{cases} 3 - \text{до 8 ч} \\ 5 - \text{от 8 до 14 ч} \\ 8 - \text{от 14 до 18 ч} \\ 10 - \text{свыше 18 ч} \end{cases}$$

$$y_{2.2} = \begin{cases} 2 - \text{при неавтоматической связи с вычислительным} \\ \text{центром (ВЦ)} \\ 6 - \text{при полуавтоматической связи с ВЦ} \\ 10 - \text{при автоматической связи с ВЦ} \end{cases}$$

$$y_{2.3} = \begin{cases} 3 - \text{предусмотрена сигнализация при отключениях} \\ 7 - \text{при регламентированных средствах отображения} \\ 10 - \text{при ответно-запросных устройствах} \end{cases}$$

$$y_{3.1} = \begin{cases} 4 - \text{тип ЭВМ предыдущего поколения} \\ 8 - \text{тип ЭВМ нового поколения} \end{cases}$$

$$y_{3.2} = \begin{cases} 3 - \text{при локальном решении задач} \\ 5 - \text{при едином нормативном хозяйстве} \\ 10 - \text{с единой информационной базой} \end{cases}$$

$$y_{3.3} = \begin{cases} 5 - \text{алгоритмические языки} \\ 10 - \text{операционные системы} \end{cases}$$

Таким образом, с учетом описанных выше метрик можно оценивать в автоматизированном режиме эффективность и качество программного обеспечения на различных этапах его создания.

Рассмотренные в данном разделе метрики имеют большое значение как для процесса оценки качества ПО, так и для других направлений информатики. Описанные гипотезы Холстеда были подтверждены на больших объемах данных и дали мощный толчок для развития идей лингвистического подхода в технических науках. Программометрика имеет значительное практическое значение, поскольку количественные метрики данного научного направления дают возможность на этапе проектирования оригинального ПО разрабатывать наилучшую структуру, соблюдать сроки разработки ПО, оценивать на ранних этапах трудоемкость, надежность, эффективность ПО, проводить процедуру технико-экономического обоснования.

## **6. Тестирования программного обеспечения**

### **6.1 Организация тестирования программного обеспечения**

Процесс тестирования программного обеспечения, наряду с процессом разработки, является основным в деятельности любой компании, ведущей деятельность по созданию информационных систем. Именно тестирование позволяет выявить недостатки, ошибки и несоответствия между требованиями к разрабатываемому решению и его физическим воплощением – релизом. Очевидным является факт наличия прямой связи между процессом управления требованиями и процессом тестирования. Связано это с тем, что требования выражают ожидания потенциальных пользователей к конкретным характеристикам программной системы, поэтому могут использоваться для определения критериев успешности выполнения тестов. К примеру, если в требованиях к системе сказано, что показатель отклика интерфейса должен быть меньше четверти секунды, то в процессе тестирования это же значение будет являться критерием успешности. Если время отклика интерфейса по завершению теста меньше или равно указанному в требовании, значит оно удовлетворено, а, следовательно, тестируемое программное решение может иметь атрибут качества, которому присущ рассмотренный показатель.

Как уже было сказано, на основе требований формируется реализация системы в виде программных модулей (кода на языке программирования), которые в дальнейшем необходимо протестировать. В данном случае под процессом тестирования следу-

ет понимать комплекс процедур, позволяющий определить некорректное и незапланированное поведение системы и её компонентов. Далее, при успешном выполнении всех запланированных тестов, следует провести верификацию системы. Верификация позволит определить правильность работы системы и основывается на функциональных сценариях. Если система выполняет все возложенные на неё функции верно, значит можно говорить об успешной верификации. Последним этапом в процессе проверки разрабатываемой системы является валидация. Валидация позволяет определить, соответствует ли система изначальным требованиям потенциальных пользователей (удалось ли реализовать то, что было нужно). Другими словами, позволяет ли система достигать тех результатов, которых от неё ожидают. Рассмотренная схема приведена на рисунке 41.

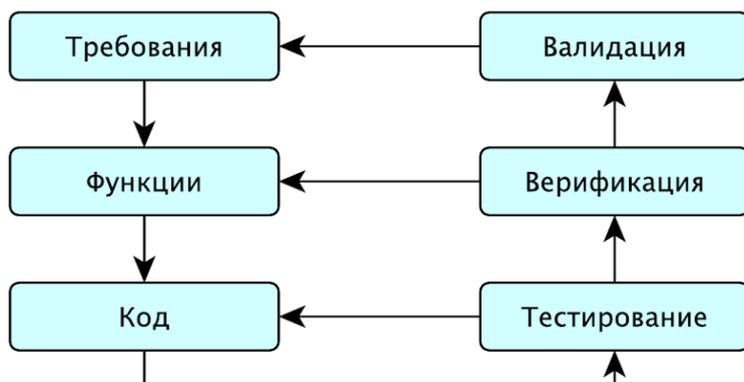


Рисунок 41 – Место тестирования в процессе разработки

## 6.2 Модель программной ошибки

Любое некорректное поведение программной системы можно описать с помощью взаимосвязи трёх понятий:

- fault;
- error;
- failure.

Термин *fault* (неисправность) означает некое программное несоответствие в коде, например, неправильная конкатенация строк, при которой порядок операндов ошибочен и финальная строка оказывается не такой, какой её ожидают видеть.

Термин *Error* (ошибка) описывает состояние программной системы, при котором проявляется *Fault*. Следует отметить, что *Fault* не всегда может привести к ошибочному состоянию системы и в таком случае считается латентной ошибкой (*Latent Error*). Это связано с тем, что ошибочный модуль может не использоваться в обычных сценариях работы пользователей, поэтому в большинстве случаев не нарушает процесс функционирования. Примером *Error* можно считать выполнение операции конкатенации строк и запись результата в переменную.

В свою очередь, под термином *failure* (отказ) понимается отклонение в нормальном, предусмотренном режиме функционирования, которое приводит к нарушению ожиданий пользователей. Примером может служить неправильный формат телефонного номера, в котором код международной связи находится в конце, а не в начале, как этого требуют правила.

Модель программной ошибки показана на рисунке 42.



Рисунок 42 – Модель программной ошибки

### 6.3 Свойства тестов

В соответствии с моделью программной ошибки необходимо корректно планировать и разрабатывать тесты. Для того чтобы тест можно было считать правильно составленным, необходимо обеспечение выполнения трёх свойств:

- **Reachability** – тест должен выполнить место в исходном коде, где присутствует программная ошибка;
- **Corruption** – при выполнении ошибки состояние программы должно испортиться с появлением сбоя;
- **Propagation** – сбой должен распространиться дальше и вызвать неудачу в работе программы.

Обеспечение этих свойств – одна из самых сложных проблем тестирования программного обеспечения, ради решения которой крупные компании выделяют серьёзные финансовые активы.

### 6.4 Классификация методов тестирования

Существует большое количество методов тестирования. Классификация основных из них приведена ниже: [тестирование .COM]

1. По знанию внутренностей системы:
  - черный ящик (black box testing);
  - серый ящик (grey box testing);
  - белый ящик (white box testing).
2. По объекту тестирования:
  - функциональное тестирование (functional testing);

- тестирование интерфейса пользователя (UI testing);
  - тестирование локализации (localization testing);
  - тестирование скорости и надежности (load/stress/performance testing);
  - тестирование безопасности (security testing);
  - тестирование опыта пользователя (usability testing);
  - тестирование совместимости (compatibility testing).
3. По субъекту тестирования:
    - альфа-тестировщик (alpha tester);
    - бета-тестировщик (beta tester).
  4. По времени проведения тестирования:
    - до передачи пользователю — альфа-тестирование (alpha testing);
      - тест приемки (smoke test, sanity test или confidence test);
      - тестирование новых функциональностей (new feature testing);
      - регрессивное тестирование (regression testing);
      - тест сдачи (acceptance or certification test);
    - после передачи пользователю — бета-тестирование (beta testing).
  5. По критерию “позитивности” сценариев:
    - позитивное тестирование (positive testing);
    - негативное тестирование (negative testing).
  6. По степени изолированности тестируемых компонентов:
    - компонентное тестирование (component testing);
    - интеграционное тестирование (integration testing);
    - системное (или энд-ту-энд) тестирование (system or end-to-end testing).

7. По степени автоматизированности тестирования:
  - ручное тестирование (manual testing);
  - автоматизированное тестирование (automated testing);
  - смешанное/полуавтоматизированное тестирование (semi automated testing).
8. По степени подготовки к тестированию:
  - тестирование по документации (formal/ documented testing);
  - ад хок-тестирование (ad hoc testing).

### **ЧЁРНЫЙ ЯЩИК (black box)**

Метод, основанный на незнании внутреннего устройства объекта тестирования, называется «чёрным ящиком». Он также может называться поведенческим, так как идеи для проведения тестирования основываются на предполагаемых паттернах (patterns) поведения пользователей. Объектом тестирования для данного метода чаще всего являются системные компоненты преобразования входных данных в фактический результат работы (код программы, схема базы данных).

### **БЕЛЫЙ ЯЩИК (white box)**

В отличие от предыдущего метода, тестирование «белого ящика» основывается на знании об устройстве и логике работы тестируемого объекта. Таким образом, сценарии этого метода проектируются с целью тестирования определённого компонента, а не паттерна поведения. Также этот метод называют «стеклянным ящиком», «открытым ящиком» или «никаким ящиком». Объектами тестирования для данного метода чаще всего выступают общеизвестные технологические решения, напри-

мер, алгоритмы кодирования, шифрования, архивации. Следует сказать, что тестирование базы данных её разработчиком выполняется по методу «белого ящика».

### **СЕРЫЙ ЯЩИК (gray/grey box)**

Это подход, сочетающий элементы двух предыдущих подходов:

- использование паттернов поведения пользователей;
- использование знаний об устройстве тестируемого объекта.

Пожалуй, является одним из самых частых методов, поскольку тестировщики должны обладать специфическим набором знаний в каждой предметной области, что в большинстве случаев невозможно. В результате этого, процесс тестирования основывается на имеющихся знаниях и дополняется пользовательскими паттернами.

### **ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ (functional testing)**

Функциональное тестирование состоит в проверке соответствия заявленного функционала системы на работоспособность в указанных условиях и с указанными параметрами.

### **ТЕСТИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ (UI (“ю-ай”) testing)**

Это тестирование, при котором проверяются элементы интерфейса пользователя. Проверка происходит исходя из заранее определённых параметров, в том числе цветовое решение, расположение элементов управления, корректность их работы и т.д.

### **ТЕСТИРОВАНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ (localization testing)**

Тестирование локализаций подразумевает проверку контента и текстов программного средства на корректность перевода на сторонние языки.

### **ТЕСТИРОВАНИЕ СКОРОСТИ И НАДЕЖНОСТИ (load/stress/performance testing)**

Это проверка поведения системы (или её отдельных частей) при одновременном подключении и выполнении основных функций системы множеством пользователей. Подобное тестирование является довольно длительным и ресурсоёмким, так как требует привлечения аппаратных средств, а также инфраструктуры для имитации пользователей.

### **ТЕСТИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ (security testing)**

Безопасность тестируется в зависимости от типа системы с использованием специальных механизмов и стороннего программного обеспечения. Основным предназначением такого тестирования является обеспечение сохранности данных, невозможности повреждения внутренних модулей системы, а также разграничения прав доступа к системе.

### **ТЕСТИРОВАНИЕ ОПЫТА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ (usability testing)**

Призвано объективно оценить опыт пользователя (user experience), который будет работать с разрабатываемым интерфейсом. При юзабилити-тестировании также проверяется интуитивность интерфейса. Юзабилити-тестирование часто про-

водится путем привлечения группы потенциальных пользователей с целью собрать впечатления от работы с системой.

### **ТЕСТИРОВАНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ (compatibility testing)**

Данный тип тестирования предназначен для проверки работоспособности разрабатываемой системы на определенном типе аппаратного обеспечения с определенным типом программного обеспечения.

### **АЛЬФА-ТЕСТИРОВЩИК (alpha tester)**

Субъект тестирования, работающий в компании разработчике, который профессионально или непрофессионально проводит тестирование. Альфа-тестировщиком может являться любой сотрудник компании, вне зависимости от его компетенции.

### **БЕТА-ТЕСТИРОВЩИК (beta tester)**

Субъект тестирования, который не является сотрудником компании и которому предоставляется возможность пользоваться новой системой до того, как она станет доступна всем остальным. Основным назначением такого человека является формирование мнения о системе, а также критическое формирование замечаний и пожеланий к ней. Иногда бета-тестирование оплачивается.

### **НЕГАТИВНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ (negative testing)**

Негативное тестирование призвано выявить, разработать и выполнить сценарии тестирования, приводящие к потенциальной ошибке пользователя (error) или к потенциальному дефекту в системе (failure).

### **ПОЗИТИВНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ (positive testing)**

Позитивное тестирование, в отличие от негативного, призвано разработать и проверить сценарии правильного использования системы пользователями.

### **КОМПОНЕНТНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ (component testing)**

Компонентное тестирование анализирует компоненты системы на ошибки функционирования, ошибки разработки архитектуры, интерфейсов и т.д. В большей степени выполняется на начальных этапах тестирования системы и влияет на остальные этапы тестирования, поскольку неработоспособность какого-либо компонента не позволяет выполнять тестирования более высокого уровня, в которых задействуется этот компонент.

### **ИНТЕГРАЦИОННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ (integration testing)**

Интеграционное тестирование выполняется после компонентного, предназначено для проверки возможности взаимодействия нескольких компонентов системы, в рамках общих задач и процессов.

### **СИСТЕМНОЕ (ИЛИ ЭНД-ТУ-ЭНД) ТЕСТИРОВАНИЕ (system or end-to-end testing)**

Системное тестирование подразумевает полную и доскональную проверку всей системы от начала до конца. Является самым масштабным и трудоёмким, требует большого количества ресурсов, но может быть автоматизировано при помощи инструментов автоматического тестирования и непрерывной интеграции (continuous integration).

## **РУЧНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ (manual testing)**

Представляет последовательное исполнение тест-кейсов без помощи каких-либо программ, автоматизирующих работу. Является наиболее затратным по времени, зависимым от компетенции тестировщика и механически монотонным.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ (automated testing)**

Это отдельная дисциплина тестирования, значительная часть эффективности работы в рамках которой зависит от того, какие задачи отданы для автоматизации и как эта автоматизация была осуществлена. Автоматизация может как принести огромное облегчение всем тестировщикам, так и завалить работу всего отдела и отложить релиз. В данном методе тестирования применяются специализированные системы автоматизации и непрерывной интеграции.

## **ТЕСТИРОВАНИЕ ПО ТЕСТ-КЕЙСАМ (documented testing)**

На первых стадиях разработки тестов покрывающих разрабатываемую систему происходит создание тест-кейсов, которые представляют собой сценарии работы системы и ожидания от результатов этой работы (появление окна, выведение результата, появление сообщения и т.д.). Является одним из самых простых методов тестирования, не предъявляющих особых требований к квалификации тестировщика.

## **ИНТУИТИВНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ (ad hoc testing)**

В данном методе поиск ошибок и некорректностей в процессе работы системы производится на интуитивной основе, без применения конкретных методологий.

### **6.5 Основные инструменты процесса тестирования**

#### **6.5.1 Система управления требованиями**

Исходя из приведённого обзора подхода к управлению требованиями, необходимо заметить, что для максимально эффективной работы с ними невозможно обойтись без использования какого-либо средства автоматизации основных процессов. Существуют различные системы, каждая из которых имеет свои достоинства и недостатки. Выбор подобного программного обеспечения необходимо осуществлять на основании потребностей в рамках конкретного проекта. Это связано с его масштабами, сложностью и сроками реализации. Масштаб напрямую влияет на общее количество требований к системе и её компонентам. Сложность привносит дополнительные требования, предусмотреть которые не первых этапах разработки было невозможно. Это связано, к примеру, с архитектурными особенностями реализации, влияющими на некоторые компоненты системы. К таким особенностям можно отнести платформу разработки, например, JAVA или .NET Framework. В зависимости от выбранного программного фреймворка реализация системы будет зависеть от имеющихся библиотек, наборов дополнительных плагинов, особенностей языка программирования и т.д. В таких условиях реализация одинакового функционала на различных

платформах разработки будет состоять из различного количества требований. В свою очередь, сроки реализации накладывают ограничения на оперативность принятия решений, как управленческих, так и производственных. Если требуется быстро принять какое-либо решение, а информации для этого недостаточно, в силу необходимости её консолидации из различных источников, сроки его принятия велики, что негативным образом сказывается на общем процессе реализации.

Необходимо отметить, что при использовании систем управления требованиями можно добиться наглядности существующей модели требований, однако визуализация преимущественно происходит в виде иерархической структуры, что затрудняет поиск конкретного элемента в этой модели. Несмотря на это, подобные системы значительно упрощают трассировку требований, так как позволяют наглядно отображать изменения в требованиях, а также их распространение на связанные зависимые требования.

Среди систем подобного рода можно выделить:

1. 3SL Cradle.
2. IBM Rational DOORS.
3. Borland Caliber.
4. Devprom Requirements.
5. codeBeamer Requirements Management.
6. Cognition Cockpit.
7. in-STEP BLUE.
8. inteGREAT.
9. Jama.
10. Kovair ALM Studio.
11. Polarion REQUIREMENTS.
12. TestTrack.
13. Visure Requirements.

Следует отметить, что, несмотря на большой выбор, общий функционал систем по работе с требованиями примерно идентичен, различия касаются возможностей интеграции с другими сторонними системами или наличия функционала подобных систем в самом указанном продукте.

### **6.5.2 База знаний**

Процесс разработки любой системы сопровождается созданием большого количества информации: диаграммами, схемами, описаниями, визуальными моделями, чертежами, макетами и т.д. Учитывая распределение обязанностей по созданию данных результатов разработки, бывает непросто быстро получить доступ к необходимым сведениям. В таких ситуациях весьма удобным решением является создание общей базы знаний, в которой все работники могут находить требуемые сведения. Важным моментом, при создании данного информационного агрегатора, является разработка структурированного рубрикатора, использование которого в значительной степени будет влиять на общий эффект применений базы знаний. Связано это с быстротой и удобством поиска информации, причём различия в идиосинкратически модальном поведении пользователей значительно усложняют его создание.

Грамотно спроектированная база знаний позволит значительно сократить время поиска информации, что, в свою очередь, сократит время принятия решений в процессе разработки. Кроме этого, база знаний может стать хранилищем требований для проектов компании, благодаря чему упростится процесс их повторного использования. Проще говоря, любая рабочая информация, которая подлежит дальнейшему использованию, может храниться в базе знаний.

Существуют следующие популярные средства реализации базы знаний:

1. Wiki.
2. Atlassian Confluence.
3. eXo Platform.
4. Helpjuice.
5. Comintelli's Knowledge Management System.
6. Spiceworks' Knowledge Base.
7. Moxie Knowledgebase.
8. Zendesk.
9. Freshdesk.
10. Safeharbor Knowledge Solutions.
11. Knowledgeowl.

Необходимо отметить, что реализация базы знаний возможна при помощи множества других инструментов, как специальных, так и обще профильных. К примеру, можно создать сетевые ресурсы, сгруппированные определённым образом, и располагать в них требуемую информацию. При этом существует возможность управлять правами доступа пользователей к различным каталогам и файлам, однако поиск и управление такой базой будет неудобным.

### **6.5.3 Система управления задачами**

Процесс разработки информационной системы требует консолидации усилий большого числа людей. Каждый из них занимает определённую позицию в иерархии управления, что подразумевает необходимость распределения обязанностей и контроль над процессом их выполнения. Современные системы управления задачами позволяют не только фиксировать начальный и конечный этапы работы над конкретным поручением, но также предоставляют возможности по указанию дополнительных

сведений, требуемых при его исполнении, декомпозировать поставленную задачу на подзадачи, устанавливать дополнительных наблюдателей и соисполнителей. Использование таких систем позволяет значительно упростить процесс контроля над деятельностью персонала, формировать перечни выполненных задач для анализа эффективности работы, которые можно использовать в системе мотивации. Наиболее продвинутые системы также позволяют вести учёт времени выполнения задач.

Подобные системы обычно являются составной частью более крупных информационных продуктов, поскольку призваны контролировать выполнения задач конкретной предметной области. Примерами могут являться системы:

1. Bitrix24.
2. eXo Platform.
3. Wrike.
4. Asana.
5. JIRA Atlassian.
6. Trello.
7. Basecamp.
8. TAIGA.
9. Producteev.
10. Freedcamp.

#### **6.5.4 Система управления дефектами**

Любая информационная система для конечного пользователя представляется в виде окна программного обеспечения, в котором он работает. Отношение пользователя к информационной системе в целом чаще всего складывается из опыта работы с её программной частью. Если программная реализация системы содержит ошибки, работает нестабильно, требует большого коли-

чества усилий для освоения, её качество для пользователя, при всей сложности и обширности архитектурной составляющей, будет низким. Чтобы этого не произошло, разработчикам приходится проводить сложные и дорогостоящие процедуры по улучшению качества. К ним относится процесс выявления дефектов (bug).

Правильная организация этого процесса затрагивает множество участников. Выявление дефекта и его документирование происходит на этапе тестирования. Далее происходит передача информации о дефекте разработчикам, причём это может быть сделано по средствам базы знаний или специальной системы управления дефектами. Имея запись о соответствующем дефекте можно отслеживать состояние его устранения, ответственное за это лицо, время устранения, а также другие дополнительные сведения. Следует заметить, что накопленная база дефектов позволяет сократить шансы появления ошибок в дальнейших разработках, так как даёт представление и возможных дефектах и причинах их возникновения.

К системам управления дефектами относятся:

1. Inflectra SpiraTeam.
2. YouTrack.
3. Bugzilla.
4. Mantis.
5. FogBugz.
6. Zoho Projects.
7. BugHerd.
8. Bugify.
9. Pivotal Tracker.
10. JIRA Atlassian.
11. TestLink.
12. TestRail.
13. Sitechco.
14. Microsoft Team Foundation Server.

### **6.5.5 Система создания, хранения и запуска тестовых сценариев**

Эффективность процесса тестирования напрямую отражается на сроках реализации любого проекта, его стоимости и потенциальной прибыли, так как невыход на рынок в срок может привести к её недополучению. Потенциальным решением для повышения качества и скорости тестирования является его автоматизация, однако даже создание автоматических тестов полностью не решает проблемы. Автоматические тесты выполняют тестовые сценарии автоматически, но при этом сами требуют запуска. С каждым новым релизом от разработчиков необходимо в ручную запускать множество автоматических тестов, которые, в свою очередь, запускают тестовые сценарии и документируют результаты.

Для более рационального использования временных и человеческих ресурсов существуют системы непрерывной интеграции (continuous integration). Такие системы позволяют одновременно в изолированных средах запускать сразу несколько автоматических тестов, а также имеют возможность работы по расписанию. Таким образом, команда тестировщиков планирует проводимые тестирования заранее, имеет возможность выполнять весь их набор одновременно, а результаты прохождения тестов отображать комплексно. Если разрабатываемая система покрыта тестами в требуемом масштабе, то применение систем непрерывной интеграции позволит в течение нескольких дней произвести тестирование итерационного релиза и передать список необходимых доработок разработчикам.

Следует заметить, что конфигурирование таких систем может быть весьма трудоёмким, поскольку в компании должны быть разработаны автоматические тесты

на все отслеживаемые требованиями параметры. Если этого не сделано, что проводить комплексное тестирование не имеет особого смысла, так как в дальнейшем требуются дополнительные мероприятия для проверки соответствия остальным требованиям. Кроме этого, такого рода системы требуют дополнительной ИТ-инфраструктуры, начиная от выделенного сервера и заканчивая сборками различного программного обеспечения.

Примерами систем непрерывной интеграции являются:

1. Jenkins CI.
2. Atlassian Bamboo.
3. ThoughtWorks Go.
4. Buildbot.
5. JetBrains TeamCity.
6. Hudson CI.
7. Continua CI.
8. Codeship.
9. CircleCI.
10. AppVeyor.
11. Microsoft Team Foundation Server.
12. Travis CI.

## **7. Стандартизация и сертификация программного обеспечения**

### **7.1 Законодательство в сфере стандартизации**

В современных условиях постоянно растущего рынка программного обеспечения, мощного развития информационных систем и технологий, острой конкуренции среди разработчиков ПО и ИС, высокой требовательности потребителей к качеству и безопасности программных продуктов сложились объективные условия появления целого ряда стандартов и руководств, которые до мельчайших деталей стандартизируют процессы проектирования, разработки и внедрения информационных систем.

Проблем в области стандартизации за двадцать пять лет в стране накопилось достаточно много, которые полностью не решались ни одним принятым законодательным актом. Старая система стандартизации прекратила свое существование с распадом СССР. Перестали существовать структуры, которые разрабатывали новые стандарты, совершенствовали и обновляли старые. Большие надежды возлагались на закон «О Техническом регулировании» [1], но его ограниченность и затянувшаяся на десяток лет реализация привели систему стандартизации в стране в плачевное состояние. Выходом стал подход, при котором в России принимались наиболее удачные стандарты других стран, прежде всего Европейского союза. Например, популярный стандарт ISO 9000-2011, после перевода и принятия в России стал межгосударственным стандартом ГОСТ ISO 9000-2011. И таких примеров достаточно количество. Это лучше, чем полное отсутствие хороших и современных стандартов. Мировой опыт лучших компаний тоже надо учитывать, что бы с нуля не «изобретать велосипед».

Развитая национальная система стандартизации – это не только безопасность населения, но гарантия сохранения жизни и здоровья людей. Это закреплено в новом Федеральном законе N 162-ФЗ “О стандартизации в Российской Федерации” 29 июня 2015 года.

### **Федеральный закон N 162-ФЗ “О стандартизации в Российской Федерации”**

Федеральный закон устанавливает правовые основы стандартизации в Российской Федерации, в том числе функционирования национальной системы стандартизации, и направлен на обеспечение проведения единой государственной политики в сфере стандартизации. Настоящий Федеральный закон регулирует отношения в сфере стандартизации, включая отношения, возникающие при разработке (ведении), утверждении, изменении (актуализации), отмене, опубликовании и применении документов по стандартизации, указанных в статье 14 настоящего Федерального закона.

#### ***Основные определения и понятия***

**1) Документ по стандартизации** - документ, в котором для добровольного и многократного применения устанавливаются общие характеристики объекта стандартизации, а также правила и общие принципы в отношении объекта стандартизации, за исключением случаев, если обязательность применения документов по стандартизации устанавливается настоящим Федеральным законом.

**2) Документы, разрабатываемые и применяемые в национальной системе стандартизации** (далее - документы национальной системы стандартизации), - национальный стандарт Российской Федерации (далее - национальный стандарт), в том числе основополагающий национальный стандарт Российской

Федерации (далее - основополагающий национальный стандарт), и предварительный национальный стандарт Российской Федерации (далее - предварительный национальный стандарт), а также правила стандартизации, рекомендации по стандартизации, информационно-технические справочники.

**3) Информационно-технический справочник** - документ национальной системы стандартизации, утвержденный федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации, содержащий систематизированные данные в определенной области и включающий в себя описание технологий, процессов, методов, способов, оборудования и иные данные.

**4) Национальная система стандартизации** - механизм обеспечения согласованного взаимодействия участников работ по стандартизации (федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере стандартизации, федеральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации, другие федеральные органы исполнительной власти, Государственная корпорация по атомной энергии "Росатом" и иные государственные корпорации в соответствии с установленными полномочиями в сфере стандартизации, технические комитеты по стандартизации, проектные технические комитеты по стандартизации, комиссия по апелляциям, юридические лица, в том числе общественные объединения, зарегистрированные на территории Российской Федерации, физические лица - граждане Российской Федерации) на основе принципов стандартизации при разработке (ведении), утверждении, изменении (актуализации), отмене, опубликовании и применении документов по стан-

дартизации, предусмотренных статьей 14 настоящего Федерального закона, с использованием нормативно-правового, информационного, научно-методического, финансового и иного ресурсного обеспечения.

**5) Национальный стандарт** - документ по стандартизации, который разработан техническим комитетом по стандартизации или проектным техническим комитетом по стандартизации, утвержден федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации и в котором для всеобщего применения устанавливаются общие характеристики объекта стандартизации, а также правила и общие принципы в отношении объекта стандартизации.

**6) Объект стандартизации** - продукция (работы, услуги) (далее - продукция), процессы, системы менеджмента, терминология, условные обозначения, исследования (испытания) и измерения (включая отбор образцов) и методы испытаний, маркировка, процедуры оценки соответствия и иные объекты.

**7) Общероссийский классификатор технико-экономической и социальной информации** (далее - общероссийский классификатор) - документ по стандартизации, распределяющий технико-экономическую и социальную информацию в соответствии с ее классификацией (классами, группами, видами и другим) и являющийся обязательным для применения в государственных информационных системах и при межведомственном обмене информацией в порядке, установленном федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

**8) основополагающий национальный стандарт** - национальный стандарт, разработанный и утвержденный федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации, устанавлива-

ющий общие положения, касающиеся выполнения работ по стандартизации, а также виды национальных стандартов.

**9) Правила стандартизации** - документ национальной системы стандартизации, разработанный и утвержденный федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации, содержащий положения организационного и методического характера, которые дополняют или конкретизируют отдельные положения основополагающих национальных стандартов, а также определяют порядок и методы проведения работ по стандартизации и оформления результатов таких работ.

**10) Предварительный национальный стандарт** - документ по стандартизации, который разработан техническим комитетом по стандартизации или проектным техническим комитетом по стандартизации, утвержден федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации и в котором для всеобщего применения устанавливаются общие характеристики объекта стандартизации, а также правила и общие принципы в отношении объекта стандартизации на ограниченный срок в целях накопления опыта в процессе применения предварительного национального стандарта для возможной последующей разработки на его основе национального стандарта.

**11) Рекомендации по стандартизации** - документ национальной системы стандартизации, утвержденный федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации и содержащий информацию организационного и методического характера, касающуюся проведения работ по стандартизации и способствующую применению соответствующего национального стандарта, либо положения, которые предва-

рительно проверяются на практике до их установления в национальном стандарте или предварительном национальном стандарте.

**12) Свод правил** - документ по стандартизации, утвержденный федеральным органом исполнительной власти или Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» и содержащий правила и общие принципы в отношении процессов в целях обеспечения соблюдения требований технических регламентов.

**13) Стандарт организации** - документ по стандартизации, утвержденный юридическим лицом, в том числе государственной корпорацией, саморегулируемой организацией, а также индивидуальным предпринимателем для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг.

**14) Стандартизация** - деятельность по разработке (ведению), утверждению, изменению (актуализации), отмене, опубликованию и применению документов по стандартизации и иная деятельность, направленная на достижение упорядоченности в отношении объектов стандартизации.

**15) Технические условия** - вид стандарта организации, утвержденный изготовителем продукции (далее - изготовитель) или исполнителем работы, услуги (далее - исполнитель).

#### ***Цели и задачи стандартизации***

Стандартизация направлена на достижение следующих целей:

- содействие социально-экономическому развитию Российской Федерации;
- содействие интеграции Российской Федерации в мировую экономику и международные системы стандартизации в качестве равноправного партнера;

- улучшение качества жизни населения страны;
- обеспечение обороны страны и безопасности государства;
- техническое перевооружение промышленности;
- повышение качества продукции, выполнения работ, оказания услуг и повышение конкурентоспособности продукции российского производства.

Цели стандартизации достигаются путем реализации следующих задач:

- внедрение передовых технологий, достижение и поддержание технологического лидерства Российской Федерации в высокотехнологичных (инновационных) секторах экономики;
- повышение уровня безопасности жизни и здоровья людей, охрана окружающей среды, охрана объектов животного, растительного мира и других природных ресурсов, имущества юридических лиц и физических лиц, государственного и муниципального имущества, а также содействие развитию систем жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях;
- оптимизация и унификация номенклатуры продукции, обеспечение ее совместимости и взаимозаменяемости, сокращение сроков ее создания, освоения в производстве, а также затрат на эксплуатацию и утилизацию;
- применение документов по стандартизации при поставках товаров, выполнении работ, оказании услуг, в том числе при осуществлении закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд;
- обеспечение единства измерений и сопоставимости их результатов;
- предупреждение действий, вводящих потребителя продукции (далее - потребитель) в заблуждение;

- обеспечение рационального использования ресурсов;
- устранение технических барьеров в торговле и создание условий для применения международных стандартов и региональных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных государств.

### ***Принципы стандартизации***

Стандартизация в Российской Федерации основывается на следующих принципах:

- добровольность применения документов по стандартизации;
- обязательность применения документов по стандартизации в отношении объектов стандартизации, предусмотренных статьей 6 настоящего Федерального закона;
- обеспечение комплексности и системности стандартизации, преемственности деятельности в сфере стандартизации;
- обеспечение соответствия общих характеристик, правил и общих принципов, устанавливаемых в документах национальной системы стандартизации, современному уровню развития науки, техники и технологий, передовому отечественному и зарубежному опыту;
- открытость разработки документов национальной системы стандартизации, обеспечение участия в разработке таких документов всех заинтересованных лиц, достижение консенсуса при разработке национальных стандартов;
- установление в документах по стандартизации требований, обеспечивающих возможность контроля за их выполнением;
- унификация разработки (ведения), утверждения (актуализации), изменения, отмены, опубликования и применения документов по стандартизации;

- соответствие документов по стандартизации действующим на территории Российской Федерации техническим регламентам;

- непротиворечивость национальных стандартов друг другу;

- доступность информации о документах по стандартизации с учетом ограничений, установленных нормативными правовыми актами Российской Федерации в области защиты сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации иной информации ограниченного доступа.

### ***Правовое регулирование отношений в сфере стандартизации***

1. Правовое регулирование отношений в сфере стандартизации осуществляется Федеральным законом, другими федеральными законами и принимаемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

2. Применение документов по стандартизации для целей технического регулирования устанавливается в соответствии с Федеральным законом от 27 декабря 2002 года N 184-ФЗ “О техническом регулировании” [1].

3. Применение международных стандартов, региональных стандартов и региональных сводов правил, стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных государств, иных документов по стандартизации иностранных государств осуществляется в соответствии с международными договорами Российской Федерации и настоящим Федеральным законом.

***Направления государственной политики  
Российской Федерации  
в сфере стандартизации***

Направлениями государственной политики Российской Федерации в сфере стандартизации являются:

- определение сфер государственного регулирования, приоритетных направлений развития национальной системы стандартизации;

- принятие и реализация документов стратегического планирования, в том числе государственных программ Российской Федерации и государственных программ субъектов Российской Федерации, а также федеральных целевых программ, ведомственных целевых программ, иных программ, предусматривающих разработку документов по стандартизации;

- расширение применения документов по стандартизации в деятельности органов государственной власти и организаций;

- подготовка кадрового состава в сфере стандартизации;

- другие направления в сфере стандартизации в соответствии с законодательными актами Российской Федерации и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

***Технические комитеты по стандартизации***

1. Технические комитеты по стандартизации создаются федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации.

2. В состав технического комитета по стандартизации могут входить представители федеральных органов исполнительной власти, Государственной корпорации по атомной энергии “Росатом”, иных государственных корпораций, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и муниципальных

образований, научных организаций, в том числе осуществляющих деятельность в сфере стандартизации, изготовителей, исполнителей, общественных объединений потребителей.

3. Технические комитеты по стандартизации участвуют в подготовке предложений о формировании государственной политики Российской Федерации в сфере стандартизации.

4. Создание технических комитетов по стандартизации и формирование их составов осуществляются федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации с учетом следующих принципов:

- добровольное участие;
- равное представительство сторон;
- соблюдение целей и задач стандартизации, установленных в статье 3 настоящего Федерального закона;
- открытость и доступность информации о создаваемом техническом комитете по стандартизации.

5. Заявка на создание технического комитета по стандартизации в письменной или электронной форме подается заявителем в федеральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации.

#### ***Виды документов по стандартизации***

К документам по стандартизации в соответствии с настоящим Федеральным законом относятся:

- документы национальной системы стандартизации;
- общероссийские классификаторы;
- стандарты организаций, в том числе технические условия;
- своды правил;
- документы по стандартизации, которые устанавливают обязательные требования в отношении объектов стандартизации, предусмотренных статьей 6 настоящего Федерального закона.

### ***Документы национальной системы стандартизации***

1. Документы национальной системы стандартизации не должны противоречить международным договорам Российской Федерации, федеральным законам, актам Президента Российской Федерации, актам Правительства Российской Федерации, нормативным правовым актам федеральных органов исполнительной власти и нормативным правовым актам Государственной корпорации по атомной энергии “Росатом”, изданным в соответствии с установленными полномочиями.

2. Разработчиками документов национальной системы стандартизации являются участники работ по стандартизации.

3. При разработке национальных стандартов международные стандарты используются в качестве основы, за исключением случаев, если такое использование признано невозможным вследствие несоответствия требований международных стандартов климатическим и географическим особенностям Российской Федерации, техническим и (или) технологическим особенностям или по иным основаниям либо Российская Федерация в соответствии с установленными процедурами выступала против утверждения международного стандарта или отдельного его положения.

### ***Основополагающие национальные стандарты и правила стандартизации***

1. основополагающие национальные стандарты и правила стандартизации разрабатываются и утверждаются федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере стандар-

тизации. Разработка документов национальной системы стандартизации должна осуществляться в соответствии с основополагающими национальными стандартами.

2. Утверждение основополагающих национальных стандартов осуществляется при условии их публичного обсуждения и обеспечения процедур консенсуса.

### **Национальные стандарты и предварительные национальные стандарты**

1. Национальные стандарты и предварительные национальные стандарты разрабатываются участниками работ по стандартизации в соответствии с главой 5 настоящего Федерального закона в целях содействия использованию полученных в различных областях знаний и решений, инноваций, достижений науки и техники.

2. Национальные стандарты и предварительные национальные стандарты разрабатываются на основе:

1) результатов научных исследований (испытаний) и измерений;

2) положений международных стандартов, региональных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств, сводов правил иностранных государств, стандартов организаций и технических условий, которые содержат новые и (или) прогрессивные требования к объектам стандартизации и способствуют повышению конкурентоспособности продукции (работ, услуг);

3) приобретенного практического опыта применения новых видов продукции, процессов и технологий.

#### ***Рекомендации по стандартизации***

1. Рекомендации по стандартизации разрабатываются в целях предварительной проверки на практике отдельных положений организационного и методического характера применительно к соответствующему

объекту стандартизации в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере стандартизации.

2. Рекомендации по стандартизации не могут противоречить положениям национальных стандартов.

### ***Информационно-технические справочники***

Разработка, утверждение, применение, изменение (актуализация) и отмена информационно-технических справочников осуществляются в случаях и в порядке, которые предусмотрены федеральными законами и принимаемыми в соответствии с ними нормативными правовыми актами Правительства Российской Федерации или актами уполномоченных им федеральных органов исполнительной власти.

### ***Стандарты организаций и технические условия***

1. Стандарты организаций разрабатываются организациями самостоятельно исходя из необходимости их применения для обеспечения целей, указанных в статье 3 настоящего Федерального закона.

2. Стандарты организаций и технические условия разрабатываются с учетом соответствующих документов национальной системы стандартизации.

3. Технические условия разрабатываются изготовителем и (или) исполнителем и применяются в соответствии с условиями, установленными в договорах (контрактах).

4. Порядок разработки, утверждения, учета, изменения, отмены и применения стандартов организаций и технических условий устанавливается организациями самостоятельно с учетом применимых принципов, предусмотренных статьей 4 настоящего Федерального закона.

5. Проект стандарта организации, а также проект технических условий перед их утверждением может представляться в соответствующий технический комитет по стандартизации или проектный технический комитет по стандартизации для проведения экспертизы, по результатам которой технический комитет по стандартизации или проектный технический комитет по стандартизации готовит соответствующее заключение.

***Информационное обеспечение  
национальной системы стандартизации***

Информационное обеспечение национальной системы стандартизации реализуется посредством ведения Федерального информационного фонда стандартов, создания и эксплуатации федеральных информационных систем, необходимых для его функционирования, официального опубликования, издания и распространения документов национальной системы стандартизации и общероссийских классификаторов.

Официальное опубликование, издание и распространение документов национальной системы стандартизации и общероссийских классификаторов осуществляются в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере стандартизации.

Федеральный информационный фонд стандартов является государственным информационным ресурсом.

Создание и организация эксплуатации федеральных информационных систем, необходимых для функционирования Федерального информационного фонда стандартов, осуществляются федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации в со-

ответствии с Федеральным законом от 27 июля 2006 года № 149-ФЗ “Об информации, информационных технологиях и о защите информации” [3].

Федеральный информационный фонд стандартов составляют документы национальной системы стандартизации, общероссийские классификаторы, международные стандарты, региональные стандарты, стандарты иностранных государств, своды правил, региональные своды правил, своды правил иностранных государств, надлежащим образом заверенные переводы на русский язык международных стандартов, региональных стандартов и региональных сводов правил, стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных государств, которые приняты на учет федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации, документы по стандартизации международных организаций по стандартизации, региональных организаций по стандартизации и иные документы по стандартизации иностранных государств.

Федеральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации в целях формирования и ведения Федерального информационного фонда стандартов организует:

- централизованный учет, регистрацию, комплектование и хранение документов, указанных в части 3 настоящей статьи, а также их актуализацию;

- депозитарное хранение в течение десяти лет отмененных, утративших силу и подлежащих передаче на государственное хранение документов, указанных в части 3 настоящей статьи;

- обмен документами, указанными в части 3 настоящей статьи, между федеральным органом исполнительной власти в сфере стандартизации и международными органами по стандартизации, региональными

ми органами по стандартизации, национальными органами по стандартизации иностранных государств;

- предоставление по запросам органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических лиц, физических лиц информации о документах, содержащихся в данном фонде, а также выдачу в установленном порядке копий таких документов на бумажном носителе и (или) в форме электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью и передаваемого заявителю, в том числе с использованием информационно-технологической и коммуникационной инфраструктуры, созданной в соответствии с законодательством Российской Федерации;

- предоставление информации о документах, содержащихся в данном фонде, копий документов национальной системы стандартизации в соответствии с принятыми международными обязательствами Российской Федерации в сфере стандартизации.

***Международное и региональное сотрудничество  
в сфере стандартизации***

1. Федеральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации представляет Российскую Федерацию в международных и региональных организациях, осуществляющих деятельность в сфере стандартизации.

2. Основными направлениями международного и регионального сотрудничества в сфере стандартизации являются:

- обеспечение конкурентоспособности российской продукции на мировом рынке;

- гармонизация национальных стандартов с международными стандартами и региональными стандартами;

- разработка и участие в разработке международных стандартов, региональных стандартов и межгосударственных стандартов;

- обмен опытом и информацией в сфере стандартизации;

- привлечение российских представителей к разработке международных стандартов, региональных стандартов и межгосударственных стандартов.

3. Международное и региональное сотрудничество в сфере стандартизации осуществляется в рамках деятельности международных и региональных организаций по стандартизации на основе международного многостороннего и двустороннего сотрудничества, а также в рамках международных договоров или меморандумов о взаимопонимании.

4. Участие Российской Федерации в международном и региональном сотрудничестве в сфере стандартизации включает в себя:

- участие в работе руководящих, координирующих и консультативных органов международных и региональных организаций по стандартизации;

- представительство или участие в технических комитетах (подкомитетах, группах) международных и региональных организаций по стандартизации, включая ведение дел секретариатов технических комитетов и подкомитетов;

- разработку международных стандартов, региональных стандартов и межгосударственных стандартов.

### **Федеральный закон N 184**

#### **ФЗ «О техническом регулировании»**

К документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации относятся [1]:

1. Национальные стандарты.

2. Правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации.

3. Применяемые в установленном порядке классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации.

4. Стандарты организаций.

5. Своды правил.

Каждый из перечисленных документов в области стандартизации имеет свои принципиальные особенности, отражающие сущность, правовой статус, условия и порядок разработки и применения. Ни правила по стандартизации, ни рекомендации, не должны дублировать положения национальных стандартов Российской Федерации. Правила (нормы) по стандартизации и общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации по своему характеру являются документами обязательными для применения, что напрямую вытекает из их определения.

**1. Национальные стандарты.** В соответствии с Постановлением Госстандарта РФ от 30.01.2004 N 4 «О национальных стандартах» [5] со дня вступления в силу Закона «О техническом регулировании» государственные и межгосударственные стандарты, принятые Госстандартом России до 01.07.2003, признаны национальными стандартами. Установленные указанными национальными стандартами требования к продукции и связанным с ней процессам до вступления в силу соответствующих технических регламентов подлежат обязательному исполнению только в части, соответствующей целям, указанным в п.1 ст.46 Закона «О техническом регулировании».

Среди национальных стандартов, утвержденных и введенных в действие после принятия Закона «О техническом регулировании», следует особо выделить такие, как:

1. ГОСТ Р 1.0-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения.

2. ГОСТ Р 1.2-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления и отмены.

3. ГОСТ Р 1.4-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.

4. ГОСТ Р 1.5-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

5. ГОСТ Р 1.9-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Знак соответствия национальным стандартам Российской Федерации. Изображение. Порядок применения.

6. ГОСТ Р 1.10-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Правила стандартизации и рекомендации по стандартизации. Порядок разработки, утверждения, изменения, пересмотра и отмены.

7. ГОСТ Р 1.12-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения.

8. ГОСТ Р 1.13-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Уведомления о проектах документов в области стандартизации. Основные положения.

9. ГОСТ Р 1.6-2006. Стандартизация в Российской Федерации. Проекты стандартов. Организация проведения экспертизы.

**2. Правила (нормы) стандартизации.** Согласно ГОСТ Р 1.12-2004 [21] правила (нормы) стандартизации обозначают нормативный документ, устанавливающий обязательные для применения организационно-методические положения, которые дополняют или конкретизируют отдельные положения основополагающего национального стандарта и определяют порядок и методы выполнения работ по стандартизации.

Правила стандартизации разрабатывают при необходимости конкретизации (детализации) отдельных положений соответствующего по назначению основополагающего организационно-методического или общетехнического

национального стандарта Российской Федерации, а также в случае нецелесообразности разработки организационно-методического национального стандарта Российской Федерации, когда область применения подобного документа ограничена только организациями и структурными подразделениями Ростехрегулирования.

На сегодняшний день утвержден ряд правил по стандартизации (ПР), в которых освещаются вопросы, затрагивающие регулируемую сферу деятельности, в том числе:

ПР 50.1.024-2005 - Правила стандартизации. Основные положения и порядок проведения работ по разработке, ведению и применению общероссийских классификаторов (утв. приказом Ростехрегулирования от 14.12.2005 N 311-ст). Дата введения - 01.04.2006 г.

Настоящие правила определяют основные положения, порядок, последовательность и содержание работ по разработке, принятию, введению в действие, ведению и применению общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации в социально-экономической области, а также при предоставлении общероссийских классификаторов и внесенных в них изменений для официального опубликования и получения пользователями текстов общероссийских классификаторов и внесенных в них изменений.

ПР 50.1.074-2004 - Правила стандартизации. Подготовка проектов национальных стандартов Российской Федерации и проектов изменений к ним к утверждению, регистрации и опубликованию. Внесение поправок в стандарты и подготовка документов для их отмены (утв. приказом Ростехрегулирования от 30.12.2004 N 161-ст). Введены в действие с 01.07.2005.

ПР 50.1.023-2001 - Правила по стандартизации. Правила разработки норм по стандартизации (утв. Постановлением Госстандарта РФ от 04.07.2001 N 258-ст). Введены в действие с 01.01.2002. Данные Правила устанавливают порядок (общие положения, условия, процедуры) разработки, принятия, регистрации и опубликования норм по стандартизации. В отношении этих Правил следует оговориться, что они были разработаны в соответствии с положениями Закона РФ “О стандартизации”, и в связи с его утратой до момента замены новыми правилами могут применяться только в части, не противоречащей комментируемому Закону. С нашей точки зрения в этом случае целесообразнее применять установленные ГОСТ Р 1.10-2004 положения, а также иные документы, затрагивающие обозначенную правилами сферу.

Рекомендации в области стандартизации. В соответствии с положениями ГОСТ Р 1.12-2004 под рекомендациями в области стандартизации признаются документы, содержащие советы организационно-методического характера, которые касаются проведения работ по стандартизации и способствуют применению основополагающего национального стандарта или содержат положения, которые целесообразно предварительно проверить на практике до их установления в основополагающем национальном стандарте.

Рекомендации по стандартизации разрабатывают в случае целесообразности предварительной проверки на практике не устоявшихся (еще не ставших типовыми) организационно-методических положений в соответствующей области, т. е. до принятия национального стандарта Российской Федерации, в котором могут быть установлены эти положения. В настоящее время можно руководствоваться такими рекомендациями, как:

Р 50.1.057-2006 - Рекомендации по стандартизации. Комплектование, хранение, ведение и учет документов Федерального информационного Фонда технических регламентов и стандартов и Порядок предоставления пользователям информационной продукции и услуг. Основные положения (утв. приказом Ростехрегулирования от 24.04.2006 N 77-ст). Дата введения - 01.07.2006. Настоящие Рекомендации регулируют процессы комплектования Федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов (Федерального фонда), а также учета поступающих документов, их хранения и ведения, регистрации переводов международных и национальных стандартов.

Рекомендации определяют порядок предоставления пользователям продукции и услуг на основе информационных ресурсов Федерального фонда и информационное обеспечение в рамках Соглашения ВТО по техническим барьерам в торговле и Соглашения ВТО по применению санитарных и фитосанитарных мер.

Р 50.1.052-2005 - Рекомендации по стандартизации. Рекомендации по содержанию и форме документов, представляемых на регистрацию системы добровольной сертификации (утв. приказом Ростехрегулирования от 25.02.2005 N 27-ст). В настоящем документе отражены рекомендации по содержанию и форме документов, представляемых на регистрацию системы добровольной сертификации в соответствии комментируемым Законом. Рекомендации предназначены в помощь разработчикам систем добровольной сертификации продукции, услуг и иных объектов.

Р 50.1.046-2003 - Рекомендации по стандартизации. Рекомендации по выбору форм и схем обязательного подтверждения соответствия продукции при разработке технических регламентов (утв. Постановлени-

ем Госстандарта России от 23.06.2003 N 201а-ст). Введены в действие с 01.07.2003. Настоящие Рекомендации предназначены для применения при выборе форм и схем обязательного подтверждения соответствия для использования их в технических регламентах. Схемы, приведенные в Рекомендациях, гармонизированы с европейским модульным подходом к оценке соответствия в той степени, в которой это не противоречит нормам Закона. Рекомендации разработаны в помощь разработчикам технических регламентов на конкретные виды продукции.

Р 50.1.044-2003 - Рекомендации по стандартизации. Рекомендации по разработке технических регламентов (утв. Постановлением Госстандарта России от 21.01.2003 N 56-ст). В данных Рекомендациях устанавливаются положения по структуре и содержанию технических регламентов, а также по применению процедур оценки соответствия. Указанные Рекомендации основываются на принципах технического регулирования, изложенных в Законе и Соглашении ВТО по техническим барьерам в торговле, а также учитывают опыт стран - членов АТЭС, ЕЭК ООН и ЕС по разработке технических регламентов.

Интерес представляют и Рекомендации по стандартизации. Стандартизация терминов и определений в области оборонной продукции - Р 50.1.038-2002 (утв. Постановлением Госстандарта России от 01.04.2002 N 118-ст, введены в действие с 01.07.2002). Настоящие рекомендации устанавливают общие принципы, порядок и содержание работ по стандартизации терминов и определений в области оборонной продукции. Рекомендации предназначены для организаций, принимающих участие в разработке и экспертизе стандартов на термины и определения в области оборонной продукции.

Из положений ГОСТ Р 1.12-2004 следует, что под общероссийским классификатором (технико-экономической и социальной информации) необходимо понимать разработанный и принятый в соответствии с Законом «О техническом регулировании» нормативный документ, устанавливающий систематизированный перечень наименований и кодов объектов классификации и (или) классификационных группировок и принятый на соответствующем уровне стандартизации. В п.3 ст.15 Закона содержится несколько иное определение данного понятия, хотя в целом и соотносящееся с вышеуказанным, но имеющее принципиально важное отличие, указывающее на статус общероссийских классификаторов как документов обязательных для применения.

В целях реализации положений Закона «О техническом регулировании» Правительством РФ было утверждено Положение о разработке, принятии, введении в действие, ведении и применении общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации в социально-экономической области (Постановление от 10.11.2003 N 677). В этом Положении устанавливается порядок разработки, принятия, введения в действие, ведения и применения общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации в социально-экономической области, в том числе в области прогнозирования, статистического учета, банковской деятельности и налогообложения, при межведомственном информационном обмене, создании информационных систем и информационных ресурсов.

Особо следует рассмотреть Распоряжение Правительства РФ от 24 сентября 2012 г. N 1762-р «Об одобрении Концепции развития национальной системы стандартизации РФ на период до 2020 г.» [6], ко-

торое стало ключевым аспектом в усилении роли государства в области развития национальной системы стандартизации.

### **Концепции развития национальной системы стандартизации РФ на период до 2020 года**

Настоящая Концепция [6] содержит систему взглядов на развитие национальной системы стандартизации в Российской Федерации и формирует цели, задачи и направления ее развития на период до 2020 года.

Национальная система стандартизации представляет собой взаимосвязанную совокупность организационно-функциональных элементов, документов в области стандартизации, определяющих в том числе правила и процедуры стандартизации для осуществления деятельности по установлению требований и характеристик в целях их добровольного многократного использования. Документы в области стандартизации направлены на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции, повышение конкурентоспособности продукции (работ, услуг) и реализацию иных целей и задач стандартизации.

Стандартизация является одним из ключевых факторов, влияющих на модернизацию, технологическое и социально-экономическое развитие России, а также на повышение обороноспособности государства.

Национальная система стандартизации включает в себя комплекс общетехнических стандартов и стандартов по отраслям экономики, стандарты безопасности труда и охраны здоровья, стандарты безопасности при чрезвычайных ситуациях и другие подсистемы стандартизации, а также участников работ по стандартизации, в том числе по стандартизации оборонной продукции (работ, услуг), и документы по

стандартизации такой продукции. Документы по стандартизации оборонной продукции (работ, услуг) увязаны с национальными стандартами за счет комплексности стандартизации, обеспечивающей проведение работ по стандартизации взаимосвязанных объектов. Деятельность по стандартизации оборонной продукции (работ, услуг) обеспечивается в том числе за счет взаимосогласованных процедур планирования, разработки, принятия, пересмотра и отмены документов по стандартизации оборонной продукции (работ, услуг), а также национальных стандартов и общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации, применяемых при разработке, производстве, эксплуатации и утилизации оборонной продукции (работ, услуг) и внесения в них изменений.

Стандартизация призвана обеспечивать:

- развитие добросовестной конкурентоспособности продукции (работ, услуг);
- выпуск и обращение инновационной и высокотехнологичной продукции;
- устранение технических барьеров в торговле;
- повышение уровня безопасности продукции (работ, услуг) и ее качества;
- защиту жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного и муниципального имущества;
- охрану окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений;
- предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей, в том числе потребителей;
- энергетическую эффективность и ресурсосбережение.

Стандарты являются инструментом снижения технических барьеров в международной торговле.

### ***Современное состояние национальной системы стандартизации***

Законодательную и нормативную базу национальной системы стандартизации составляют:

1. Конституция Российской Федерации.
2. Международные соглашения, регулирующие вопросы стандартизации.
3. Федеральный закон “О техническом регулировании” [1], определивший правовые основы стандартизации в Российской Федерации, участников работ по стандартизации, правила стандартизации, правила разработки стандартов и добровольность их применения, правила использования документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований национальных технических регламентов.
4. Нормативные правовые акты Правительства Российской Федерации по вопросам стандартизации.
5. Документы в области стандартизации, используемые на территории Российской Федерации.

Организационно-функциональную структуру национальной системы стандартизации составляют:

- национальный орган по стандартизации (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии);
- федеральные органы исполнительной власти, а также организации, осуществляющие функции государственных заказчиков при выполнении работ по стандартизации;
- технические комитеты по стандартизации;
- совещательные органы по стандартизации;
- межотраслевые советы по стандартизации;
- службы стандартизации юридических лиц;

- организации (в том числе научные), деятельность которых связана с работами в области стандартизации.

В состав федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов входят:

- национальные стандарты;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- применяемые в установленном порядке классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- стандарты организаций;
- своды правил;
- международные стандарты, региональные стандарты и региональные своды правил, стандарты иностранных государств и своды правил иностранных государств, зарегистрированные в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов;
- надлежащим образом заверенные переводы на русский язык международных стандартов, региональных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных государств, принятые на учет национальным органом по стандартизации;
- предварительные национальные стандарты.

В законодательные и правовые акты Российской Федерации, в том числе в сфере налогового администрирования и технического регулирования, внесены изменения, которые позволили:

- повысить роль национального стандарта (предварительного национального стандарта) в техническом переоснащении и модернизации промышленного производства продукции, в том числе высокотехнологичной;

- обеспечить применение изготовителем национального стандарта в качестве добровольно применяемого документа для оценки (подтверждения) соответствия продукции установленным обязательным требованиям;

- значительно снизить неоправданные технические барьеры для вывода на рынок впервые выпускаемой в обращение продукции, то есть продукции, которая ранее не находилась в обращении на территории Российской Федерации или которая выпускалась ранее в обращение, но свойства или характеристики которой впоследствии были существенно изменены;

- отнести затраты предприятий на разработку национальных стандартов к расходам на производство и реализацию товаров и услуг;

- использовать международные, межгосударственные и региональные стандарты, а также документы в области стандартизации иностранных государств, принятые на учет национальным органом по стандартизации в целях ввода продукции в обращение и оценки ее соответствия.

В настоящее время в информационный фонд международных стандартов включено более 24000 стандартов.

Существующие проблемы в национальной системе стандартизации в значительной степени обусловлены тем, что в Федеральном законе “О техническом регулировании” стандартизация в основном рассматривается как инструмент обеспечения выполнения требований технических регламентов. В указанном законе не в полной мере отражены положения, определяющие разработку и актуализацию документов в области стандартизации. Между тем стандартизация должна рассматриваться как инструмент повышения

качества жизни граждан и конкурентоспособности продукции (работ, услуг). Кроме того, данный закон не регулирует отношения в области охраны труда, в социальной сфере, в области систем менеджмента, оказания услуг и других областях, применительно к которым разрабатываются национальные стандарты.

Организационно-функциональная структура системы стандартизации нуждается в модернизации, одним из основных аспектов которой является повышение роли национального органа по стандартизации для реализации целей и задач, предусмотренных настоящей Концепцией.

Продолжается отток специалистов по стандартизации из научно-исследовательских организаций и предприятий промышленности, что приводит к снижению качества разработки национальных стандартов по целому ряду направлений стандартизации.

В этой связи необходимо определить приоритеты, стратегические цели, задачи, принципы и направления развития национальной системы стандартизации.

### ***Стратегические цели, задачи и принципы развития национальной системы стандартизации***

Стратегическими целями развития национальной системы стандартизации на период до 2020 года являются:

- содействие интеграции Российской Федерации в мировую экономику и международные системы стандартизации в качестве равноправного партнера;
- снижение неоправданных технических барьеров в торговле;
- улучшение качества жизни населения страны;
- установление технических требований к продукции, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособность человека в процессе труда;

- обеспечение обороноспособности, экономической, экологической, научно-технической и технологической безопасности Российской Федерации, а также безопасности при использовании атомной энергии;

- повышение конкурентоспособности отечественной продукции (работ, услуг);

- обеспечение безопасности жизни, здоровья и имущества людей, животных, растений, охраны окружающей среды, содействие развитию систем жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях;

- предупреждение действий, вводящих потребителя в заблуждение;

- совершенствование системы стандартизации, отвечающей положениям Соглашения Всемирной торговой организации по техническим барьерам в торговле и соглашениям в рамках Таможенного союза в сфере технического регулирования;

- содействие экономической интеграции государств - членов Таможенного союза, Евразийского экономического сообщества, Содружества Независимых Государств;

- содействие трансферту наилучших лабораторных практик;

- активизация работы в международных и региональных организациях по стандартизации;

- расширение применения информационных технологий в сфере стандартизации;

- координация разработки международных, региональных и национальных стандартов с участием российских специалистов и технических комитетов по стандартизации.

Для повышения конкурентоспособности отечественной продукции (работ, услуг) необходимо решить следующие задачи:

- установить (с учетом новейших достижений науки и уровня развития современных технологий) требования к техническому уровню и качеству продукции (работ, услуг), сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, а также нормам в области проектирования и производства продукции, позволяющим ускорить внедрение прогрессивных методов производства продукции высокого качества и ликвидировать нерациональное многообразие видов, марок и размеров, а также обеспечить взаимозаменяемость элементов сложной продукции;

- создать условия для производства и выпуска в обращение инновационной продукции, в том числе продукции наноиндустрии, обеспечения энергоэффективности, включая использование альтернативных источников энергии, а также для рационального использования ресурсов;

- осуществить модернизацию и технологическое переоснащение промышленного производства;

- содействовать взаимопроникновению технологий, знаний и опыта, накопленных в различных отраслях экономики;

- повысить роль стандартизации в технологических процессах производства промышленной продукции;

- осуществлять добровольное подтверждение соответствия для установления соответствия национальным стандартам, предварительным национальным стандартам, стандартам организаций и сводам правил;

- осуществлять применение методов и средств стандартизации в федеральных целевых и иных государственных программах, направленных на модернизацию экономики страны.

Для совершенствования системы стандартизации необходимо решение следующих задач:

- совершенствование организационной структуры стандартизации на государственном и ведомственном уровнях, планирование разработки национальных (национальных предварительных) стандартов и сокращение сроков их разработки, в том числе исходя из необходимости учета обязательств, принятых Российской Федерацией при вступлении во Всемирную торговую организацию, а также внедрение в процессы стандартизации принципиально новых информационных технологий;

- максимально возможное применение международных и региональных стандартов для осуществления оценки (подтверждения) соответствия продукции установленным требованиям.

Для содействия экономической интеграции государств - членов Таможенного союза, Евразийского экономического сообщества, Содружества Независимых Государств необходимо решение следующих задач:

- сохранение хозяйственных, торговых, научно-технических и иных отношений;

- реализация скоординированной политики по обеспечению разработки, принятия и применения межгосударственных стандартов;

- установление единых требований к продукции на экспортных рынках;

- разработка единых классификаторов и каталогизация продукции.

Настоящая Концепция предусматривает организационное и методическое единство национальной системы стандартизации с учетом особенностей отраслей и сфер общества.

В основе развития национальной системы стандартизации будут использоваться следующие принципы стандартизации:

- добровольность применения заинтересованным лицом документов в области стандартизации и обязательность соблюдения указанным лицом требований, содержащихся в этих документах, в случае объявления об их использовании, а также в случае определения обязательности исполнения требований стандартов в рамках контрактных (договорных) обязательств;

- применение в установленном порядке на территории Российской Федерации международных и региональных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных государств;

- максимальный учет мнения заинтересованных лиц при разработке документов в области стандартизации;

- обеспечение преемственности работ по стандартизации;

- обеспечение условий для единообразного применения документов в области стандартизации;

- обоснованность разработки документов в области стандартизации;

- открытость (прозрачность) процедур разработки документов в области стандартизации;

- обеспечение доступности документов в области стандартизации и информации о них для заинтересованных лиц;

- однозначность понимания требований, включаемых в документы в области стандартизации;

- соответствие документов в области стандартизации нормативным правовым актам Российской Федерации;

- прогрессивность и оптимальность требований документов в области стандартизации;

- унификация процессов разработки, хранения стандартов, а также процессов внесения в них

изменений и обеспечения доступа к документам в области стандартизации;

- обеспечение системности и комплексности информационных ресурсов в области стандартизации с использованием информационных технологий;

- обеспечение актуальности и достоверности информационных ресурсов в области стандартизации.

Развитие национальной системы стандартизации должно отвечать основным направлениям социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, бюджетной стратегии и решениям Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации, касающимся развития реальных секторов экономики, а также международным нормам и правилам и основываться на внедрении проектных и процессных принципов управления, на организационных преобразованиях, обеспечивающих открытость системы и ее эффективное взаимодействие с потребителями информационных ресурсов в сфере стандартизации.

Совершенствование законодательства в сфере стандартизации Российской Федерации предполагает:

- приведение национальной системы стандартизации в соответствие с международными соглашениями и иными нормативными документами в области стандартизации наднационального уровня в целях совершенствования и оптимизации структуры национальной системы стандартизации;

- уточнение видов документов в области стандартизации на основе рекомендаций Международной организации по стандартизации;

- совершенствование процедур планирования работ по стандартизации, процедур разработки, утверждения, проверки, пересмотра, отмены и внедрения документов в области стандартизации;

- упрощение процедур и сокращение сроков утверждения национальных стандартов, идентичных международным и европейским стандартам;

- усиление роли стандартизации на уровне предприятий для технического переоснащения и модернизации производства, преодоления сложившейся тенденции ликвидации служб стандартизации в субъектах хозяйствования;

- стимулирование участия организаций и предприятий промышленности в работах по стандартизации, в том числе на принципах частно-государственного партнерства;

- расширение практики применения в правовых актах и иных документах ссылок на документы в области стандартизации в качестве источника, позволяющего идентифицировать документ (составную часть документа), касающийся аспектов стандартизации, с учетом практики государств - членов Всемирной торговой организации и основных торговых партнеров Российской Федерации;

- отмену правовых и иных норм, противоречащих Соглашению Всемирной торговой организации по техническим барьерам в торговле;

- совершенствование деятельности технических комитетов по стандартизации, а также организаций, выполняющих работы в области стандартизации;

- обязательность применения документов в области стандартизации для оценки соответствия продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу, при закупках товаров, работ, услуг для государственных и муниципальных нужд;

- применение Кодекса добросовестной практики применительно к разработке, утверждению и

применению стандартов (приложение N 3 к Соглашению Всемирной торговой организации по техническим барьерам в торговле);

- совершенствование правового регулирования в области государственного управления, оптимизация функций федеральных органов исполнительной власти в области стандартизации (включая организацию разработки и актуализацию) в конкретных секторах экономики;

- организации размещения заказов на поставки товаров (работ, услуг) для государственных и муниципальных нужд в части более широкого использования национальных стандартов как инструмента соблюдения технических требований к закупаемой продукции (работам, услугам) или ее отдельным видам;

- совершенствование правового регулирования корпоративных отношений, предусматривающих формирование модели, стимулирующей деятельность малого и среднего бизнеса по созданию производств и их технологической модернизации.

В целях концентрации усилий по развитию национальной стандартизации, однозначного понимания целей и задач национальных стандартов, обеспечения единства терминологии необходимо исключить употребление в национальном законодательстве словосочетания “федеральный стандарт” в отношении стандартов, не относящихся к сфере технического регулирования и аспектам стандартизации.

### ***Приоритетные направления развития стандартизации***

Для возвращения технологического лидерства, а также формирования устойчивого вектора развития российской экономики работы в области национальной стандартизации будут осуществляться в следующих приоритетных направлениях:

- атомная промышленность;
- технологии безопасного обращения с радиоактивными отходами, отработавшим ядерным топливом;
- высокотехнологическая химия;
- композитные и неметаллические материалы;
- модернизация машиностроительного комплекса, в том числе тяжелого и транспортного машиностроения;
- авиационная и судостроительная промышленность;
- космические технологии;
- телекоммуникационные и информационные технологии;
- технологии, основанные на применении спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС;
- медицинские изделия;
- медицинские технологии и фармацевтика;
- биотехнологии;
- нанотехнологии;
- энергоэффективность;
- развитие техники и технологий в нефтегазовой и горнорудной отраслях;
- строительство;
- создание “интеллектуальных” сетей и цифровых подстанций в электроэнергетике, направленных в том числе на обеспечение надежного и бесперебойного электроснабжения, сокращение издержек, повышение производительности и энергоэффективности электросетевого комплекса страны;
- обеспечение безопасности труда и сохранения здоровья в части установления технических требований к продукции;
- развитие услуг, в том числе производственных, для социально незащищенных слоев общества;

- повышение устойчивости работы систем жизнеобеспечения, в том числе жилищно-коммунального хозяйства;

- обеспечение безопасности и повышение конкурентоспособности продукции легкой промышленности;

- обеспечение безопасности и повышение конкурентоспособности продукции агропромышленного комплекса, в том числе развитие органического сельского хозяйства;

- развитие транспортной отрасли;

- обеспечение безопасности дорожного движения;

- гражданская оборона и технологии защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также обеспечение пожарной безопасности;

- менеджмент предприятий, оценка соответствия, защита прав потребителей;

- охрана окружающей среды, в том числе регулирование природоохранной деятельности, определение уровней вредных воздействий на окружающую природную среду и человека, экологическая оценка и экологическое управление деятельностью субъектов хозяйствования, методология оценки риска для здоровья и окружающей среды, а также утилизация продукции и отходов производства.

Указанный перечень приоритетных направлений развития стандартизации не является закрытым. Изменения и конкретизация определенных приоритетов будут зависеть от конъюнктуры национального и мирового рынков, а также от инициативы предпринимателей и работников соответствующих отраслей экономики.

Разработка национальных стандартов в приоритетных отраслях экономики должна осуществляться на основе общепринятых международных принципов стандартизации.

При этом необходимо обеспечить:

- ежегодное обновление от 10 процентов до 15 процентов фонда стандартов в секторах экономики с высоким потенциалом развития;

- гармонизацию национальных стандартов с международными стандартами;

- сокращение сроков разработки и обновления национальных стандартов, в том числе исходя из обязательств, принятых Российской Федерацией при вступлении во Всемирную торговую организацию;

- создание механизма постоянного обновления национальных стандартов на базе передовых международных и региональных стандартов, обеспечение разработки национальных стандартов на базе проектов международных стандартов (до их окончательного принятия) с учетом требований законодательства Российской Федерации;

- разработку документов по стандартизации в целях соблюдения требований, не относящихся к техническому регулированию, и их гармонизацию с аналогичными требованиями, установленными в государствах - членах Таможенного союза и Европейского союза, с учетом требований законодательства Российской Федерации;

- создание инновационной и высокотехнологичной продукции.

При подготовке программ разработки национальных стандартов необходимо обеспечить:

- разработку стандартов, направленных на развитие промышленной инфраструктуры и основополагающих инновационных технологий, на основе информационных технологий в области автоматизации промышленного производства (MES-технологий, CALS-технологий и т.д.), нанотехнологий, энергосберегающих технологий и т.п.;

- разработку стандартов, направленных на безопасное развитие и безопасное функционирование организаций атомного энергопромышленного и ядерного оружейного комплексов, а также ядерных энерго-технологий нового поколения;

- регулирование рынка вредной и потенциально опасной продукции с помощью систем экологического менеджмента и экологических нормативов с постоянной их актуализацией.

При этом в целях защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений, предотвращения экологических и техногенных катастроф, а также обеспечения нужд обороны страны и безопасности государства в отдельных секторах экономики (строительстве, энергетике, оборонной промышленности) могут определяться перечни документов в области стандартизации, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований технических регламентов, а также установленных обязательных требований к оборонной продукции (работам, услугам), поставляемой по государственному заказу, иной продукции в соответствии с Федеральным законом “О техническом регулировании”.

Важнейшим вопросом, определяющим успешность экономического, технологического и социального развития Российской Федерации на ближайшую и среднесрочную перспективу, является вопрос качества в самом широком смысле этого слова. На современном этапе наблюдается объективный процесс общественного осознания роли высокого качества во всех областях человеческой деятельности.

Национальная система стандартизации должна учитывать и реализовывать лучшую международную практику управления качеством.

Консолидируя усилия общества на улучшение качества продукции, следует предпринять меры по созданию современной информационной системы, предоставляющей информацию по качеству продукции и соответствующей современному уровню развития информационных технологий.

Для обеспечения работ по стандартизации инновационных технологий техническим комитетам по стандартизации и научным организациям необходимо:

- осуществлять постоянный мониторинг современных достижений науки и техники с целью своевременного определения приоритетных направлений развития рынков высоких технологий, оценки потенциального развития этих рынков на среднесрочную и долгосрочную перспективу;

- обеспечивать четкое соответствие областей деятельности национальных технических комитетов с межгосударственными и международными техническими комитетами или подкомитетами.

Для эффективного внедрения национальных стандартов необходимо создать современную систему их распространения, основанную на информационных технологиях и предполагающую более широкое информирование обо всех этапах разработки, утверждения и отмены документов по стандартизации.

Одним из эффективных инструментов ускорения работ по стандартизации должен стать предварительный национальный стандарт. Он может приниматься в одном из следующих случаев:

- для ускоренного внедрения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;

- для освоения принципиально новых видов продукции, методов испытаний и измерений, технологических процессов (в том числе нетрадиционных) и способов управления производством;

- для использования передового зарубежного опыта промышленно развитых стран;

- для проверки на практике спорных решений, не получивших консенсуса, при обсуждении проектов национальных стандартов.

За основу предварительных национальных стандартов могут быть приняты стандарты организаций и иные документы, определенные в рамках национальной системы стандартизации.

Организация проведения мониторинга и оценки применения предварительных национальных стандартов возлагается на национальный орган по стандартизации (Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии).

### ***Совершенствование деятельности в сфере межгосударственной стандартизации***

Современное состояние фонда межгосударственных стандартов (ГОСТ) требует скорейшей модернизации. Применение межгосударственных стандартов (ГОСТ) в качестве доказательной базы технических регламентов Таможенного союза требует совершенствования и повышения эффективности работ по межгосударственной стандартизации в рамках Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации и Межгосударственной научно-технической комиссии по стандартизации, техническому нормированию и оценке соответствия в строительстве, что позволит:

- повысить роль и влияние Российской Федерации в межгосударственной системе стандартизации, в том числе при определении приоритетных направле-

ний межгосударственной стандартизации и принятия межгосударственных нормативных документов;

- создать условия для обеспечения эффективной интеграции в области стандартизации и технического регулирования, как в рамках Таможенного союза, так и в рамках Содружества Независимых Государств;

- повысить роль межгосударственной системы стандартизации как эффективно работающей региональной системы.

В сфере межгосударственной стандартизации планируется:

- достичь динамики принятия (внесения изменений) межгосударственных стандартов (ГОСТ), позволяющей в короткие сроки обновить фонд межгосударственных стандартов (ГОСТ) для реализации целей стандартизации, предусмотренных настоящей Концепцией;

- создать эффективный механизм внесения изменений в межгосударственные стандарты (ГОСТ) в целях обеспечения выполнения требований, установленных в технических регламентах Таможенного союза;

- определить оптимальное соотношение межгосударственных стандартов (ГОСТ) и национальных стандартов для обеспечения выполнения целей и задач настоящей Концепции.

Реализация указанных мероприятий будет осуществляться за счет:

- разработки межгосударственных стандартов (ГОСТ) для целей оценки (подтверждения) соответствия требованиям технических регламентов Таможенного союза;

- разработки и реализации соответствующих целевых программ в рамках межгосударственной стандартизации;

- мониторинга и актуализации межгосударственных стандартов (ГОСТ), входящих в перечни стандартов, используемых в качестве доказательств соблюдения требований технических регламентов Таможенного союза;

- отмены положений национальных стандартов, которые противоречат межгосударственным стандартам (ГОСТ), включенным в перечни стандартов, применение которых обеспечивает соблюдение требований технических регламентов Таможенного союза;

- уведомления государств - членов Таможенного союза о начале разработки национальных стандартов и прекращении таких работ при принятии решения о разработке межгосударственного стандарта (ГОСТ);

- разработки национальных стандартов, в том числе предварительных национальных стандартов, для целей оценки (подтверждения) соответствия инновационной продукции.

Развитие стандартизации специальной техники и специальных средств должно осуществляться по следующим основным направлениям:

- планирование работ по разработке национальных стандартов на специальную технику и специальные средства, поступающие в свободное обращение на рынок, в рамках деятельности существующих технических комитетов;

- совершенствование нормативной правовой базы Российской Федерации, предусматривающей разработку документов в области стандартизации (включая национальные стандарты), устанавливающих обязательные требования в отношении специальной техники и специальных средств.

### ***Усиление роли бизнеса в вопросах стандартизации***

Для усиления роли бизнес-сообщества в работах по стандартизации необходимо на законодательном уровне закрепить систему стимулирующих мер, включающих:

- финансирование разработки национальных стандартов на принципах государственно-частного партнерства, предусматривающего активное участие бизнеса в работах по стандартизации (в разработке национальных стандартов, предварительных национальных стандартов, стандартов организаций и их актуализации (в том числе в отношении инновационной продукции), позволяющих ускорить внедрение прогрессивных методов производства продукции высокого качества;

- участие организаций и предприятий промышленности в разработке концептуальных документов по стандартизации, в формировании планов и программ национальной стандартизации;

- выделение в государственных программах и федеральных целевых программах отдельных разделов, предусматривающих мероприятия по стандартизации продукции и технологических процессов;

- совершенствование организации размещения заказов на поставки товаров (работ, услуг) для государственных и муниципальных нужд в части более широкого использования национальных стандартов как инструмента соблюдения технических требований к закупаемой продукции (работам, услугам) или ее отдельным видам.

### ***Развитие экономических основ стандартизации***

В целях развития экономических основ стандартизации необходимо:

- предоставление государством приоритетного финансирования стандартизации, направленной на обеспечение безопасности охраны труда (в части установления технических требований к продукции),

здравоохранения, медицинских технологий, сферы транспорта, а также на поддержку социально незащищенных групп населения и основополагающих национальных стандартов;

- поэтапное формирование условий для ускоренного развития системы стандартизации с учетом объективных запросов общества и рыночной экономики, которые к ней будут предъявляться.

***Развитие стандартизации  
инновационной продукции***

В целях развития стандартизации инновационной продукции необходимо:

- обеспечение возможности трансферта наилучших доступных технологий в рамках разработки и применения стандартов;

- обеспечение сокращения процедур и времени разработки стандартов на инновационную продукцию с учетом жизненного цикла инновационных технологий;

- осуществление разработки стандартов в отношении новых видов продукции и технологий, создаваемых при реализации федеральных целевых программ и выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;

- осуществление разработки предварительных национальных стандартов для скорейшего выхода инновационной продукции на рынок;

- включение при необходимости в государственные программы и федеральные целевые программы разделов по стандартизации и метрологии;

- создание новых технических комитетов по стандартизации по инновационным направлениям;

- обеспечение интеграции деятельности промышленных научно-исследовательских институтов и

научно-исследовательских институтов по стандартизации для развития стандартизации инновационной продукции на стадии исследований и разработок.

***Информационное обеспечение работ  
в области стандартизации***

Информационное обеспечение работ в области стандартизации должно предусматривать:

- информационную поддержку разработчиков национальных стандартов с использованием баз данных Федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов;

- межведомственный обмен информацией в процессе выполнения работ в области национальной стандартизации и обеспечение доступа федеральных органов исполнительной власти к документам по стандартизации, содержащимся в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов;

- свободный обмен информацией о фондах документов по стандартизации государств - членов Таможенного союза;

- формирование тематических тезаурусов, терминологических словарей, содержащих стандартизованные термины и определения;

- создание русскоязычных версий международных (региональных) стандартов и переводов национальных стандартов зарубежных стран;

- пропаганда основ стандартизации в средствах массовой информации.

Информационное обеспечение работ в области стандартизации потребует последовательной проработки функциональной, информационной и технологических архитектур национальной системы стандартизации с последующим поэтапным внедрением новых технологических решений.

***Совершенствование системы  
подготовки специалистов и экспертов  
в области стандартизации***

Для обеспечения высокого уровня национальной стандартизации, успешного представления интересов Российской Федерации в международных и региональных организациях по стандартизации и повышения эффективности использования документов по стандартизации в отраслях экономики необходимо наличие высококвалифицированных специалистов в области стандартизации, а также владение вопросами стандартизации инженерным и экономическим персоналом.

С учетом динамичного развития стандартизации следует обеспечить как подготовку специалистов в области стандартизации в высших и средних специальных учебных заведениях, так и периодическое повышение квалификации работающих специалистов.

Для решения этих задач необходимо:

- актуализировать или ввести в образовательных учреждениях высшего и среднего профессионального образования инженерного и экономического профиля дисциплины по стандартизации по соответствующим направлениям подготовки;

- развивать возможности получения обучающимися в образовательных учреждениях высшего профессионального образования и среднего профессионального образования дополнительного образования в области стандартизации параллельно с освоением ими основной профессиональной образовательной программы;

- обеспечить в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования привлечение практикующих специалистов в области стандартизации к формированию соответствующих

компетенций в рамках подготовки бакалавров, специалистов и магистров;

- обеспечить расширение с участием бизнес-общества практики профессиональной переподготовки руководителей и специалистов в области стандартизации и периодического повышения квалификации персонала, работающего по направлениям стандартизации в отраслях экономики;

- обеспечить постоянное взаимодействие национального органа по стандартизации с Министерством образования и науки Российской Федерации, объединениями работодателей, образовательными учреждениями высшего профессионального образования и среднего профессионального образования и иными образовательными организациями по актуализации федеральных государственных образовательных стандартов, а также федеральных государственных требований к образовательным программам профессиональной переподготовки специалистов в области стандартизации;

- обеспечить совершенствование института подготовки экспертов в области национальной и международной стандартизации в рамках высшего профессионального образования или дополнительного профессионального образования;

- определить правовой статус эксперта по стандартизации в области международной стандартизации.

***Реализация «Концепции развития национальной системы стандартизации РФ на период до 2020 года»***

Основными инструментами реализации настоящей Концепции должны стать разделы отраслевых федеральных целевых программ и государственных программ, посвященные вопросам стандартизации, планы и программы разработки национальных стандартов, предусматривающие мероприятия по развитию стандартизации и унифи-

кации в отраслях экономики, пересмотр, изменение или отмену устаревших национальных стандартов, ежегодное (от 10 процентов до 15 процентов) обновление стандартов в приоритетных секторах экономики, стандартизацию инновационной продукции, достижение показателей гармонизации национальных стандартов с международными стандартами на уровне 65 - 70 процентов, а также научно-исследовательские работы, направленные на развитие национальной системы стандартизации.

Реализация настоящей Концепции будет осуществляться федеральными органами исполнительной власти на основе комплексного межведомственного плана мероприятий в рамках установленных полномочий и бюджетных ассигнований (включая расходы на разработку и актуализацию документов в области стандартизации), предусмотренных им федеральным законом о федеральном бюджете на очередной финансовый год и плановый период на осуществление деятельности.

Координация деятельности и взаимодействие федеральных органов исполнительной власти в части стандартизации будет осуществляться национальным органом по стандартизации.

### ***Государственные стандарты в области программного обеспечения***

В 70-х годах были разработаны государственные стандарты 19 серии, получившие название «Единые стандарты программной документации» (ЕСПД). Они действуют до сих пор и носят в основном рекомендательный характер. Из трех десятков стандартов ЕСПД чаще всего используются следующие:

- ГОСТ 19.201-78 ЕСПД. Техническое задание.
- ГОСТ 19.202-78 ЕСПД. Составление спецификации.
- ГОСТ 19.301-79 ЕСПД. Программа и методика испытаний.

- ГОСТ 19.401-78 ЕСПД. Текст программы.
- ГОСТ 19.402-78 ЕСПД. Описание программы.
- ГОСТ 19.404-79 ЕСПД. Пояснительная записка.
- ГОСТ 19.503-79 ЕСПД. Руководство системного программиста.
- ГОСТ 19.504-79 ЕСПД. Руководство программиста.
- ГОСТ 19.505-79 ЕСПД. Руководство оператора.
- ГОСТ 19.508-79 ЕСПД. Руководство по техническому обслуживанию.

За последние тридцать лет разработаны следующие группы стандартов:

1. Стандарты с терминами по программному обеспечению (ГОСТ 20886-85, ГОСТ 24402-88, ГОСТ 15971-90, ГОСТ 19781-90, ГОСТ 28806-90, ГОСТ Р ИСО/МЭК 2382-23-2004).

2. Стандарты, определяющие требования к качеству программного обеспечения (ГОСТ 28195-89, ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93, ГОСТ Р ИСО/МЭК 12199-2000).

3. Стандарты с требованиями к информационной безопасности программного обеспечения (ГОСТ Р 50739-95, ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2008).

4. Стандарты с требованиями к функциональной безопасности программного обеспечения (ГОСТ Р МЭК 61508-2007).

5. Стандарты с требованиями к документации программного обеспечения (ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 9294-93, ГОСТ Р ИСО 9127-94).

6. Обучающие стандарты (ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 12182-2002, ГОСТ Р ИСО/МЭК 15026-2002).

7. Стандарты на процессы жизненного цикла программного обеспечения (ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99, ГОСТ Р 51904-2002, ГОСТ Р 51189-98, ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2009, КТ-178В).

## **ИСО/МЭК-2:2004 Стандартизация и смежные виды деятельности**

**Техническое регулирование** — 1. Правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия (ФЗ «О техническом регулировании»); 2. Правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения требований к продукции и процессам, а также в области их оценки соответствия.

**Процесс** — совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующая входы в выходы (ГОСТ ISO 9000:2011).

**Безопасность** — 1. состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений (ФЗ «О техническом регулировании»); 2. отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью нанесения ущерба (Руководство ИСО МЭК 2:2004).

**Риск** — 1. вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здо-

ровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда (ФЗ «О техническом регулировании»); 2. сочетание вероятности нанесения ущерба и тяжести ущерба (Руководство ИСО/МЭК 51:1999).

**Жизненный цикл продукции** — совокупность взаимосвязанных процессов создания и последующего изменения состояния продукции от формирования исходных требований к ней до окончания ее эксплуатации (потребления) и утилизации.

**Стадия жизненного цикла продукции** — фаза существования продукции, характеризуемая присутствием этой фазе состоянием продукции и набором целенаправленных процессов для формирования или поддержания такого состояния.

**Проектирование и разработка** — 1. совокупность процессов, переводящих требования в установленные характеристики или нормативную и техническую документацию на продукцию, процесс или систему (ИСО 9000:2000); 2. процесс разработки технической документации для создания продукции и организации ее производства.

## **ГОСТ Р ИСО/МЭК 17000-2009. Оценка соответствия**

Руководства ИСО, ИСО/МЭК и с недавнего времени международные стандарты, предметно связанные с такими видами деятельности по оценке соответствия, как испытания, контроль и различные формы сертификации, разрабатываются рабочими группами Комитета ИСО по оценке соответствия (КАСКО). В течение многих лет Руководство ИСО/МЭК 2, в последний раз пересмотренное в 1996 г., включало в себя базовый словарь по оценке соответствия, составленный из неболь-

шого числа терминов и определений, впервые собранных вместе, чтобы способствовать обмену информацией и пониманию вопросов сертификации продукции на основе стандартов на традиционные промышленные изделия.

**Оценка соответствия (conformity assessment):** Доказательство того, что заданные требования к продукции, процессу, системе, лицу или органу выполнены. Оценка соответствия включает в себя такие виды деятельности, определяемые в настоящем стандарте, как испытание, контроль и сертификация, а также аккредитация органов по оценке соответствия. Выражение “объект оценки соответствия” или “объект” используется в настоящем стандарте для обозначения конкретного материала, продукции, установки, процесса, системы, лица или органа, к которым применима оценка соответствия. Термин “продукция” включает в свое определение также понятие “услуга”.

Деятельность по оценке соответствия первой стороной (*first-party conformity assessment activity*): Деятельность по оценке соответствия, которую осуществляет лицо или организация, предоставляющее объект.

Деятельность по оценке соответствия второй стороной (*second-party conformity assessment activity*): Деятельность по оценке соответствия, которую осуществляет лицо или организация, заинтересованное в объекте как пользователь.

Деятельность по оценке соответствия третьей стороной (*third-party conformity assessment activity*): Деятельность по оценке соответствия, которую осуществляет лицо или орган, независимое от лица или организации, предоставляющего(ей) объект, и от пользователя, заинтересованного в этом объекте.

Система оценки соответствия (conformity assessment system): Правила, процедуры и менеджмент, используемые для выполнения оценки соответствия.

Схема оценки соответствия (программа оценки соответствия) (conformity assessment scheme, conformity assessment programme): Система оценки соответствия, относящаяся к определенным объектам оценки соответствия, к которым применяются одни и те же заданные требования, определенные правила и процедуры.

### **ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288—2005 Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем**

Настоящий стандарт устанавливает общие основы для описания жизненного цикла систем, созданных людьми, определяет детально структурированные процессы и соответствующую терминологию. Определенные совокупности этих процессов могут быть реализованы на любом иерархическом уровне структуры системы. Выбранные из этих совокупностей процессы могут быть использованы в течение всего жизненного цикла системы для реализации и управления отдельными стадиями жизненного цикла, что осуществляется путем вовлечения всех участников, заинтересованных в достижении конечной цели — удовлетворенности заказчиков.

В настоящем стандарте представлены также процессы, которые поддерживают определение, контроль и совершенствование процессов жизненного цикла внутри организации или в рамках какого-либо проекта. Организации и проекты могут применять эти процессы при приобретении и поставке систем.

Настоящий стандарт распространяется на системы, которые созданы человеком и состоят из одного или нескольких следующих элементов: технические средс-

тва, программные средства, люди, процессы (например, процесс оценки), процедуры (например, инструкции оператора), основные средства и природные ресурсы (например, вода, объекты живой природы, минералы).

Процессы жизненного цикла системы подразделяются на четыре группы процессов:

- процессы соглашения;
- процессы предприятия;
- процессы проекта;
- технические процессы.

Процессы соглашения состоят из:

а) Процесса приобретения, используемого организациями для приобретения продукции или получения услуг.

б) Процесса поставки, используемого организациями для поставок продукции или оказания услуг.

Данные процессы определяют действия, необходимые для достижения соглашения между двумя организациями. В результате осуществления процесса приобретения обеспечиваются условия для ведения дел с поставщиком продукции, используемой как действующей системой и службами ее поддержки, так и элементами системы, разрабатываемой в рамках проекта. В результате процесса поставки обеспечиваются условия для управления проектом, результатом которого является продукт или услуга, поставляемые приобретающей стороне.

Процессы предприятия управляют способностью организации приобретать и поставлять продукцию или услуги посредством запуска проектов, их поддержки и контроля. Процессы предприятия обеспечивают ресурсы и инфраструктуру, необходимые для осуществления проектов, и гарантируют достижение целей и исполнение обязательств организации

по соглашениям. Эти процессы не рассматриваются в качестве исчерпывающей совокупности бизнес-процессов, которые делают возможным стратегическое управление деятельностью организации.

Процессы предприятия включают в себя:

- a) процесс управления средой предприятия;
- b) процесс управления инвестициями;
- c) процесс управления процессами жизненного цикла системы;
- d) процесс управления ресурсами;
- e) процесс управления качеством.

Процессы проекта используются для установления и выполнения планов, оценки фактических достижений и продвижений проекта в соответствии с планами и для контроля выполнения проекта вплоть до его завершения. Отдельные процессы проекта могут осуществляться в любой момент жизненного цикла и на любом уровне иерархии проектов как в соответствии с проектными планами, так и с учетом непредвиденных обстоятельств. Уровень точности и формализации, с которой осуществляются процессы проекта, зависит от сложности самого проекта и проектных рисков.

Процессы проекта состоят из следующих процессов:

- a) процесс планирования проекта;
- b) процесс оценки проекта;
- c) процесс контроля проекта;
- d) процесс принятия решений;
- e) процесс управления рисками;
- f) процесс управления конфигурацией;
- g) процесс управления информацией.

Технические процессы используются для определения требований к системе, преобразования этих требований в эффективный продукт, позволяющий

осуществлять, при необходимости, устойчивое воспроизводство этого продукта, использовать его для обеспечения требуемых услуг, поддерживать обеспечение этими услугами и удалять продукт, когда он изымается из обращения.

Технические процессы определяют совокупность работ, которые позволяют в рамках задач предприятия и проекта оптимизировать прибыли и уменьшать риски, возникающие вследствие принятия технических решений и осуществления соответствующих действий. Эти работы обеспечивают условия для того, чтобы продукция и услуги были нужными и полезными, экономически выгодными, функциональными, надежными, пригодными к обслуживанию, производству и использованию и обладали другими качествами, необходимыми для того, чтобы удовлетворить требования как приобретающих организаций, так и организаций-поставщиков. Они также обеспечивают условия для того, чтобы продукция и услуги соответствовали ожиданиям или законодательным требованиям общества, включая требования к факторам здоровья, безопасности, защиты и экологии.

Технические процессы включают в себя:

- a) процесс определения требований правообладателей;
- b) процесс анализа требований;
- c) процесс проектирования архитектуры;
- d) процесс реализации элементов системы;
- e) процесс комплексирования;
- f) процесс верификации;
- g) процесс передачи;
- h) процесс валидации;
- i) процесс функционирования;
- j) процесс технического обслуживания;
- k) процесс изъятия и списания.

Шесть стадий жизненного цикла информационной системы:

- a) стадия замысла;
- b) стадия разработки;
- c) стадия производства;
- d) стадия применения;
- e) стадия поддержки применения;
- f) стадия прекращения применения и списания.

### **ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99**

#### **Информационная технология.**

#### **Процессы жизненного цикла программных средств**

Настоящий стандарт устанавливает, используя четко определенную терминологию, общую структуру процессов жизненного цикла программных средств, на которую можно ориентироваться в программной индустрии. Стандарт определяет процессы, работы и задачи, которые используются: при приобретении системы, содержащей программные средства, или отдельно поставляемого программного продукта; при оказании программной услуги, а также при поставке, разработке, эксплуатации и сопровождении программных продуктов. Понятие программных средств также охватывает программный компонент программно-аппаратных средств.

Настоящий стандарт также определяет процесс, который может быть использован при определении, контроле и модернизации процессов жизненного цикла программных средств.

Стандарт не распространяется на готовые программные продукты, если они не входят в поставляемый продукт. Стандарт предназначен для:

- заказчиков систем, программных продуктов и услуг;
- поставщиков; разработчиков; операторов; персонала сопровождения; администраторов проектов;

- администраторов, отвечающих за качество, и пользователей программных продуктов.

Стандарт определяет набор процессов, работ и задач, предназначенных для адаптации к условиям конкретных программных проектов. Процесс адаптации заключается в исключении неприменяемых в условиях конкретного проекта процессов, работ и задач. Соответствие настоящему стандарту определяется как выполнение всех процессов, работ и задач, выбранных из настоящего стандарта в процессе адаптации (приложение А), для конкретного программного проекта. Выполнение процесса или работы считается завершенным, когда выполнены все требуемые для них задачи в соответствии с предварительно установленными в договоре критериями и требованиями.

Любая организация (например, национальная, промышленная ассоциация, компания), применяющая настоящий стандарт в качестве условия обеспечения торговых сделок, обязана определить и опубликовать минимальный набор требуемых процессов, работ и задач, который обеспечивает проверку соответствия поставщика настоящему стандарту. Стандарт описывает архитектуру процессов жизненного цикла программных средств, но не определяет детали реализации или выполнения работ и задач, входящих в данные процессы.

Стандарт не предназначен для определения наименований, форматов или подробного содержания выпускаемой документации. Стандарт может требовать разработки документов одного класса или типа, например различных планов, но не предусматривает, чтобы такие документы разрабатывались или комплектовались отдельно или совместно. Решение этих вопросов оставлено на усмотрение пользователей настоящего стандарта.

Стандарт не предопределяет конкретной модели жизненного цикла или метода разработки программного средства. Пользователи, применяющие настоящий стандарт, должны сами выбирать модель жизненного цикла применительно к своему программному проекту и распределять процессы, работы и задачи, выбранные из настоящего стандарта, на данной модели; выбирать и применять методы разработки программных средств и выполнять работы и задачи, соответствующие конкретному программному проекту.

**ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93**  
**Информационная технология. Оценка  
программной продукции. Характеристики  
качества и руководства по их применению**

Стандарт определяет шесть характеристик, которые с минимальным дублированием описывают качество программного обеспечения. Данные характеристики образуют основу для дальнейшего уточнения и описания качества программного обеспечения. Руководства описывают использование характеристик качества для оценки качества программного обеспечения.

Стандарт не определяет подхарактеристики (комплексные показатели) и показатели, а также методы измерения, ранжирования и оценки. Данный стандарт придерживается определения качества по ИСО 8402.

**Оценка** (assessment) - действие по применению конкретного задокументированного критерия оценки к конкретному программному модулю, пакету или продукции с целью обусловленной приемки или выпуска программного модуля, пакета или продукции.

**Признаки (показатели)** (features) - признаки, определяющие свойства программной продукции, которые могут быть отнесены к характеристикам качества.

**Примечание** - Примеры признаков включают длину маршрута, модульность, структуру программы и комментарии.

**Программно-аппаратные средства** (firmware) - технические средства, содержащие компьютерную программу и данные, которые не могут изменяться средствами пользователя. Компьютерная программа и данные, входящие в программно-аппаратные средства, классифицируются как программное обеспечение; схемы, содержащие компьютерную программу и данные, классифицируются как технические средства.

**Уровень качества функционирования** (level of performance) - степень, в которой удовлетворяются потребности, представленные конкретным набором значений для характеристик качества.

**Измерение** (measurement) - действие по применению показателя качества программного обеспечения к конкретной программной продукции.

**Качество** (quality) - весь объем признаков и характеристик продукции или услуги, который относится к их способности удовлетворять установленным или предполагаемым потребностям (ИСО 8402).

**Программное обеспечение** (software) - программы, процедуры, правила и любая соответствующая документация, относящиеся к работе вычислительной системы.

**Программная продукция** (software product) - программный объект, предназначенный для поставки пользователю.

**Качество программного обеспечения** (software quality) - весь объем признаков и характеристик программной продукции, который относится к ее способности удовлетворять установленным или предполагаемым потребностям.

**Критерии оценки качества программного обеспечения** (software quality assessment criteria) - набор определенных и задокументированных правил и условий, которые используются для решения о приемлемости общего качества конкретной программной продукции. Качество представляется набором установленных уровней, связанных с программной продукцией.

**Характеристики качества программного обеспечения** (software quality characteristics) - набор свойств (атрибутов) программной продукции, по которым ее качество описывается и оценивается. Характеристики качества программного обеспечения могут быть уточнены на множестве уровней комплексных показателей (подхарактеристик).

**Метрика качества программного обеспечения** (software quality metric) - количественный масштаб и метод, которые могут быть использованы для определения значения признака, принятого для конкретной программной продукции.

Качество программного обеспечения может быть оценено следующими характеристиками:

1. **Функциональные возможности** (Functionality) - набор атрибутов, относящихся к сути набора функций и их конкретным свойствам. Функциями являются те, которые реализуют установленные или предполагаемые потребности.

2. **Надежность** (Reliability) - набор атрибутов, относящихся к способности программного обеспечения сохранять свой уровень качества функционирования при установленных условиях за установленный период времени. Износ или старение программного обеспечения не происходит. Ограничения надежности проявляются из-за ошибок в требованиях, проекте и реализации. Отказы из-за этих ошибок зависят от спо-

соба использования программного обеспечения и ранее выбранных версий программ.

3. **Практичность** (Usability) - набор атрибутов, относящихся к объему работ, требуемых для использования и индивидуальной оценки такого использования определенным или предполагаемым кругом пользователей.

4. **Эффективность** (Efficiencies) - набор атрибутов, относящихся к соотношению между уровнем качества функционирования программного обеспечения и объемом используемых ресурсов при установленных условиях.

5. **Сопровождаемость** (Maintainability) - набор атрибутов, относящихся к объему работ, требуемых для проведения конкретных изменений (модификаций).

6. **Мобильность** (Portability) - набор атрибутов, относящихся к способности программного обеспечения быть перенесенным из одного окружения в другое.

## **ГОСТ Р ИСО/МЭК 15910-2002.**

### **Процесс создания документации пользователя программного средства**

Настоящий стандарт по существу является стандартом на процесс. Стандарт не определяет компоновку конкретного документа, его содержание и другие аспекты комплектности документации, однако он устанавливает метод планирования и проведения процесса документирования.

Процесс документирования должен быть выполнен в два этапа в последовательности, представленной на рисунке 43. Поэтапные работы не выполняются одновременно. На отдельных этапах работы могут проводиться параллельно. Возможные итерации работ показаны пунктирными линиями. Когда минимальный состав документации определяется

заказчиком (например, с использованием ГОСТ Р ИСО 9127 или ИСО/МЭК 6592), это должно быть учтено документатором при разработке плана документирования.



Рисунок 43 - Обзор процесса документирования

Заказчик должен обеспечивать документатору доступ:

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

В обязанности документатора входит обеспечение плодотворности контактов с разработчиками программных средств заказчика, гарантирующее как минимум понимание сути выпускаемой продукции и соответствующих ей аудиторий. Документатор не отвечает за разработку, проверку или корректировку исходных материалов, а только за их получение.

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). Документатор должен обеспечить данными материалами соответствующий персонал разработчиков документации.

Обязанностью разработчика является обеспечение полноты, правильности и актуальности всех материалов, предъявляемых разработчику 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 нет необходимости возвращать все материалы; данный вопрос должен быть оговорен в договоре. В ряде случаев требуется сохранить конфиденциальность и секретность предоставленных материалов. В договоре должны быть установлены уровни (грифы) конфиденциальности или секретности материалов, представляемых заказчиком документатору.

**ГОСТ Р 51904-2002 Программное обеспечение  
встроенных систем.  
Общие требования к разработке и  
документированию**

Настоящий стандарт распространяется на процессы разработки и документирования программного обеспечения (ПО) встроенных систем реального времени. Стандарт распространяется на все действия, имеющие отношение к разработке программного обеспечения.

Настоящий стандарт применяют полностью ко всему поставляемому программному обеспечению, включая среду разработки, если контрактом не предусмотрено использование специальных стандартов для определенных заказчиком типов ПО. Стандарт неприменим для аппаратных элементов программно-аппаратного обеспечения. В рамках конкретного проекта создания ПО должны быть установлены одна или несколько моделей жизненного цикла ПО, в соответствии с кото-

рыми выбирают необходимые работы для каждого процесса, определяют последовательность их выполнения, назначают ответственных за выполнение работ.

Для конкретного проекта последовательность процессов определяется сложностью проекта, функциональными возможностями разрабатываемой системы, объемом и сложностью ПО, стабильностью требований, использованием ранее полученных результатов, стратегией разработки и возможностями аппаратных средств. Обычная последовательность процессов разработки ПО - определение требований, проектирование, кодирование и интеграция.

### ***Методы разработки ПО***

Разработчик должен использовать для всех работ по созданию ПО систематизированные, зарегистрированные методы. План разработки ПО должен содержать описание этих методов или включать в себя ссылки на источники, в которых они описаны.

### ***Стандарты ПО***

Разработчик должен разработать и использовать стандарты для представления требований, проекта, кода, тестовых вариантов, тестовых процедур и результатов тестирования. План разработки ПО должен содержать описание этой информации или ссылки на источники, в которых они описаны.

### ***Программные средства многократного использования***

Разработчик должен рассмотреть и оценить возможность применения ранее разработанных программных средств многократного использования для выполнения требований контракта. Область исследований и критерии, используемые для оценки, должны быть описаны в Плане разработки ПО. Выбранные для применения программные средства должны отвечать требованиям контракта по правам собственности.

Разработчик должен рассмотреть возможность многократного использования программных средств, разработанных по контракту, оценить и идентифицировать для заказчика выгоды и издержки такого использования в случае его совместимости с задачами проекта.

***Информационный поток  
от системных процессов к процессам ПО***

В процессе оценки безопасности системы должны быть определены возможные отказные ситуации для системы и установлены их категории, определены требования, связанные с безопасностью, которые специфицируют желаемую отказоустойчивость и реакцию системы на отказные ситуации.

Требования, связанные с безопасностью, - это часть системных требований, которые являются входной информацией для процессов жизненного цикла ПО. Для гарантии правильной реализации требований, связанных с безопасностью, системные требования должны содержать (или ссылаются на):

- описание системы и определение аппаратуры;
- системные требования, относящиеся непосредственно к ПО, включая функциональные требования, требования по эффективности и требования, связанные с безопасностью;
- уровень(ни) ПО и информацию, подтверждающую их определение, отказные ситуации, их категории и функции, выполняемые ПО;
- стратегии обеспечения безопасности и ограничения проекта, включая методы проектирования, такие как использование разбиения, многоверсионного неидентичного ПО, избыточности или мониторинга безопасности.

Процессы жизненного цикла системы могут также определять требования к процессам жизненного

цикла ПО, которые необходимы для поддержки верификации системы.

***Информационный поток от процессов ПО  
к системным процессам***

Процесс оценки безопасности системы должен определить влияние проектирования и реализации ПО на безопасность системы в целом, используя информацию, создаваемую процессами жизненного цикла ПО. Эта информация включает в себя идентификацию областей распространения отказов, требования к ПО, архитектуру ПО и источники ошибок, которые могут быть обнаружены или исключены посредством специальной организации архитектуры ПО или путем использования инструментальных средств, или другими методами, используемыми в процессе проектирования ПО. Для процесса оценки безопасности системы должна быть обеспечена трассируемость между системными требованиями и результатами проектирования ПО.

Изменения, внесенные при модификации ПО, могут воздействовать на безопасность системы и, следовательно, также должны быть идентифицированы для оценки безопасности системы.

***Определения уровня ПО по отказам***

Уровень ПО определяется возможностью возникновения потенциальных отказных ситуаций, выявленных процессом оценки безопасности системы, в результате сбоев в ПО. Уровень ПО означает, что трудозатраты, необходимые для доказательства согласованности с требованиями сертификации, меняются в зависимости от категории отказной ситуации.

Уровень А: ПО, аномальное поведение которого, как показано процессом оценки безопасности системы, вызвало бы (или способствовало бы) воз-

никновение отказа функционирования системы, приводящее к катастрофической отказной ситуации для объекта управления.

Уровень В: ПО, аномальное поведение которого, как показано процессом оценки безопасности системы, вызвало бы (или способствовало бы) возникновение отказа функционирования системы, приводящее к опасной/критической отказной ситуации для объекта управления.

Уровень С: ПО, аномальное поведение которого, как показано процессом оценки безопасности системы, вызвало бы (или способствовало бы) возникновение отказа функционирования системы, приводящее к существенной отказной ситуации для объекта управления.

Уровень D: ПО, аномальное поведение которого, как показано процессом оценки безопасности системы, вызвало бы (или способствовало бы) возникновение отказа функционирования системы, приводящее к несущественной отказной ситуации для объекта управления.

Уровень E: ПО, аномальное поведение которого, как показано процессом оценки безопасности системы, вызвало бы (или способствовало бы) возникновение отказа функционирования системы, не влияющее на эксплуатационные возможности объекта и работоспособность персонала. Если для ПО был установлен сертифицирующей организацией уровень E, то в дальнейшем для сертификации такого ПО никакие требования данного документа не являются обязательными.

### ***Анализ системных требований***

Разработчик должен принимать участие в анализе требований к системе. Если систему разрабатывают для нескольких различных построений, ее требования не могут быть полностью определены до завершения конечного построения. В этом случае разработчик должен идентифицировать подмножество требований

системы, которые будут определены в каждом построении, и подмножество, которое будет реализовано в каждом из построений. Анализ требований к системе для данного построения следует интерпретировать так, чтобы определять требования к системе, идентифицированные для данного построения.

Разработчик должен принимать участие в определении и документировании требований, которым должна удовлетворять система, и методов, которые необходимо использовать в целях гарантирования выполнения каждого требования. Результат данной работы должен быть представлен в качестве документа «Спецификация системы/подсистемы» (12.12). В зависимости от условий контракта требования относительно интерфейсов системы могут быть включены в Спецификацию системы/подсистемы или в Спецификацию требований к интерфейсу.

### ***Проектирование системы***

Разработчик должен принимать участие в проектировании системы. Если систему разрабатывают для нескольких различных построений, то ее проект не может быть полностью определен до завершения всех построений. Разработчик должен идентифицировать части проекта системы, которые будут определены в каждом построении.

Результаты должны быть включены в раздел проектных решений системного уровня документа «Описание проекта системы/подсистемы». В зависимости от условий контракта часть проекта, имеющая отношение к интерфейсам, может быть включена в Описание проекта системы/подсистемы или в Описание проекта интерфейса, а часть проекта, имеющая отношение к базам данных, - в Описание проекта системы/подсистемы или в Описание проекта базы данных.

Разработчик должен участвовать в определении и документировании проекта архитектуры системы (идентификации компонентов системы, их интерфейсов и концепции их совместного выполнения) и прослеживании соответствия между компонентами системы и системными требованиями. Результат этих работ должен быть включен в документ «Описание проекта системы/подсистемы» (12.15). В зависимости от условий контракта часть проекта, имеющая отношение к интерфейсам, может быть включена в Описание проекта системы/подсистемы или в Описание проекта интерфейса.

### ***Процесс планирования ПО***

Назначение процесса планирования ПО состоит в том, чтобы определить методы создания такого ПО, которое позволит реализовать системные требования и обеспечить уровень качества, соответствующий требованиям настоящего стандарта.

### ***Цели процесса планирования ПО:***

- а) определить конкретные виды работ процессов разработки и интегральных процессов жизненного цикла, которые позволят реализовать системные требования и создать ПО требуемого уровня;
- б) определить модели жизненного цикла ПО, включающие в себя описание взаимосвязей между процессами, последовательность их выполнения, механизмы обратной связи и критерии перехода;
- в) выбрать среду поддержки жизненного цикла, включающую в себя методы и инструментальные средства, которые нужно использовать для выполнения работ в каждом процессе жизненного цикла;
- г) в случае необходимости рассмотреть дополнительные аспекты разработки;

- д) определить стандарты разработки, позволяющие обеспечить требования по безопасности системы в части разрабатываемого ПО;
- е) разработать документы процесса планирования ПО;
- ж) координировать разработку и изменение планов ПО.

### ***Типы планов ПО***

Цель создания планов ПО состоит в том, чтобы определить средства для удовлетворения требованиям настоящего стандарта, в том числе определить организационные подразделения, которые будут выполнять эти работы. В процессе планирования должны быть разработаны следующие типы планов ПО:

- План сертификации в части ПО служит основным средством для согласования предложенных методов разработки с сертифицирующей организацией и определяет средства для выполнения требований данного документа.

- План разработки ПО определяет используемые модели жизненного цикла ПО и среду разработки ПО.

- План верификации ПО определяет средства, с помощью которых будут удовлетворены цели процесса верификации ПО.

- План квалификационного тестирования ПО определяет порядок выполнения квалификационного тестирования ПО.

- План управления конфигурацией ПО определяет средства, с помощью которых будут удовлетворены цели процесса управления конфигурацией ПО.

- План обеспечения качества ПО определяет средства, с помощью которых будут удовлетворены цели процесса обеспечения качества ПО.

- План установки ПО определяет действия по установке разработанного ПО на рабочих местах поль-

зователей, включая подготовку и обучение персонала и адаптацию существующих систем.

- План передачи ПО определяет аппаратное обеспечение и ПО, а также другие ресурсы, необходимые для поддержки жизненного цикла передаваемого ПО, и описывает планы разработчиков для поставки передаваемых элементов через организации, осуществляющие поддержку.

Планы ПО должны соответствовать требованиям настоящего стандарта, устанавливать процедуры, используемые для реализации требуемых изменений в ПО до его применения на сертифицируемом объекте. Такие изменения могут быть результатом обратной связи от других процессов и могут, в свою очередь, вызывать изменение планов ПО. Планы ПО должны определять критерии переходов между процессами жизненного цикла ПО путем указания:

- входных данных для процесса, включая обратную связь от других процессов;
- действий интегральных процессов, которые могут потребоваться для обработки этих входных данных;
- необходимых инструментальных средств, методов, стандартов и процедур.

### ***Среда разработки ПО***

Среда разработки - важный фактор создания ПО высокого качества. Разработчик должен установить, контролировать и сопровождать среду разработки ПО. Разработчик должен гарантировать, что каждый элемент среды корректно выполняет предназначенные функции. Основные принципы выбора методов и инструментальных средств среды разработки ПО следующие:

- в процессе планирования ПО должна быть выбрана такая среда программирования, которая минимизирует потенциальный риск применения конечного программного средства;

- использование аттестованных инструментальных средств или комбинаций инструментальных средств и частей среды разработки ПО должно обеспечивать уверенность в том, что ошибка, внесенная одной частью, будет обнаружена другой. Среда разработки ПО считается приемлемой, если такие части используются согласованно;

- при определении работ процесса верификации ПО или стандартов разработки ПО необходимо учитывать уровень ПО для того, чтобы минимизировать число потенциальных ошибок, связанных со средой программирования;

- если сертификационное доверие к использованию определенной комбинации инструментальных средств достаточно высокое, то применение этих инструментальных средств должно быть определено в соответствующем плане;

- если дополнительные возможности (опции) инструментальных средств разработки ПО выбраны для использования в проекте, то эффект их применения должен быть рассмотрен и определен в соответствующем плане.

### ***Стандарты разработки ПО***

Целью стандартов разработки ПО является определение правил и ограничений для процессов разработки. К стандартам разработки ПО относятся стандарты на требования к ПО, проектирование и кодирование ПО. Процесс верификации ПО использует эти стандарты для оценки соответствия фактических выходных данных некоторого процесса ожидаемым результатам. Стандарты разработки ПО должны:

- удовлетворять требованиям настоящего стандарта;

- обеспечивать единообразие разработки компонентов ПО данного программного продукта или необходимого набора средств;

- исключать использование конструкций или методов, результаты которых не могут быть верифицированы или несовместимы с требованиями безопасности.

### ***Процесс управления конфигурацией ПО***

Процесс управления конфигурацией ПО должен быть выполнен так, как определено процессом планирования ПО (документом «План управления конфигурацией ПО»). Выходные результаты процесса управления конфигурацией фиксируют в Протоколах управления конфигурацией ПО или в других документах жизненного цикла.

Разработчик должен осуществлять управление конфигурацией ПО в соответствии с нижеперечисленными требованиями. Если систему или ЭКПО разрабатывают для нескольких построений, то программные средства для каждого из построений могут иметь изменения или дополнения по отношению к программным средствам предыдущих построений. Управление конфигурацией ПО в каждом построении следует понимать как состояние программных средств и контроля в точке начала построения.

Процесс управления конфигурацией, выполняемый совместно с другими процессами жизненного цикла ПО, направлен на достижение основных целей, а именно на то, чтобы обеспечить:

- определяемую и управляемую конфигурацию ПО на протяжении жизненного цикла;

- целостность при тиражировании исполняемого объектного кода для производства ПО или, в случае необходимости, его повторной генерации для проведения исследований или модификации;

- управление входными и выходными данными процесса в течение жизненного цикла, что гарантирует непротиворечивость и повторяемость работ в процессах;

- контрольную точку для проверки, оценки состояния и контроля изменений посредством управления элементами конфигурации и определения базовой линии;

- контроль над тем, чтобы дефектам и ошибкам было уделено внимание, а изменения были зарегистрированы, утверждены и реализованы;

- оценку соответствия программного средства требованиям;

- надежное физическое архивирование, восстановление и сопровождение элементов конфигурации.

### ***Процесс обеспечения качества ПО***

Процесс обеспечения качества ПО должен быть выполнен в соответствии с процессом планирования ПО и документом «План обеспечения качества ПО». Выходные результаты процесса обеспечения качества представлены в Протоколах обеспечения качества ПО или в других документах жизненного цикла ПО. Процесс обеспечения качества оценивает процессы жизненного цикла ПО, их выходные результаты и гарантирует, что цели этих процессов удовлетворены, отклонения от установленных требований обнаружены, оценены, прослежены, разрешены и что программные средства и документы жизненного цикла ПО соответствуют сертификационным требованиям. Работы процесса обеспечения качества должны быть выполнены разработчиком.

Если систему или ЭКПО разрабатывают для нескольких различных построений, работы и программные средства для каждого построения следует оценивать для целей данного конкретного построения.

Работы или программное средство, соответствующее этим целям, можно считать удовлетворительным даже в случае отсутствия информации для разработки в более поздних построениях. Планирование обеспечения качества ПО в данном случае должно быть включено в планирование разработки

Цель процесса обеспечения качества - обеспечить уверенность в том, что:

- а) процессы разработки ПО и интегральные процессы выполняют по утвержденным планам ПО и стандартам;
- б) критерии перехода для процессов жизненного цикла ПО удовлетворены;
- в) просмотр соответствия программного средства выполнен для каждого программного средства, разрабатываемого в соответствии с требованиями настоящего стандарта и условиями контракта.

Состав работ, выполняемых в процессе обеспечения качества ПО:

- а) процесс обеспечения качества должен играть активную роль в работах процессов жизненного цикла ПО на всех этапах жизненного цикла, обладая при этом необходимыми полномочиями, ответственностью и независимостью, чтобы гарантировать удовлетворение целям процесса обеспечения качества;
- б) процесс обеспечения качества должен гарантировать, что планы ПО и стандарты разработаны и проверены на непротиворечивость;
- в) процесс обеспечения качества должен гарантировать, что процессы жизненного цикла ПО выполнены в соответствии с утвержденными планами ПО и стандартами;
- г) процесс обеспечения качества должен включать в себя аудиты процессов разработки ПО и интегральных

процессов в течение жизненного цикла ПО, позволяющие гарантировать, что:

- 1) разработаны планы ПО;
  - 2) обнаружены, зарегистрированы, прослежены и утверждены заказчиком отклонения в выполнении требований планов ПО и стандартов;
  - 3) зарегистрированы принятые отклонения;
  - 4) обеспечена среда разработки ПО в соответствии с определением в планах ПО;
  - 5) отчетность о дефектах, трассируемость и корректирующие действия соответствуют Плану управления конфигурацией ПО;
  - 6) ввод данных, требуемых для процессов жизненного цикла ПО, находится под контролем постоянно выполняемого процесса оценки безопасности системы;
- д) процесс обеспечения качества должен гарантировать, что критерии переходов для процессов жизненного цикла ПО были удовлетворены в соответствии с утвержденными планами ПО;
- е) процесс обеспечения качества должен гарантировать, что для документов жизненного цикла ПО осуществлен контроль в соответствии с категориями контроля;
- ж) должен быть проведен просмотр согласованности ПО до поставки программных средств, представленных для сертификации;
- з) должны быть выполнены работы, связанные с отчетностью по работам процесса обеспечения качества, включающие в себя результаты аудита и доказательство завершения просмотра согласованности ПО для каждого программного средства, представленного для сертификации.

### ***Процесс сертификационного сопровождения***

Цель процесса сертификационного сопровождения - установить взаимодействие и взаимопонимание между соискателем и сертифицирующей организацией для поддержки процесса сертификации. Процесс сертификационного сопровождения выполняют так, как определено процессом планирования ПО и Планом сертификации в части ПО.

Соискатель предлагает средства согласования, которые показывают, что система будет удовлетворять сертификационному базису. План сертификации в части ПО определяет аспекты ПО прикладной системы или оборудования применительно к предлагаемым средствам согласования. Этот план устанавливает также уровни ПО, которые определяются процессом оценки безопасности системы. Соискатель должен:

- передать План сертификации в части ПО и другие требуемые документы для просмотра сертифицирующей организации в тот момент времени, когда влияние изменений минимально, т.е. когда они могут быть проведены в рамках проектных ограничений;

- разрешить разногласия, идентифицируемые сертифицирующей организацией, касающиеся аспектов сертификации;

- получить согласие сертифицирующей организации на реализацию Плана сертификации в части ПО.

Соискатель должен обеспечить доказательства того, что процессы жизненного цикла ПО удовлетворяют требованиям планов ПО. Эти доказательства могут включать в себя просмотры и обсуждения работ, составляющих процессы жизненного цикла ПО, и, в случае необходимости, документов жизненного цикла ПО, проводимые с соискателем или его поставщиками. Соискатель должен:

- разрешить спорные вопросы, поднятые сертифицирующей организацией и являющиеся результатом выполненных ею просмотров;

- передать итоговый документ разработки ПО и указатель конфигурации ПО сертифицирующей организации;

- передать или сделать доступными другие документы и доказательства соответствия, требуемые сертифицирующей организацией.

### ***План сертификации в части ПО***

План сертификации в части ПО, в первую очередь, предназначен для использования сертифицирующей организацией с целью определить, что предлагаемый соискателем жизненный цикл ПО соответствует требованиям для разработки ПО указанного уровня. Этот план должен иметь следующие разделы:

а) **Обзор системы.** Этот раздел представляет обзор системы, включающий в себя описание ее функций и их распределения между аппаратным и программным обеспечением, архитектуру, используемые процессоры, аппаратно-программные интерфейсы и особенности обеспечения безопасности.

б) **Обзор ПО.** Этот раздел кратко описывает функции ПО, уделяя особое внимание предлагаемым концепциям обеспечения безопасности и разбиения структуры, например совместное использование ресурсов, резервирование, многоверсионное программирование, обеспечение отказоустойчивости, стратегия синхронизации и планирования выполнения ПО.

в) **Вопросы сертификации.** Этот раздел описывает сертификационный базис, включая средства доказательства соответствия разработки ПО требованиям сертификации ПО; раздел также устанавливает предлагаемые уровни ПО (уровни критичности) и сумми-

рует пояснения, обеспечивающие процесс оценки безопасности системы, включая потенциальный вклад ПО в создание отказных ситуаций.

г) **Жизненный цикл ПО.** Этот раздел определяет используемую модель жизненного цикла ПО, которая должна быть выполнена и которую контролируют процессы жизненного цикла ПО, детализируемая информация для последних определена в соответствующих планах ПО. Данный раздел поясняет то, каким образом должны быть удовлетворены цели каждого процесса жизненного цикла, и точно определяет организации, участвующие в разработке, организационную ответственность, а также ответственность за процессы жизненного цикла системы и процесс сертификационного взаимодействия.

д) **Документы жизненного цикла ПО.** Этот раздел точно специфицирует документы жизненного цикла ПО, которые должны быть разработаны и должны контролироваться процессами жизненного цикла ПО. Данный раздел также описывает отношения между этими документами или другими документами, определяющими систему, документами жизненного цикла, представляемыми на рассмотрение сертифицирующей организации, форму документов и способ, посредством которого документы жизненного цикла становятся доступными для сертифицирующей организации.

е) **План-график.** Этот раздел описывает средства соискателя, которые должны обеспечивать прозрачность работ процессов жизненного цикла ПО для сертифицирующей организации (в целях планирования просмотров).

ж) **Дополнительные вопросы.** Этот раздел описывает специфические особенности, которые могут влиять на процесс сертификации, например:

- 1) альтернативные методы согласования;
- 2) аттестация инструментальных средств;
- 3) использование ранее разработанного ПО;
- 4) использование ПО, разработанного в обязательном порядке;
- 5) использование модифицируемого пользователем ПО;
- 6) использование коммерчески доступного ПО;
- 7) использование ПО, загружаемого в полевых условиях;
- 8) использование многоверсионного неидентичного ПО.

### ***План разработки ПО***

План разработки ПО содержит описание целей, стандартов и модели жизненного цикла ПО, которые должны быть использованы в процессах разработки ПО. Этот план может быть включен в План сертификации в части ПО. План разработки ПО должен включать в себя следующие разделы:

- а) Стандарты: идентификация стандартов на разработку требований к ПО, стандартов на процесс проектирования ПО, стандартов кодирования ПО для данного проекта, а также ссылки на стандарты для ранее разработанного ПО, включая коммерчески доступное ПО, если эти стандарты различаются.
- б) Жизненный цикл ПО: описание процессов жизненного цикла ПО, которые должны быть использованы для формирования конкретного жизненного цикла данного проекта, включая критерии перехода между процессами ПО. Это описание отличается от резюме в Плане сертификации в части ПО тем, что оно содержит подробности, необходимые для гарантии соответствующей реализации процессов жизненного цикла ПО.

в) Среда разработки ПО: обоснование выбора используемой среды разработки ПО в аппаратной и программной частях, включая:

- 1) выбор методов и средств разработки требований;
- 2) выбор методов и средств проектирования ПО;
- 3) выбор языков программирования, средств кодирования, компиляторов, редакторов связей и загрузчиков;
- 4) аппаратную поддержку для инструментальных средств.

### **ГОСТ Р ИСО-МЭК ТО 9294-93**

#### **Руководство по управлению документированием программного обеспечения**

Данный стандарт представляет собой руководство по документированию программного обеспечения для тех руководителей, которые отвечают за производство программного обеспечения или программной продукции. Руководство предназначено для помощи руководителям в обеспечении эффективного проведения документирования в их организациях. Стандарт направлен на определение стратегий, стандартов, процедур, ресурсов и планов, которыми должны заниматься сами руководители для того, чтобы эффективно управлять документированием программного обеспечения.

Руководство предназначено для применения ко всем типам программного обеспечения - от простейших программ до наиболее сложного программного набора или системы программного обеспечения. Охвачены все типы программной документации, относящиеся ко всем стадиям жизненного цикла программного обеспечения.

Руководители принимают на себя организацию работ по документированию и осуществляют поддержку этих работ в стратегиях, стандартах, процедурах, распределении ресурсов и планах, которыми они

определяются. Эффективность выполнения руководящей роли можно рассматривать как основанную на трех элементах:

1) Руководящая обязанность по документированию. Данная обязанность требует признания того, что программная документация важна и что ее следует планировать, описывать, проверять, утверждать, выпускать, распространять и сопровождать.

2) Руководящая поддержка обязанностей персонала по документированию. Для этого требуется руководство и стимулирование персонала при проведении требуемого документирования и обеспечение его ресурсами для содействия в данной работе.

3) Признаки руководящих обязанностей и поддержки. Для этого требуется обеспечить:

- а) опубликованные официальные отчеты о стратегии документирования;
- б) стандарты и руководства, определяющие все аспекты документирования программного обеспечения;
- в) опубликованные процедуры документирования;
- г) выделение соответствующих ресурсов для документирования;
- д) планирование документирования, осуществляемое как неотъемлемая часть процесса разработки программного обеспечения;
- е) постоянную проверку, осуществляемую для обеспечения соответствия со стратегией, стандартами, процедурами и планами по документированию.

#### ***Функции программной документации***

Для эффективного управления документированием программного обеспечения важно осознавать различные функции, выполняемые документацией. Программную документацию можно рассматривать как имеющую шесть основных функций:

- 1) информация для управления;
- 2) связь между задачами;
- 3) обеспечение качества;
- 4) инструкции и справки;
- 5) сопровождение программного обеспечения;
- 6) исторические справки.

Во время разработки программного обеспечения администрации необходимо оценивать ход работы, возникающие проблемы и вероятности развития процесса. Периодические отчеты, согласно которым проверяют ход работ по графику и представляют планы на следующий период, обеспечивают контрольные механизмы и обзор проекта.

#### *Связь между задачами*

Большинство проектов разработки программного обеспечения разделяется на задачи, зачастую выполняемые различными группами. В типовом варианте:

- **специалисты в предметной области** начинают проект;
- **аналитики** формулируют требования к системе;
- **проектировщики** разрабатывают системный и программный проекты;
- **специалисты по изданиям** создают пользовательскую документацию в соответствии со стратегией и стандартами по документированию;
- **специалисты по обеспечению качества и ревьюеры** оценивают общую полноту и качество функционирования программного обеспечения;
- **сопровождающие программисты** улучшают эксплуатируемое программное обеспечение и разрабатывают его изменения или расширения.

Этим людям необходимы средства общения друг с другом, обеспечивающие информацию, которую

можно, при необходимости, воспроизводить, распространять и на которую можно ссылаться.

Большинство методологий разработки программного обеспечения устанавливают официальные документы для связи между задачами. Например, аналитики представляют официальные спецификации требований для проектировщиков, а проектировщики выдают официальные проектные спецификации для программистов.

### ***Установление стратегии документирования***

Стратегии документирования, подготовленные и отслеживаемые главной администрацией, обеспечивают руководства для ответственных лиц, принимающих решения на всех нижних уровнях. Стратегия обеспечивает главное направление, но не дает рекомендаций, что делать или как это делать.

Из-за существенной роли, которую играет документация на всех стадиях жизненного цикла программного обеспечения, должна быть подготовлена официально утвержденная стратегия. Каждый затронутый стратегией должен быть информирован о ней и должен ее понимать. Официальная, описанная, разрекламированная стратегия устанавливает дисциплину, требуемую для эффективного документирования программного обеспечения. Стратегия должна поддерживать основные элементы эффективного документирования:

1) **Требования документации охватывают весь жизненный цикл программного обеспечения.** Документация требуется на ранних стадиях проекта и должна быть доступна и сопровождаться на всем протяжении процесса разработки программного обеспечения. После завершения процесса разработки документация необходима для использования, сопровождения, модернизации, преобразования или передачи программного обеспечения;

2) **Документирование должно быть управляемым.** Управление и контроль требуются для получения и сопровождения документации. Руководители и специалисты по изданиям должны подготовить подробные планы, охватывающие документирование продукции, графиков, обязанностей, ресурсов, обеспечения качества и процедур проверок;

3) **Документация должна соответствовать ее читательской аудитории.** Читателями могут быть руководители, аналитики, специалисты по экспертным системам, сопровождающие программисты, канцелярский персонал и т.д. 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 документации, предназначенные для различных читателей;

4) **Работы по документированию должны быть объединены в общий процесс разработки программного обеспечения.** Процесс разработки должен быть определен;

5) **Должны быть определены и использованы стандарты по документированию.** По возможности, должны быть приняты существующие стандарты. Когда подходящие стандарты отсутствуют, должны быть разработаны требуемые стандарты и руководства;

6) **Должны быть определены средства поддержки.** Должны быть использованы там, где это экономически целесообразно, средства, помогающие разработке и сопровождению программной продукции, включая документацию.

### **Определение стандартов и руководств по документированию**

Внутри организации должны быть приняты стандарты и руководства для:

- модели жизненного цикла программного обеспечения;
- типов и взаимосвязей документов;
- содержания документа;
- качества документа;
- форматов документа;
- обозначения документа.

Данные стандарты и руководства будут определять, как следует выполнять задачи документирования, и будут обеспечивать критерии для оценки полноты, полезности и соответствия программной документации, создаваемой в организации. По возможности, должны быть приняты действующие международные и национальные стандарты. Если подходящие стандарты отсутствуют, то организация должна разработать собственные.

Большинство стандартов и руководств выдают рекомендации, которые применимы на общем уровне. Зачастую будут требоваться управленческие решения для адаптации общих рекомендаций к конкретным проектам. Применение стандартов, распространяющихся на организацию документирования, облегчит руководителям проекта определение следующих вопросов:

- какие типы документов требуются?
- каков объем представляемой документации?
- что документы содержат?
- какой уровень качества будет достигнут?
- где документы будут созданы?
- как документы будут храниться, сопровождаться и обращаться?

Если возможен контракт на программное обеспечение, контракт должен требовать, чтобы документация удовлетворяла принятым стандартам. Он должен определять типы поставляемых документов, уровень качества каждого и процедуры их проверки и утверждения.

### ***Установление процедур документирования***

Должны быть установлены процедуры для применяемых в организациях стратегий документирования. Процедуры определяют последовательность документирования:

- планирование;
- подготовка;
- конфигурационное управление;
- проверка;
- утверждение;
- производство;
- хранение;
- дублирование;
- распространение и модернизация;
- продажа.

Процедуры также должны определять контрольные пункты и методы обеспечения качества.

### ***Планирование документирования***

План документирования определяет, что должно быть сделано, как это должно быть сделано, когда это должно быть сделано и кто это должен делать. План документирования может быть частью общего плана проектирования или отдельным документом. Для небольших, неофициальных проектов план может быть всего на одной странице. 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 и до всех, кого он касается. Должны быть четко установлены обязанности всех вовлеченных в работу, связанную с документированием. План должен включать в себя изложение:

- общей структуры документации;
- типов и содержания документов;
- качества и форматов документов;
- обозначения документов;
- комплектности и хранения документов;
- обращения документов;
- графика документирования.

График документирования должен распределять время для:

- планирования документов;
- проверки плана документирования и принципов документирования;
- подготовки проектов и проверки их на техническую точность, полноту и соответствие;
- редактирования при внесении комментариев, появившихся при проверке;
- проведения согласования;
- перевода (например, с японского на французский);
- распространения.

Планирование следует начинать заранее, и план необходимо проверять на всем протяжении проекта. Подобно любому плану план документирования отражает намечаемые действия и является объектом для необходимых изменений. В проекте должны быть предусмотрены регулярные проверки результативности изменений в плане.

## 7.2 Основы сертификации программной продукции

**Сертификация** – комплекс действий, в результате которых посредством специального документа – сертификата или знака соответствия – подтверждается соответствие продукции требованиям международных или национальных стандартов. Является важной мерой повышения конкурентоспособности.

**Сертификация** – Деятельность по подтверждению соответствия продукции, процессов или услуг установленным требованиям. Сертификация в переводе с латыни означает «сделано верно».

**Добровольная сертификация** проводится по инициативе самого предприятия – изготовителя продукции с целью повышения конкурентоспособности продукции или по требованию продавца, а также потребителя.

**Обязательная сертификация** является прерогативой государства и направлена на обеспечение качества и безопасности продукции.

### *Цели подтверждения соответствия*

Подтверждение соответствия осуществляется в целях:

- удостоверения соответствия продукции, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работ, услуг или иных объектов техническим регламентам, стандартам, сводам правил, условиям договоров;
- содействия приобретателям, в том числе потребителям, в компетентном выборе продукции, работ, услуг;
- повышения конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;
- создания условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории Российской Фе-

дерации, а также для осуществления международного экономического, научно-технического сотрудничества и международной торговли.

### ***Принципы подтверждения соответствия***

Подтверждение соответствия осуществляется на основе принципов:

- доступности информации о порядке осуществления подтверждения соответствия заинтересованным лицам;
- недопустимости применения обязательного подтверждения соответствия к объектам, в отношении которых не установлены требования технических регламентов;
- установления перечня форм и схем обязательного подтверждения соответствия в отношении определенных видов продукции в соответствующем техническом регламенте;
- уменьшения сроков осуществления обязательного подтверждения соответствия и затрат заявителя;
- недопустимости принуждения к осуществлению добровольного подтверждения соответствия, в том числе в определенной системе добровольной сертификации;
- защиты имущественных интересов заявителей, соблюдения коммерческой тайны в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия;
- недопустимости подмены обязательного подтверждения соответствия добровольной сертификацией.

### ***Знаки соответствия***

1. Объекты сертификации, сертифицированные в системе добровольной сертификации, могут маркироваться знаком соответствия системы добровольной сертификации. Порядок применения такого знака соответствия устанавливается правилами соответствующей системы добровольной сертификации.

2. Применение знака соответствия национальному стандарту осуществляется заявителем на добровольной основе любым удобным для заявителя способом в порядке, установленном национальным органом по стандартизации.

3. Объекты, соответствие которых не подтверждено в порядке, установленном настоящим Федеральным законом, не могут быть маркированы знаком соответствия.

Знак соответствия национальному стандарту представлен на рисунке 44.



Рисунок 44 - Знак соответствия  
национальному стандарту

Знак соответствия Таможенного союза (Знак Евразийского Соответствия, ЕАС, ЕАС) представлен на рисунке 45.



Рисунок 45 – Знак соответствия Таможенного союза  
(Знак Евразийского Соответствия, ЕАС, ЕАС)

### ***Обязательное подтверждение соответствия***

Обязательное подтверждение соответствия проводится только в случаях, установленных соответствующим техническим регламентом, и исключительно на соответствие требованиям технического регламента. Объектом обязательного подтверждения соответствия может быть только продукция, выпускаемая в обращение на территории Российской Федерации.

Форма и схемы обязательного подтверждения соответствия могут устанавливаться только техническим регламентом с учетом степени риска недостижения целей технических регламентов.

Декларация о соответствии и сертификат соответствия имеют равную юридическую силу и действуют на всей территории Российской Федерации в отношении каждой единицы продукции, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации во время действия декларации о соответствии или сертификата соответствия, в течение срока годности или срока службы продукции, установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Работы по обязательному подтверждению соответствия подлежат оплате на основании договора с заявителем. Стоимость работ по обязательному подтверждению соответствия продукции определяется независимо от страны и (или) места ее происхождения, а также лиц, которые являются заявителями.

### ***Обязательная сертификация***

Обязательная сертификация осуществляется органом по сертификации на основании договора с заявителем. Схемы сертификации, применяемые для сертификации определенных видов продукции, устанавливаются соответствующим техническим регламентом. Круг заявителей устанавливается соответствующим

техническим регламентом. Соответствие продукции требованиям технических регламентов подтверждается сертификатом соответствия, выдаваемым заявителем органом по сертификации.

Сертификат соответствия включает в себя:

- наименование и местонахождение заявителя;
- наименование и местонахождение изготовителя продукции, прошедшей сертификацию;
- наименование и местонахождение органа по сертификации, выдавшего сертификат соответствия;
- информацию об объекте сертификации, позволяющую идентифицировать этот объект;
- наименование технического регламента, на соответствие требованиям которого проводилась сертификация;
- информацию о проведенных исследованиях (испытаниях) и измерениях;
- информацию о документах, представленных заявителем в орган по сертификации в качестве доказательств соответствия продукции требованиям технических регламентов;
- срок действия сертификата соответствия;
- информацию об использовании или о неиспользовании заявителем национальных стандартов, включенных в перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента.

Сертификат соответствия выдается на серийно выпускаемую продукцию, на отдельно поставляемую партию продукции или на единичный экземпляр продукции.

Срок действия сертификата соответствия определяется соответствующим техническим регламентом и исчисляется со дня внесения сведений о сертификате соответствия в единый реестр сертификатов соответствия.

Форма сертификата соответствия утверждается федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию.

***Орган по сертификации:***

- привлекает на договорной основе для проведения исследований (испытаний) и измерений аккредитованные испытательные лаборатории (центры);
- осуществляет контроль за объектами сертификации, если такой контроль предусмотрен соответствующей схемой обязательной сертификации и договором;
- ведет реестр выданных им сертификатов соответствия;
- информирует соответствующие органы государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов о продукции, поступившей на сертификацию, но не прошедшей ее;
- выдает сертификаты соответствия, приостанавливает или прекращает действие выданных им сертификатов соответствия и информирует об этом федеральный орган исполнительной власти, организующий формирование и ведение единого реестра сертификатов соответствия, и органы государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов;
- обеспечивает предоставление заявителям информации о порядке проведения обязательной сертификации;
- определяет стоимость работ по сертификации, выполняемых в соответствии с договором с заявителем;
- в порядке, установленном соответствующим техническим регламентом, принимает решение о продлении срока действия сертификата соответствия, в том числе по результатам проведенного контроля за сертифицированными объектами;

- осуществляет отбор образцов для целей сертификации и представляет их для проведения исследований (испытаний) и измерений в аккредитованные испытательные лаборатории (центры) или поручает осуществить такой отбор аккредитованным испытательным лабораториям (центрам);

- подготавливает заключение, на основании которого заявитель вправе принять декларацию о соответствии по результатам проведенных исследований (испытаний), измерений типовых образцов выпускаемой в обращение продукции и технической документации на данную продукцию.

***Органы государственного контроля  
(надзора) за соблюдением требований  
технических регламентов***

1. Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов осуществляется федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченными на проведение государственного контроля (надзора) в соответствии с законодательством Российской Федерации (далее - органы государственного контроля (надзора)).

2. Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов осуществляется должностными лицами органов государственного контроля (надзора) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Ответственность за несоответствие продукции или связанных с требованиями к ней процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации требованиям технических регламентов:

1. За нарушение требований технических регламентов изготовитель (исполнитель, продавец, лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя) несет ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

2. В случае неисполнения предписаний и решений органа государственного контроля (надзора) изготовитель (исполнитель, продавец, лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя) несет ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

3. В случае, если в результате несоответствия продукции требованиям технических регламентов, нарушение требований технических регламентов при осуществлении связанных с требованиями к продукции процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации причинен вред жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений или возникла угроза причинения такого вреда, изготовитель (исполнитель, продавец, лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя) обязан возместить причиненный вред и принять меры в целях недопущения причинения вреда другим лицам, их имуществу, окружающей среде в соответствии с законодательством Российской Федерации.

***Федеральный информационный фонд  
технических регламентов и стандартов***

Технические регламенты документы национальной системы стандартизации, международные стандарты, правила стандартизации, нормы стандартизации и рекомендации по стандартизации, национальные

стандарты других государств и информация о международных договорах в области стандартизации и подтверждения соответствия и о правилах их применения составляют Федеральный информационный фонд технических регламентов и стандартов. Федеральный информационный фонд технических регламентов и стандартов является государственным информационным ресурсом.

### ***Порядок сертификации программной продукции***

Сертификация программных средств проводится специализированными органами, имеющими государственную аккредитацию на осуществление соответствующей деятельности. Разработчики программ будут обладать серьезным конкурентным преимуществом, выделяющим программный продукт среди других при наличии сертификата соответствия, подтверждающего качество программных средств.

Сертификация проводится для подтверждения соответствия программного продукта государственным стандартам в области информационных технологий (набор стандартов, на соответствие которым будет проверяться программные средства, согласуется с заказчиком), требованиям технических условий, технического задания. Список нормативных документов, на соответствие которым проверялись программные средства, приводится в сертификате.

### ***Процесс сертификации программной продукции***

Процесс сертификации программного обеспечения включает в себя следующие этапы:

1. Подача заказчиком заявки на сертификацию.
2. Принятие решения по заявке на сертификацию, в том числе назначение экспертов на проведение основных работ по сертификации из числа экспертов органа по сертификации.

3. Оформление договора на проведение работ по сертификации.

4. Разработка методики проведения сертификационных испытаний ПС и согласование этой методики с заказчиком.

5. Проведение сертификационных испытаний ПС.

6. Принятие решения о выдаче Сертификата соответствия либо об отказе в выдаче Сертификата соответствия.

7. Оформление Сертификата соответствия.

Сертификационные испытания программных средств осуществляется в два этапа:

1. Технологические испытания. Проводятся с использованием современных методов и средств по формализованным правилам, удостоверяющим соответствие реальных количественных и качественных показателей тем, которые зафиксированы в научно-технической документации или программной документации;

2. Оценка, проводимая экспертами.

В ходе испытаний выполняется:

1. Идентификация объекта испытаний путем проверки характеристик идентификации программного средства (полное название программы, версия и дата выпуска, сведения о разработчике программного продукта, сведения о входящих в состав компонентах, основные выполняемые функции, состав программной документации).

2. Инсталляция путем установки программного продукта на компьютеры, на которые до этого данный программный продукт не был установлен.

3. Экспертиза программной документации на соответствие требованиям Государственных стандартов ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000 (п. 3.2), ГОСТ Р ИСО 9127-94 (п.п. 5, 6.1, 6.3-6.5).

4. Проверка и оценка качества сертифицируемого программного продукта в соответствии с требованиями нормативных документов (список документов определяется в процессе разработки методики), проверка программного продукта на соответствие выполняемых функций по руководству пользователя и требованиям технического задания.

## Литература

1. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ “О техническом регулировании” (с изменениями и дополнениями).
2. Федеральный закон от 29 июня 2015 г. N 162-ФЗ “О стандартизации в Российской Федерации”.
3. Федеральный закон от 27 июля 2006 года N 149-ФЗ “Об информации, информационных технологиях и о защите информации”.
4. Постановление Правительства РФ от 19 ноября 2003 г. N 696 “О знаке обращения на рынке”.
5. Постановление Госстандарта РФ от 30.01.2004 N 4 “О национальных стандартах”.
6. Распоряжение Правительства РФ от 24 сентября 2012 г. N 1762-р «Об одобрении Концепции развития национальной системы стандартизации РФ на период до 2020 г.»
7. ГОСТ 34.201-89 Виды, комплектность и обозначения документов при создании автоматизированных систем.
8. ГОСТ 34.320-96 Концепции и терминология для концептуальной схемы и информационной базы.
9. ГОСТ 34.321-96 Информационные технологии. Система стандартов по базам данных. Эталонная модель управления.
10. ГОСТ 34.601-90 Автоматизированные системы. Стадии создания.
11. ГОСТ 34.602-89 Техническое задание на создание автоматизированной системы (Взамен ГОСТ 24.201-85)
12. ГОСТ 34.603-92 Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем.
13. РД 50-34.698-90 Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

14. Википедия.
15. ГОСТ Р 1.0-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения.
16. ГОСТ Р 1.2-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления и отмены.
17. ГОСТ Р 1.4-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.
18. ГОСТ Р 1.5-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.
19. ГОСТ Р 1.9-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Знак соответствия национальным стандартам Российской Федерации. Изображение. Порядок применения.
20. ГОСТ Р 1.10-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Правила стандартизации и рекомендации по стандартизации. Порядок разработки, утверждения, изменения, пересмотра и отмены.
21. ГОСТ Р 1.12-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения.
22. ГОСТ Р 1.13-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Уведомления о проектах документов в области стандартизации. Основные положения.
23. ГОСТ Р 1.6-2006. Стандартизация в Российской Федерации. Проекты стандартов. Организация проведения экспертизы.
24. ГОСТ Р 53603-2009. “Оценка соответствия. Схемы сертификации продукции в Российской Федерации”, утвержденный приказом Росстандарта от 15 декабря 2009 г. N 920-ст.

25. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000 Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование.
26. ГОСТ Р ИСО-МЭК 12207-99. Процессы жизненного цикла программных средств.
27. ГОСТ Р ИСО-МЭК 15271-02. Руководство по применению ГОСТ Р ИСО-МЭК 12207.
28. ГОСТ Р ИСО-МЭК 15288-2005. Процессы жизненного цикла систем.
29. ГОСТ Р ИСО-МЭК 15910-2002. Процесс создания документации пользователя программного Средства.
30. ГОСТ Р 51904-2002. Программное обеспечение встроенных систем. Общие требования к разработке и документированию.
31. ГОСТ Р ИСО-МЭК 9126-93. Характеристики качества и руководства по их применению.
32. ГОСТ Р ИСО 9127-94. Системы обработки информации. Документация пользователя и информация на упаковке для потребительских программных пакетов.
33. ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 9294-93. Руководство по управлению документированием программного обеспечения.
34. ГОСТ РВ 0015-002-2012. Система разработки и постановки продукции на производство военной техники. Системы менеджмента качества. Общие требования.
35. РД 50-34.698-90 .Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.
36. ГОСТ ISO 9000-2011. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
37. ГОСТ ISO 9001-2011. Системы качества. Модель обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании.

38. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению.

39. ИСО/МЭК 2382-1-93\*. Информационная технология. Словарь. Часть 1. основополагающие термины.

40. ИСО/МЭК 2382-20-90\*. Информационная технология. Словарь. Часть 20. Разработка систем.

41. ИСО 8402-86. Качество. Словарь.

42. ИСО 8402-94\*. Управление качеством и обеспечение качества. Словарь.

43. Бочаров В.В., Морозов А.В. К вопросу о стандартизации и сертификации программного обеспечения. Статья. URL: <http://www.sds-vr.ru/f/files/MVK/3%2833%29/1.pdf> Дата обращения: 17.11.2015 г.

44. Абакумов В.Л., Лёзина Т.А. Бизнес-анализ информации. Статистические методы – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2009. – 374 с.

45. Черников Б.В. Управление качеством программного обеспечения: учебник. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФА-М, 2014. – 240 с.: ил. – (Высшее образование).

46. Кайгородцев Г.И. Введение в курс метрической теории и метрологии программ. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009.

47. Лубенцова В.С. Математические модели и методы в логистике: учеб. пособ./под редакцией В.П.Радченко. – Самара. Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 157 с., ил.

48. Миньков С.Л. Техничко-экономическое обоснование выполнения проекта: методическое пособие / С.Л. Миньков. – Томск: ТУСУР, 2012. – 29 с.

49. Жарко Е.Ф. Сравнение моделей качества программного обеспечения: аналитический подход / Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управле-

ния (ВСПУ-2014, Москва). М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. С. 4585-4594.

50. Халл Э., Джексон К., Дик Д., Разработка и управление требованиями. Практическое руководство пользователя (Второе издание). – Л: Спрингер. – 2005, 240с.

51. Леффингуэлл Д., Уидриг Д., Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 448 с.

52. Ralph R. Young, The Requirements Engineering Handbook, - L: Artech House, 2004, P.275

53. Guide to Software Engineering Base of Knowledge (SWEBOOK). IEEE Computer Society, 2004.

54. Григораш В., Планирование требований. Этап, который все забывают. [Электронный ресурс]: Электронный журнал. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://analyzeit-journal.ru/issue2overview> (дата обращения 01.06.2014).

55. Юняев А., Выявление требований. Интервьюирование. [Электронный ресурс]: Электронный журнал. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://analyzeit-journal.ru/issue03overview> (дата обращения 01.06.2014).

56. Серeda М., Анализ документации. [Электронный ресурс]: Электронный журнал. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://analyzeit-journal.ru/issue03overview> (дата обращения 01.06.2014).

57. Леффингуэлл Д., Управление изменениями. [Электронный ресурс]: Электронный журнал. – Электронные данные. – Режим доступа: [http://analyzeit-journal.ru/tag/ %D0%B2%D1%8B%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA-1](http://analyzeit-journal.ru/tag/%D0%B2%D1%8B%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA-1) (дата обращения 01.11.2015).

58. Вигерс К., Изменения случаются. [Электронный ресурс]: Электронный журнал. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://analyzeit-journal.ru/tag%D0%B2%D1%8B%D0%BF%D1%83%D1%81%D0%BA-1> (дата обращения 01.11.2015).

59. IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications IEEE Std 830-1998.

60. Systems and software engineering - Life cycle processes - Requirements engineering ISO/IEC/IEEE 29148:2011.

61. Терешина Н.П., Летягин В.Г., Шобанов А.В. Техничко-экономическое обоснование вариантов создания совместного предприятия: Методические указания к курсовой работе. - М.: МИИТ, 2001.- 20 с.

## **Авторы**

Коцюба Игорь Юрьевич  
Чунаев Антон Владимирович  
Шиков Алексей Николаевич

# **Методы оценки и измерения характеристик информационных систем**

Учебное пособие

В авторской редакции  
Редакционно-издательский отдел НИУ ИТМО  
Зав. РИО Н.Ф. Гусарова  
Лицензия ИД № 00408 от 05.11.99  
Подписано к печати 20.09.2015  
Заказ №  
Тираж 120 экз.  
Отпечатано на ризографе.



**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Редакционно-издательский отдел**

Санкт-Петербургского национального исследовательского  
университета информационных технологий, механики и  
оптики

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49.