

# Модели качества в программной инженерии

1. Характеристика показателей качества
2. Метрики качества программного обеспечения
3. Стандартная оценка значений показателей качества
4. Управление качеством ПС

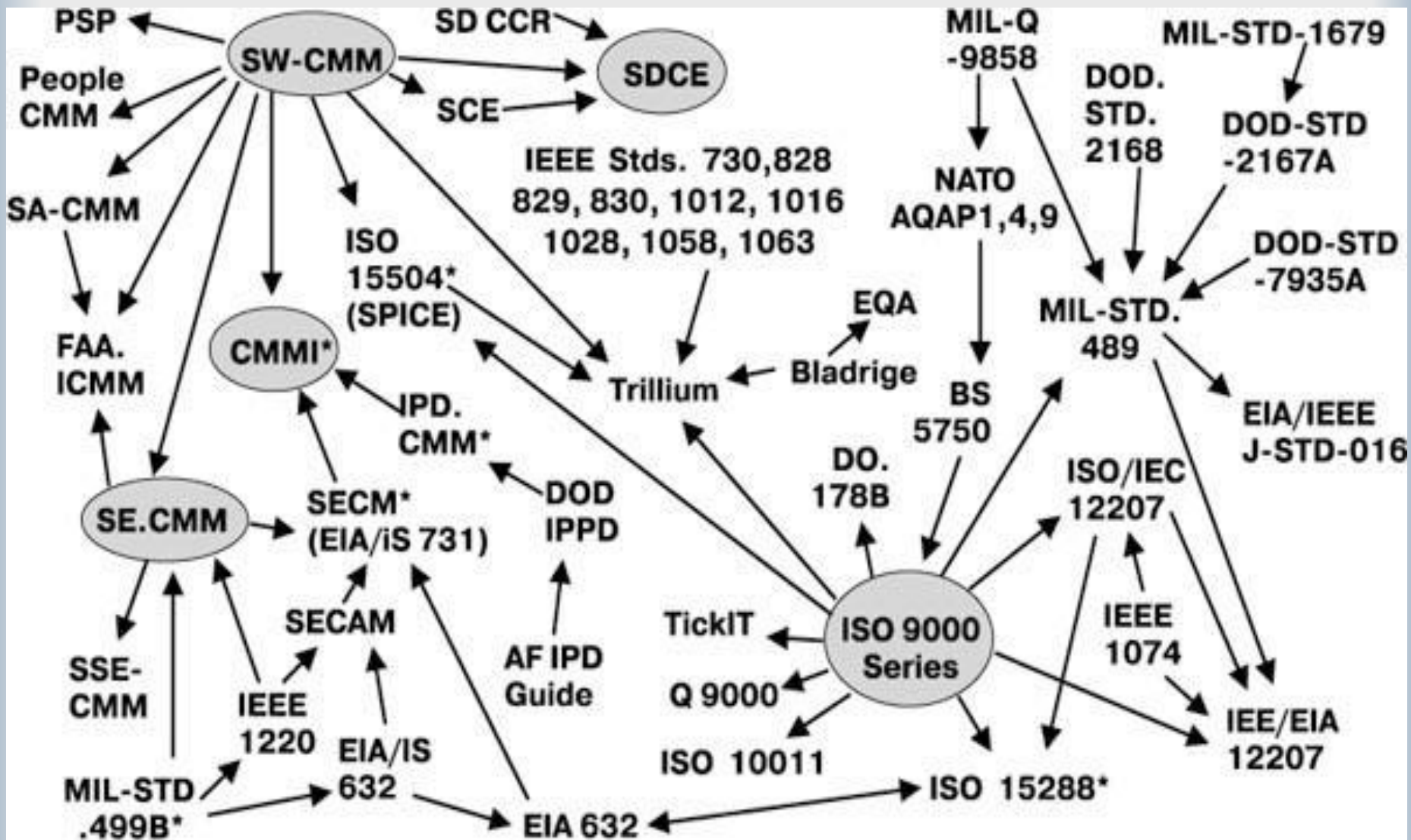
Качество ПО - предмет стандартизации.  
По функциональному содержанию стандарты, регламентирующие качество программ, можно разделить на две группы:

- общие для качества любых типов изделий;
- формализующие показатели качества программных средств.

1. **ISO 8402:1986.** Качество. Словарь.
2. **ISO 9000:1987.** Система качества. Общее руководство качеством и стандарты по обеспечению качества.
3. **ISO 9001:1987.** Система качества. Модель для обеспечения качества при проектировании и (или) разработке, производстве, монтаже и обслуживании.
4. **ISO 9002:1987.** Система качества. Общие мероприятия по обеспечению качества при производстве и монтаже изделий.
5. **ISO 9003:1987.** Система качества. Общие мероприятия по обеспечению качества при окончательном их контроле и испытаниях.
6. **ISO 9004:1987.** Система качества. Общие мероприятия по обеспечению качества при внедрении и общем руководстве системой качества с целью производства конкурентоспособной продукции.
7. **ISO 9126:1991.** ИТ. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению.

8. **ГОСТ 28195-89.** Оценка качества программных средств. Общие положения.
9. **ГОСТ 28806-90.** Качество программных средств. Термины и определения.
10. **DOD-STD-2168.** Программа обеспечения качества оборонных программных средств.
11. Стандарт **ISO/IEC 12207** определил не только основные процессы ЖЦ разработки ПС, но и организационные и дополнительные процессы, которые регламентируют инженерию, планирования и управления качеством ПС.

*Взаимосвязь наиболее признанных и применяемых в мире стандартов в области разработки программного обеспечения*



\* Не объявленные

# Основные аспекты качества ПО



Модель качества ПО имеет следующие **четыре** уровня представления

### **Первый уровень**

- функциональность (functionality);
- надежность (realibility);
- удобство (usability);
- эффективность (efficiency);
- сопровождаемость (maitainnability);
- переносимость (portability).

**Второму уровню** соответствуют атрибуты для каждой характеристики качества, которые детализируют разные аспекты конкретной характеристики. Набор атрибутов характеристик качества используется при оценке качества.

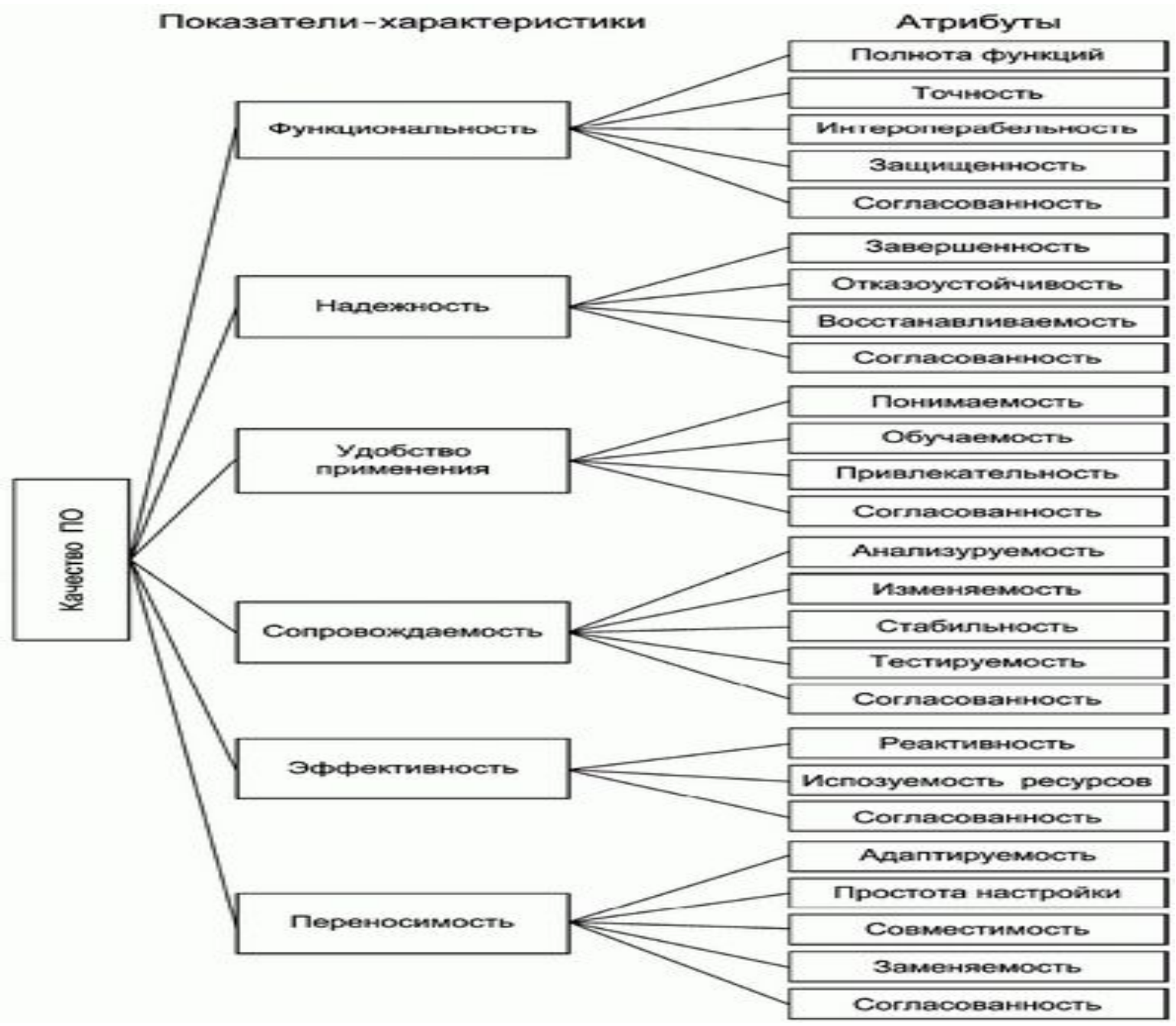




Таблица Краткая характеристика показателей качества

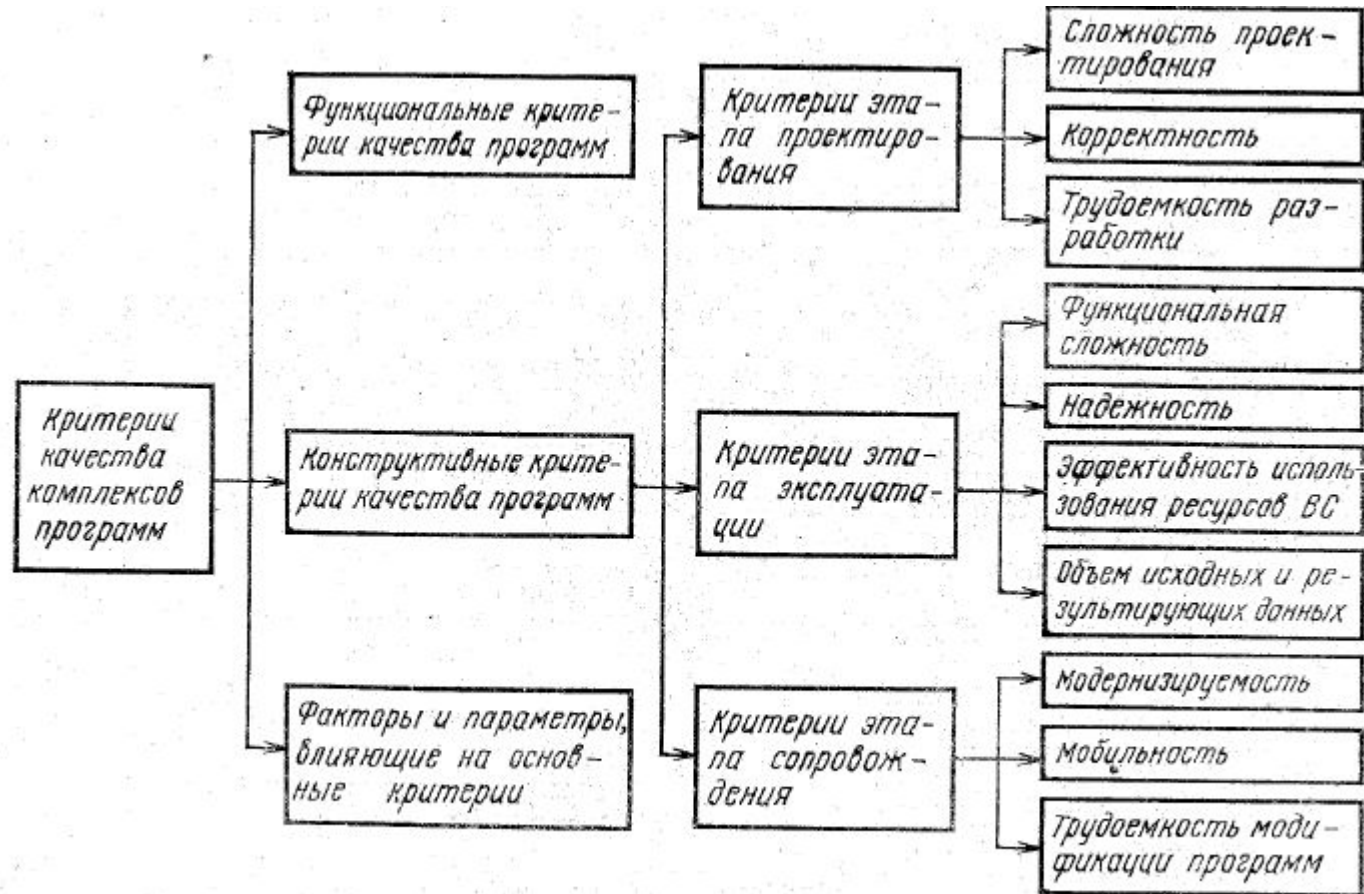
Показатель	Описание свойств показателя
Функциональность	Группа свойств ПО, обуславливающая его способность выполнять определенный перечень функций, которые удовлетворяют потребностям в соответствии с назначением
Надежность	Группа свойств, обуславливающая способность ПО сохранять работоспособность и преобразовывать исходные данные в результат за установленный период времени, характер отказов которого является следствием внутренних дефектов и условий его применения
Удобство применения	Совокупность свойств ПО для предполагаемого круга пользователей и отражающих легкость его освоения и адаптации к изменяющимся условиям эксплуатации, стабильность работы и подготовки данных, понимаемость результатов, удобства внесения изменений в программную документацию и в программы
Сопровождаемость	Группа свойств, определяющая усилия, необходимые для выполнения, приспособленность к диагностике отказов и последствий внесения изменений, модификации и аттестации модифицируемого ПО
Рациональность	Группа свойств, характеризующаяся степенью соответствия используемых ресурсов среды функционирования уровню качества (надежности) функционирования ПО при заданных условиях применения
Переносимость	Группа свойств ПО, обеспечивающая его приспособленность для переноса из одной среды функционирования в другие, усилия для переноса и адаптацию ПО к новой среде функционирования

**Третий уровень** предназначен для измерения качества с помощью метрик, каждая из них согласно стандарту определяется как комбинация метода измерения атрибута и шкалы измерения значений атрибутов. Для оценки атрибутов качества на этапах ЖЦ (при просмотре документации, программ и результатов тестирования программ) используются метрики с заданным оценочным весом для нивелирования результатов метрического анализа совокупных атрибутов конкретного показателя и качества в целом. Атрибут качества определяется с помощью одной или нескольких методик оценки на этапах ЖЦ и на завершающем этапе разработки ПО.

**Четвертый уровень** - это оценочный элемент метрики (вес), который используется для оценки количественного или качественного значения отдельного атрибута показателя ПО. В зависимости от назначения, особенностей и условий сопровождения ПО выбираются наиболее важные характеристики качества и их атрибуты.

Выбранные атрибуты и их приоритеты отражаются в требованиях на разработку систем либо используется соответствующие приоритеты эталона класса ПО, к которому это ПО относится.

# Схема взаимодействия основных критериев качества программ



**Функциональные критерии** отражают основную специфику применения и степень соответствия программ их целевому назначению.

**Конструктивные критерии качества программ** достаточно инвариантны к их целевому назначению и основным функциям. К ним относятся сложность программ, надежность функционирования, используемые ресурсы ЭВМ, корректность и т.д. В свою очередь конструктивные характеристики комплексов программ целесообразно разделить на **основные критерии (показатели)** качества и факторы или параметры, влияющие на их значения.

**Критерии качества этапа проектирования** включают, прежде всего, сложность создания комплекса программ и проверки его адекватности поставленным целям. На этапе проектирования основные затраты составляет трудоемкость создания программ заданной сложности и корректности.

**Надежность (безотказность) функционирования** характеризует относительную длительность получения корректных (достоверных) результатов или вероятность правильных (не искаженных за допустимые пределы) выходных данных.

**Способность к модернизации комплексов программ** определяется четкостью их структурного построения и структурой межмодульных связей. Кроме того, на этот критерий влияет метод распределения ресурсов ВС и наличие резервов для развития программ.

**Мобильность комплексов программ** относительно изменения типа, структуры и системы команд вычислительной машины характеризует возможность сохранения и эффективного использования эксплуатируемых программ в процессе развития аппаратуры ЭВМ.

**Временные показатели жизненного цикла программ:**  
длительность проектирования, продолжительность эксплуатации очередной версии и длительность проведения каждой модификации.

Этапы жизненного цикла	Проектирование	Эксплуатация	Сопровождение
<p><b>Основные критерии качества комплекса программ</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сложность создания программ</li> <li>2. Корректность программ</li> <li>3. Трудоемкость разработки программ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Функциональная сложность комплекса программ</li> <li>2. Надежность функционирования</li> <li>3. Эффективность использования ресурсов</li> <li>4. Объем исходных и результирующих данных</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способность к модернизации программ</li> <li>2. Мобильность программ относительно типов вычислительных систем</li> <li>3. Трудоемкость изучения и модификации комплексов программ</li> </ol>
<p><b>Основные факторы, определяющие качество</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структурная упорядоченность программ и данных</li> <li>2. Степень стандартизации структуры модулей и переменных</li> <li>3. Документированность компонент и комплекса</li> <li>4. Методологическая обеспеченность технологии проектирования</li> <li>5. Степень комплексной автоматизации технологии проектирования</li> <li>6. Уровень языков спецификаций, программирования и отладки</li> <li>7. Квалификация специалистов и методы организации работ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Корректность постановки задач</li> <li>2. Полнота и точность спецификаций</li> <li>3. Уровень языков программирования</li> <li>4. Полнота тестирования программ</li> <li>5. Степень помехозащищенности программ</li> <li>6. Документированность для эксплуатации</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структурная упорядоченность комплекса программных средств</li> <li>2. Степень стандартизации структуры модулей и переменных</li> <li>3. Документированность для модификации</li> <li>4. Уровень языков программирования</li> <li>5. Степень комплексной автоматизации технологии проектирования</li> <li>6. Обеспеченность контроля изменений версий и распространения копий.</li> </ol>

**Показатели качества баз данных.** В системах баз данных доминирующее значение приобретают сами данные, их хранение и обработка. Поэтому БД при анализе их качества целесообразно разделить на *два компонента*:

- программные средства системы управления базой данных (СУБД), независимые от сферы их применения и смыслового содержания накапливаемых и обрабатываемых данных
- информация базы данных (БД), доступная для обработки и использования в конкретной проблемно-ориентированной сфере применения.

Важнейшими показателями качества СУБД являются функциональные характеристики процессов формирования и измерения информационного наполнения БД администраторами, а также доступа к данным и представления результатов пользователям БД.

Различия требований к показателям качества привели к созданию весьма широкого спектра локальных, специализированных и распределенных СУБД. Специализированные СУБД характеризуются относительно узкой сферой применения и более четким выделением доминирующей группы показателей качества. В универсальных СУБД спектр показателей качества шире, что позволяет соответственно расширять сферу применения конкретного типа СУБД.

*Вторым компонентом БД* является собственно накапливаемая и обрабатываемая информация в базе данных. Показатели качества для БД значительно отличаются от применяемых при испытаниях ПС. Однако может сохраняться общий подход к определению и выделению адекватной номенклатуры показателей качества и их упорядочению. Он состоит в том, что выделяемые показатели качества должны иметь практический интерес для пользователей БД и быть упорядочены в соответствии с приоритетами практического применения. Кроме того, каждый выделяемый для проверки показатель должен быть пригоден для достаточно достоверного измерения и сравнения с требуемым значением при испытаниях и сертификации.



Так же как для ПС показатели качества БД можно разделить на функциональные и конструктивные.

*Функциональные показатели качества БД* включают:

- полноту накопленных описаний объектов — относительное число объектов или документов, имеющих в БД, к общему числу объектов по данной тематике или по отношению к числу объектов в аналогичных БД по той же тематике;
- достоверность — степень соответствия данных об объектах в БД реальным объектам вне ЭВМ в данный момент времени, определяющаяся изменениями самих объектов, некорректностями записей о их состоянии или некорректностями расчетов их характеристик;
- идентичность данных — относительное число описаний объектов, не содержащих ошибки, к общему числу документов об объектах в БД;
- актуальность данных — относительное число морально устаревших данных об объектах в БД к общему числу накопленных и обрабатываемых данных.

К конструктивным показателям качества информации в БД относятся, в основном, объемно-временные характеристики сохраняемых и обрабатываемых данных:

- объем базы данных - число записей описаний объектов или документов в базе данных, доступных для хранения и обработки;
- оперативность - степень соответствия динамики изменения данных в процессе сбора и обработки состояниям реальных объектов или величина запаздывания между появлением или изменением характеристик реального объекта и его отражением в базе данных;
- периодичность - промежуток времени между поставками двух последовательных, достаточно различающихся информацией версий БД;
- глубина ретроспективы - интервал времени от даты выпуска и/или записи в базу данных самого раннего документа до настоящего времени;
- динамичность - относительное число изменяемых описаний объектов к общему числу записей в БД за некоторый интервал времени, определяемый периодичностью издания версий БД

# Типы метрик

- метрики программного продукта, которые используются при измерении его характеристик - свойств;
- метрики процесса, которые используются при измерении свойства процесса ЖЦ создания продукта.
- метрики использования.

**Метрики программного продукта** включают:

- внешние метрики, обозначающие свойства продукта, видимые пользователю;
- внутренние метрики, обозначающие свойства, видимые только команде разработчиков.

*Внешние метрики* продукта - это метрики:

- надежности продукта, которые служат для определения числа дефектов;
- функциональности, с помощью которых устанавливаются наличие и правильность реализации функций в продукте;
- сопровождения, с помощью которых измеряются ресурсы продукта (скорость, память, среда); применимости продукта, которые способствуют определению степени доступности для изучения и использования;
- стоимости, которыми определяется стоимость созданного продукта.

*Внутренние метрики* продукта включают:

- метрики размера, необходимые для измерения продукта с помощью его внутренних характеристик;
- метрики сложности, необходимые для определения сложности продукта;
- метрики стиля, которые служат для определения подходов и технологий создания отдельных компонентов продукта и его документов.

Метрики продукта часто описываются комплексом моделей для установки различных свойств, значений модели качества или прогнозирования.

Стандарт ISO/IEC 9126-2 определяет следующие типы мер:

- мера размера ПО в разных единицах измерения (число функций, строк в программе, размер дисковой памяти и др.);
- мера времени (функционирования системы, выполнения компонента и др.);
- мера усилий (производительность труда, трудоемкость и др.);
- мера учета (количество ошибок, число отказов, ответов системы и др.).

используются следующие **метрики процесса**:

- общее время разработки и отдельно время для каждой стадии;
- время модификации моделей;
- время выполнения работ на процессе;
- число найденных ошибок при инспектировании;
- стоимость проверки качества;
- стоимость процесса разработки.

**Метрики использования** служат для измерения степени удовлетворения потребностей пользователя при решении его задач. Они помогают оценить не свойства самой программы, а результаты ее эксплуатации - эксплуатационное качество.

По определению стандарта ISO/IEC 9126-2 метрика качества ПО представляет собой "модель измерения атрибута, связываемого с показателем его качества". При измерении показателей качества данный стандарт позволяет определять следующие **типы мер**:

- меры размера в разных единицах измерения (количество функций, размер программы, объем ресурсов и др.);
- меры времени - периоды реального, процессорного или календарного времени (время функционирования системы, время выполнения компонента, время использования и др.);
- меры усилий - продуктивное время, затраченное на реализацию проекта (производительность труда отдельных участников проекта, коллективная трудоемкость и др.);
- меры интервалов между событиями, например, время между последовательными отказами;
- счетные меры - счетчики для определения количества обнаруженных ошибок, структурной сложности программы, числа несовместимых элементов, числа изменений (например, число обнаруженных отказов и др.).

# Методы оценки значений показателей качества :

- измерительный
- регистрационный
- расчетный
- экспертный
- комбинации этих методов



Для оценки значений показателей качества в зависимости от особенностей используемых ими свойств, назначения, способов их определения используются:

- шкала метрическая (1.1 - абсолютная, 1.2 - относительная, 1.3 - интегральная);
- шкала порядковая (ранговая), позволяющая ранжировать характеристики путем сравнения с опорными;
- классификационная шкала, характеризующая наличие или отсутствие рассматриваемого свойства у оцениваемого программного обеспечения.

## **Управление качеством программных средств.**

Общую проблему обеспечения высокого качества сложных ПС можно разделить на следующие крупные *группы задач*:

- создание методов, технологий и средств автоматизации разработки и контроля качества процесса и поэтапных результатов проектирования программ;
- разработка методов, методик и средств измерения значений показателей качества программ, полностью завершённых разработкой и предъявленных для эксплуатации пользователям;
- создание совокупности методов и средств правового и организационно-экономического обеспечения гарантий необходимого качества программ на всех этапах их жизненного цикла.

# Главный закон контроля качества ПО

Повышение качества системы снижает  
расходы на ее разработку

IEEE Std 730-2002 планирование контроля качества

IEEE Std 1061-1998 методологии метрик качества

IEEE Std 1028-1997 стандарт обзоров ПО

IEEE Std 1008-1987(R1993) стандарт блочного тестирования

IEEE Std 829-1998 стандарт документации тестирования ПО

# Capability Maturity Model

## Уровень 5. Оптимизированный

- постоянное улучшение процессов
- управление изменениями технологии
- предотвращение дефектов

## Уровень 4. Управляемый

- управление качеством ПО
- количественное управление процессом

## Уровень 3. Определенный

- экспертная оценка программ
- межгрупповая координация
- повышение квалификации сотрудников
- определение процесса

## Уровень 2. Повторяемый

- управление конфигурацией
- управление субподрядчиками
- обеспечение качества ПО
- планирование и отслеживание проекта
- управление требованиями

## Уровень 1. Начальный

- непредсказуемое качество процесса
- индивидуальные решения для каждого проекта

В общем случае *в процесс управления качеством ПС входят:*

- анализ системных требований к ПС, выделение и ранжирование обобщенных показателей качества конечного продукта;
- декомпозиция обобщенных показателей качества по контролируемым этапам и объектам разработки и создание разделов по качеству в спецификациях требований на программные компоненты;
- выбор или создание методов, технологии и средств автоматизации разработки, обеспечивающих создание ПС с заданными показателями качества;
- создание методов и средств объективного измерения качества программных компонентов на фиксированных этапах их создания;
- разработка методик и стандартов контроля соблюдения правил и технологии проектирования и обеспечения всего жизненного цикла программных средств;
- организация, обучение и стимулирование коллективов специалистов на создание компонентов и ПС в целом, в максимальной степени удовлетворяющих требования заказчиков и пользователей.

Для определения качества прикладных ПС должны быть подготовлены *исходные данные*:

- критерии и четко определенные значения показателей качества, которые должны быть достигнуты для фиксирования в последующем соответствии профилю;
- значения исходных и результирующих данных, в пределах которых должны удовлетворяться заданные показатели качества ПС;
- стандарты, нормативные документы и методики точных и воспроизводимых измерений показателей качества, а также состав и значения исходных и результирующих данных, обязательных для проведения испытаний.

Качество конечного продукта зависит от всего технологического процесса его создания, поэтому основные показатели качества программ целесообразно детализировать в профиле ЖЦ ПС.

Планирование и управление обеспечением качества ПС следует отделять от планов непосредственного управления процессом создания сложных комплексов программ.

Организационной основой управления качеством ПС при применении профиля ЖЦ является *план* обеспечения заданных показателей качества на всех этапах жизненного цикла комплекса программ. Такой план целесообразно создавать для сложных проектов ПС на этапах системного анализа, разработки требований технического задания и предварительного проектирования.

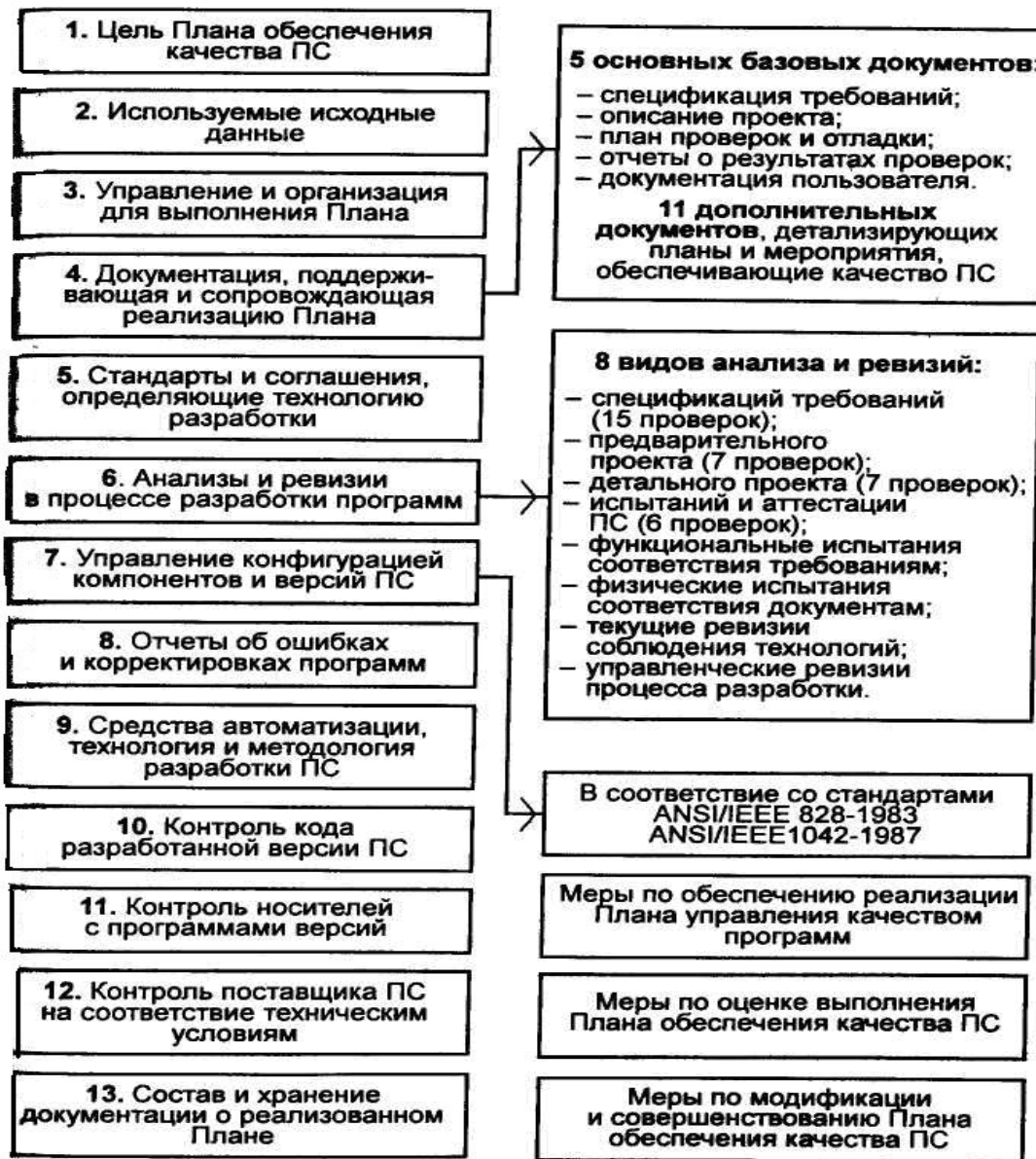
*В плане обеспечения качества ПС и управления качеством должны быть отражены:*

- цели управления качеством, номенклатура и требования к значениям показателей качества, область действия требований и условия их применения;
- методы управления и достижения заданных значений качества, организация разработчиков и технология создания ПС;
- ресурсы, базовые документы и стандарты, используемые для обеспечения качества на всех этапах разработки;
- средства автоматизации разработки, обеспечивающие достижение и измерение заданных в профиле значений показателей качества;
- структура и содержание отчетных документов, удостоверяющих достижение определенного качества компонент и ПС в целом на последовательных этапах разработки, а также соответствие профилю.

Наиболее полно требования по организации обеспечения качества ПС изложены в стандарте **ANSI/IEEE 983-1986** - Руководство по планированию обеспечения качества программных средств. В нем представлены методы, рекомендации и документы по планированию и управлению обеспечением качества критических программных средств, включая испытания и аттестацию (сертификацию). Подробно описаны структура и содержание стандартизированного плана (профиля) обеспечения качества ПС (ПОКПС), рекомендации по его внедрению, оценке эффективности и модификации. Эти рекомендации предложено применять с различной степенью обязательности, с учетом характеристик объекта и среды разработки ПС.

Рекомендуемая документация определяет состав и содержание базовых документов, поддерживающих управление разработкой, контроль, аттестацию и испытания ПС. Выделяется и предлагается структура содержания минимума из пяти документов: спецификация требований к ПС, описание проекта ПС, план проверки и аттестации ПС, отчет о результатах проверки и аттестации ПС, документация пользователя. Стандарты, взаимодействия и соглашения определяют способы обеспечения и контроля соответствия проекта ПС этим документам. Для этого определяется перечень применяемых стандартов и руководств, а также этапы жизненного цикла, на которые они распространяются.





*Структура Плана обеспечения качества программных средств в процессе разработки по стандарту ANSI/IEEE 983.*

Тестирование и испытания в процессе разработки ПС в наибольшей степени влияют на качество конечного продукта. Поэтому данный раздел стандарта является главным и превышает по объему все остальные. Цель этого раздела ПОКПС состоит в формализации: процедур поэтапного тестирования и анализа ответственности конкретных специалистов за их реализацию, форм отчетов и контроля за изменениями компонент ПС. Стандартом рекомендуется представлять в Плане как минимум 8 видов анализов и испытаний проекта ПС. Управление конфигурацией в ПОКПС регламентирует задачи и методы контроля, регистрации и реализации изменений в компонентах и версиях ПС.

Отчеты об ошибках и корректирующих действиях в ПОКПС должны содержать описание руководящих и технических процедур по формализации, регистрации и устранению ошибок в ПС. В Плане рекомендуется определить отдельную группу специалистов, ответственных за утверждение источников и достоверности ошибок, а также за согласованную реализацию корректировок компонентов ПС. Состав, поддержка и хранение документации о реализованном Плане обеспечения качества ПС должны обеспечивать длительный ретроспективный анализ и контроль завершеного Плана.

Документация должна свидетельствовать, что разработка ПС проведена в соответствии с контрактом с заказчиком, утвержденным профилем и современной профессиональной практикой, а также обеспечена возможность повторного тестирования ПС и его компонентов для контроля любых показателей качества, представленных в документации.