

Модели качества в программной инженерии

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

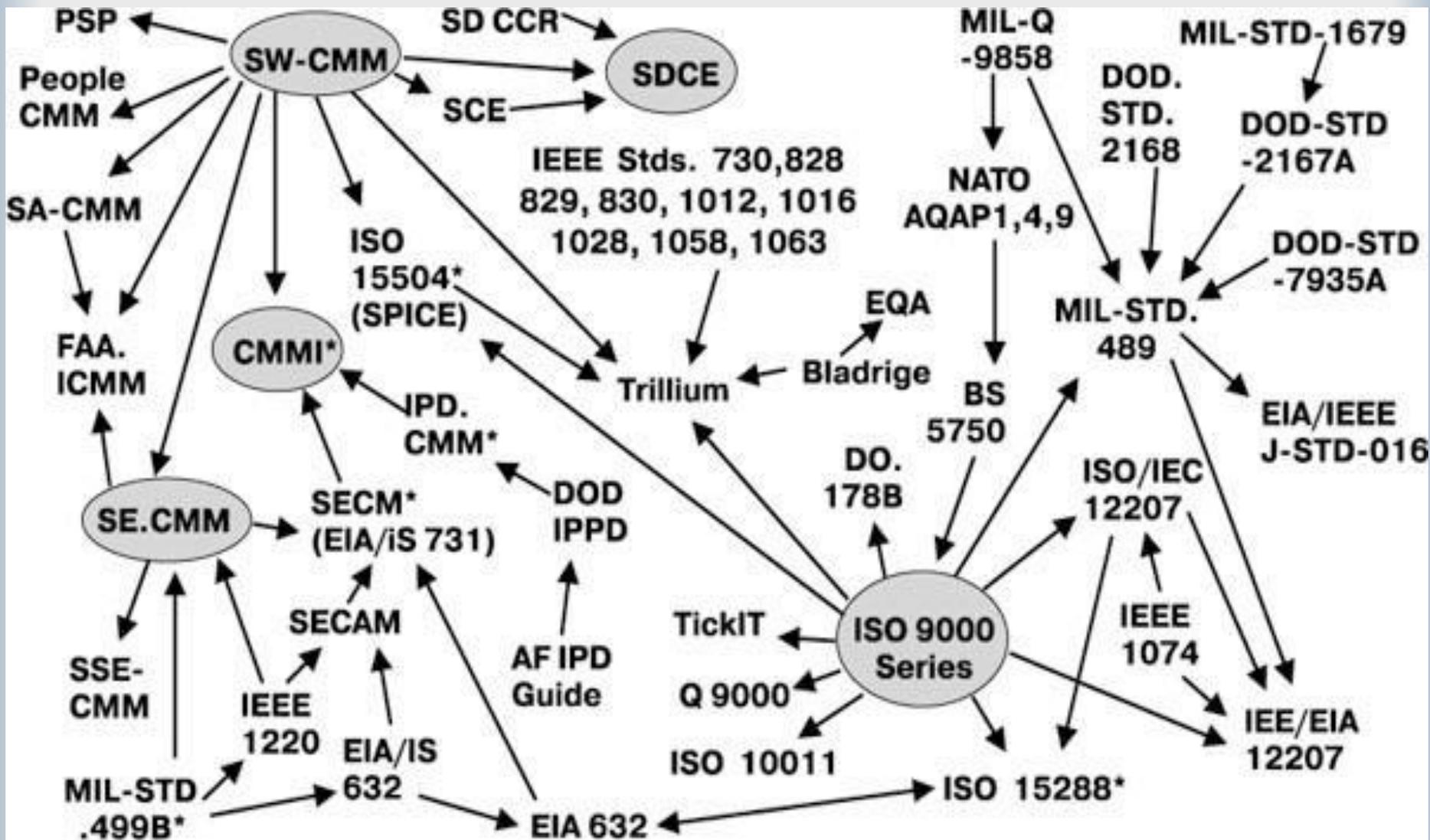
Качество ПО - предмет стандартизации.
По функциональному содержанию стандарты, регламентирующие качество программ, можно разделить на две группы:

- 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.

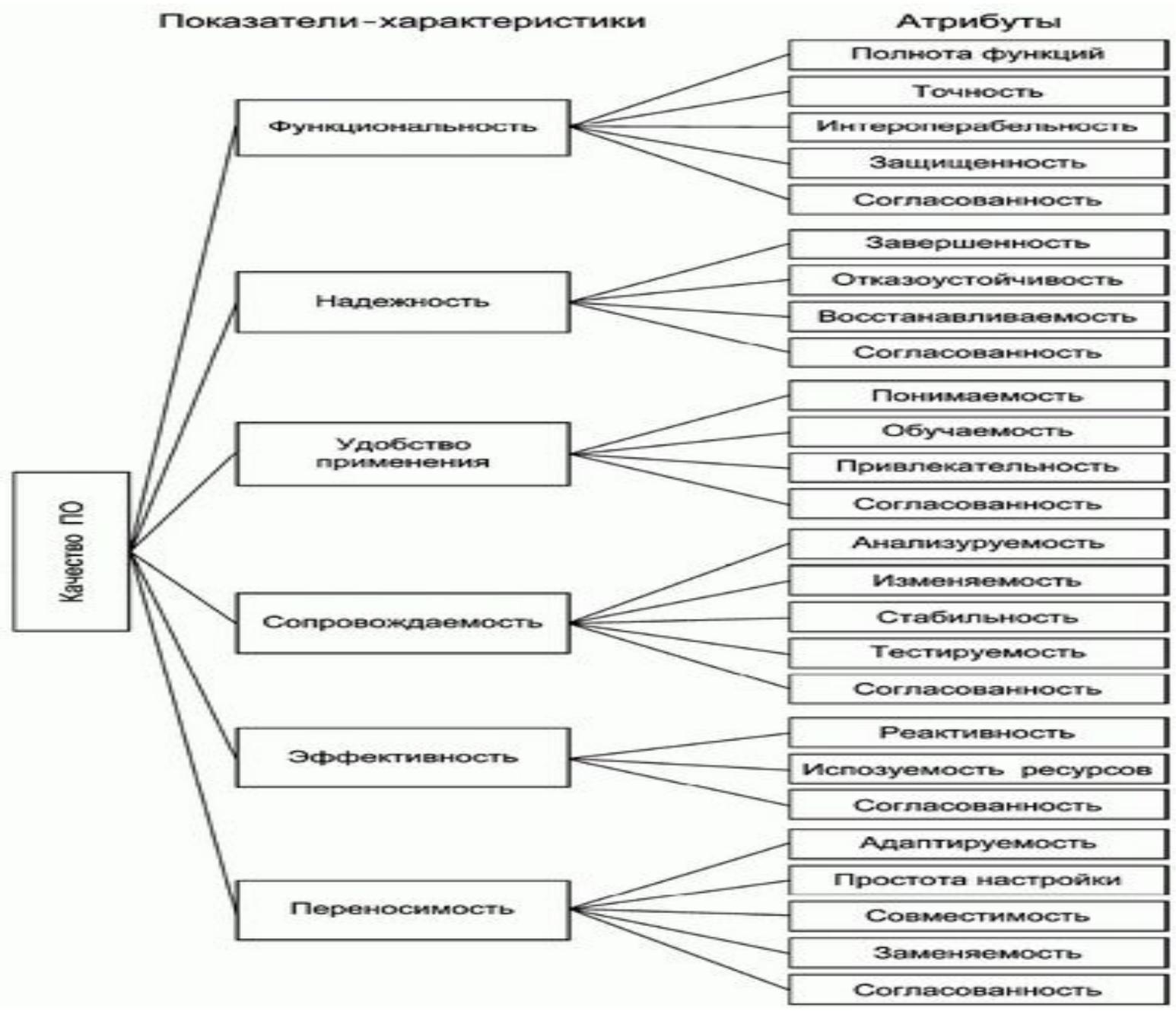


Таблица Краткая характеристика показателей качества

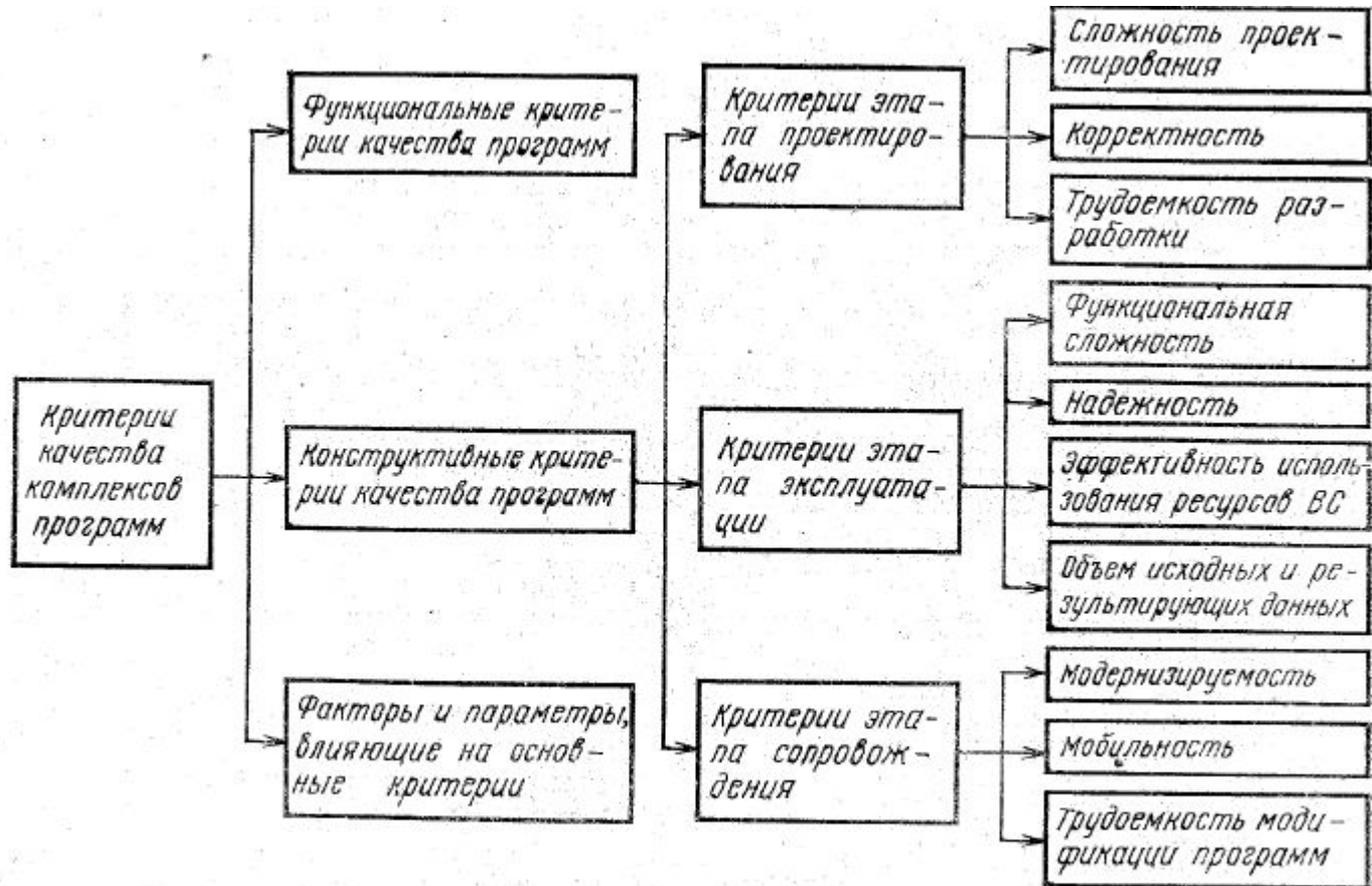
| Показатель | Описание свойств показателя |
|---------------------|--|
| Функциональность | Группа свойств ПО, обуславливающая его способность выполнять определенный перечень функций, которые удовлетворяют потребностям в соответствии с назначением |
| Надежность | Группа свойств, обуславливающая способность 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>Основные критерии качества комплекса программ</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Сложность создания программ 2. Корректность программ 3. Трудоемкость разработки программ | <ol style="list-style-type: none"> 1. Функциональная сложность комплекса программ 2. Надежность функционирования 3. Эффективность использования ресурсов 4. Объем исходных и результирующих данных | <ol style="list-style-type: none"> 1. Способность к модернизации программ 2. Мобильность программ относительно типов вычислительных систем 3. Трудоемкость изучения и модификации комплексов программ |
| <p>Основные факторы, определяющие качество</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Структурная упорядоченность программ и данных 2. Степень стандартизации структуры модулей и переменных 3. Документированность компонент и комплекса 4. Методологическая обеспеченность технологии проектирования 5. Степень комплексной автоматизации технологии проектирования 6. Уровень языков спецификаций, программирования и отладки 7. Квалификация специалистов и методы организации работ | <ol style="list-style-type: none"> 1. Корректность постановки задач 2. Полнота и точность спецификаций 3. Уровень языков программирования 4. Полнота тестирования программ 5. Степень помехозащищенности программ 6. Документированность для эксплуатации | <ol style="list-style-type: none"> 1. Структурная упорядоченность комплекса программных средств 2. Степень стандартизации структуры модулей и переменных 3. Документированность для модификации 4. Уровень языков программирования 5. Степень комплексной автоматизации технологии проектирования 6. Обеспеченность контроля изменений версий и распространения копий. |

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.

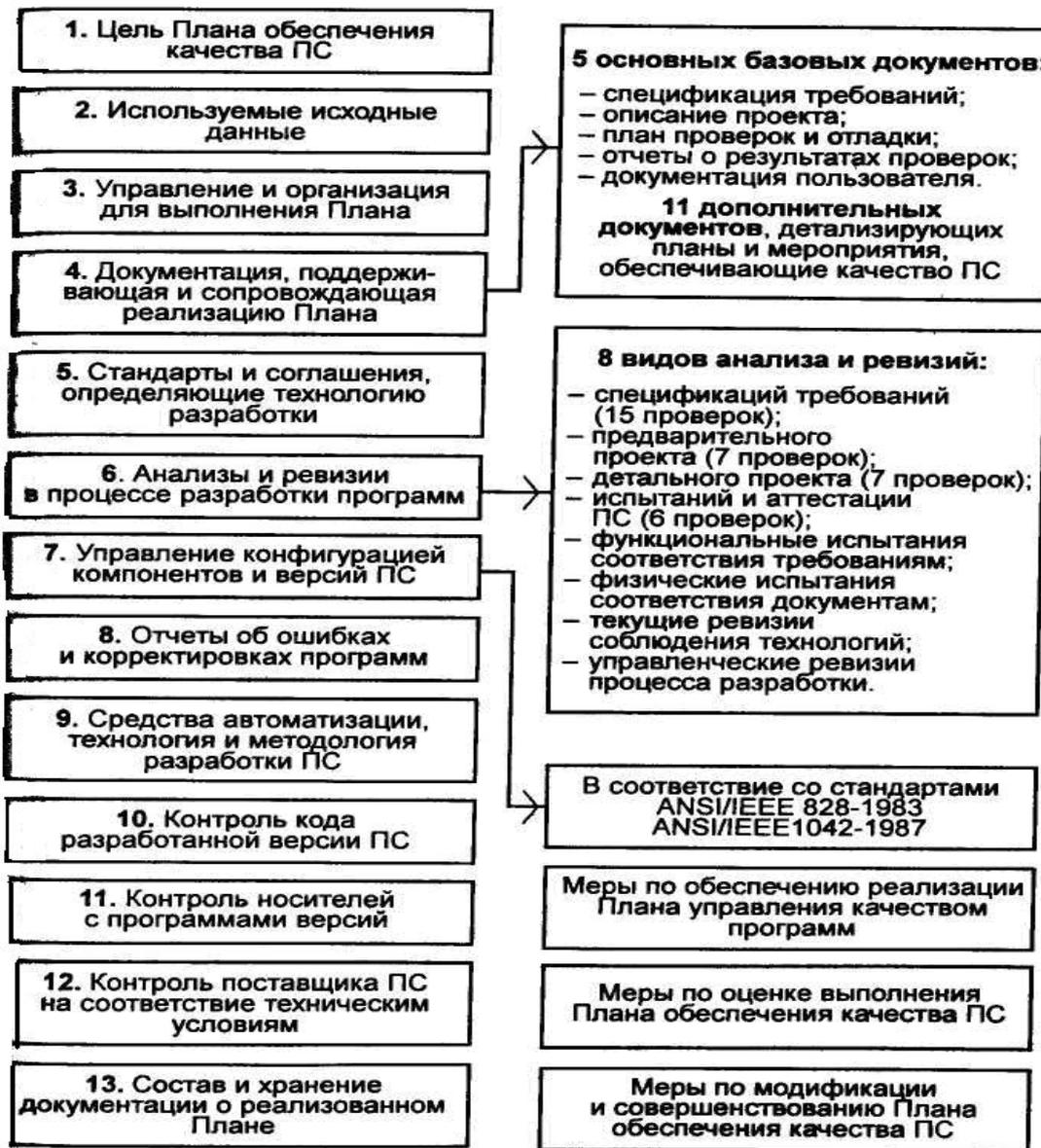
Организационной основой управления качеством ПС при применении профиля ЖЦ является *план* обеспечения заданных показателей качества на всех этапах жизненного цикла комплекса программ. Такой план целесообразно создавать для сложных проектов ПС на этапах системного анализа, разработки требований технического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