Качество программных средств

Определения КАЧЕСТВА

- **Кáчество программногo обеспечения** — способность программного продукта при заданных условиях удовлетворять установленным или предполагаемым потребностям (ISO/IEC 25000:2014).

Другие определения из стандартов:

- весь объём признаков и характеристик программ, который относится к их способности удовлетворять установленным или предполагаемым потребностям (ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93, ISO 8402:94);
- степень, в которой система, компонент или процесс удовлетворяют потребностям или ожиданиям заказчика или пользователя (IEEE Std 610.12-1990).

Определения

КАЧЕСТВА

- **Фил Кросби:** Качество — это соответствие пользовательским требованиям.
- **Уотс Хемпфри:** Качество — это достижение отличного уровня пригодности к использованию.
- **Компания IBM:** ввела в оборот фразу «качество, управляемое рыночными потребностями (market-driven quality)».
- **Критерий Бэлдриджа:** «качество, задаваемое потребителем (customer-driven quality)».
- **Система менеджмента качества ISO 9001:** Качество — это степень соответствия присущих характеристик требованиям.
- **Приемлемое качество** — это желаемая степень совершенства создаваемого продукта (услуги), способная удовлетворить пользователей и достижимая в рамках заданных проектных ограничений.
- **Качество в проектной деятельности:**

Управление требованиями («атрибуты качества» как категория нефункциональных требований);

Тестирование (т.н. наработка на отказ, такие метрики как МТТФ — Mean Time To Failure, то есть среднее время между обнаруженными сбоями системы, и т.п.).

Виды качества программных средств

- **внутреннее качество** – совокупность характеристик программного продукта с внутренней точки зрения; внутреннее качество измеряется с помощью внутренних метрик и оценивается по отношению к требованиям к внутреннему качеству; отдельные элементы качества ПП могут улучшаться при реализации кода, проверке или тестировании, но фундаментальная основа качества программного продукта, представленная внутренним качеством, остается неизменной до повторного проектирования;
- **внешнее качество** – совокупность характеристик программного продукта с внешней точки зрения; это качество, измеряемое и оцениваемое на основе внешних метрик при выполнении ПП во время тестирования (испытаний) в моделируемой среде с моделируемыми данными или во

Виды качества программных средств

- ***качество в использовании*** – качество программного продукта, применяемого в заданной среде и заданном контексте использования, с точки зрения пользователя; оно оценивается на основе метрик качества в использовании и в первую очередь измеряет степень достижения пользователем своих целей в конкретной среде, а не свойства самого ПП; пользователь оценивает только те атрибуты программного продукта, которые он применяет в своих задачах.

Системы качества. Качество функционирования

- **Обеспечение качества** - это совокупность планируемых и систематически проводимых мероприятий, необходимых для уверенности в том, что продукция или процессы удовлетворяют определенным требованиям потребителей к качеству.

Для реализации этого положения предназначены **системы качества**, каждая из которых включает: совокупность организационной структуры, ответственности, процедур, процессов и ресурсов, обеспечивающую осуществление руководства качеством продукции или процессов.

Изучением и реализацией методов и средств количественного оценивания качества продукции занимается научная дисциплина – квалиметрия.

Практической задачей квалиметрии является разработка и развитие всех **комплексных и дифференциальных методов** оценки качества.

Методы квалиметрии

- Значительную роль в квалиметрии играют **экспертные** методы. При экспертных методах, оценки, даваемые отдельными экспертами - субъективны, зависят от целого ряда их индивидуальных особенностей: профессии и квалификации эксперта, его знания условий применения продукции, содержательности и количества информации, которой он пользуется. Математическая обработка совокупностей субъективных оценок позволяет получать более объективную оценку качества.
- Большое место в квалиметрии занимают **статистические** методы исследования. Многие показатели качества продукции определяются при помощи статистических методов по опытным данным или по материалам эксплуатационной статистики. Такие обобщенные квалиметрические оценки качества часто получаются путем измерения и сравнения физических, экономических, эстетических и других характеристик с лучшими образцами, которые формально такими эталонами не являются.
- **Тщательное специфицирование и оценивание характеристик качества программного продукта - ключевой фактор обеспечения их адекватного применения.**

Применительно к программным средствам **система обеспечения качества** - это совокупность методов и средств организации управляющих и исполнительных подразделений предприятия, участвующих в проектировании, разработке и сопровождении комплексов программ с целью придания им свойств, обеспечивающих удовлетворение потребностей заказчиков и потребителей при минимальном или

Методы обеспечения качества ПС

Требуемое качество при разработке проектов ПС, как и любой продукции, можно обеспечить двумя методами:

- путем использования только заключительного контроля и испытаний готовых объектов и исключения из поставки или направлением на доработку продуктов, не соответствующих требуемому качеству;
- посредством применения регламентированных технологий и систем обеспечения качества процессов проектирования и разработки, предотвращающих дефекты и гарантирующих высокое качество продукции во время ее создания и модификации.

Для создания современных прикладных высококачественных информационных систем необходимы оба метода, с акцентом на применение регламентированных технологий. Таким образом, **обеспечение и удостоверение качества сложных ПС должно базироваться на проверках и испытаниях:**

- технологий обеспечения жизненного цикла программных средств, поддержанных регламентированными системами качества;
- готового программного продукта с полным комплектом адекватной эксплуатационной документации.

Классификация характеристик качества программ

Множество характеристик качества программных средств можно разделить на две принципиально различающихся группы:

- **функциональные характеристики** (функциональность) - определяющие назначение, свойства и задачи, решаемые комплексом программ для основных пользователей, отличающиеся очень широким спектром и разнообразием, состав и специфику которых трудно унифицировать и можно категоризировать только по большому количеству классов и свойств ПС;
- **конструктивные характеристики** качества, номенклатура которых может быть унифицирована, адаптирована и использована для описания остальных, внутренних и внешних, стандартизируемых характеристик качества, поддерживающих и улучшающих реализацию основных, функциональных требований к качеству объектов и процессов ЖЦ программных

Функциональное качество программ

Определение и сравнение **функционального качества программ** целесообразно рассматривать в пределах ограниченных классов ПС, выполняющих подобные функции. Такие классы функций могут выделяться в пределах крупных проблемно-ориентированных сфер применения (административные, банковские, медицинские, авиационные и т.п.), и для решения более мелких, специальных, функциональных задач в этих областях. Каждая из таких задач может быть описана рядом специфических свойств, характеристик и атрибутов, полная номенклатура которых содержит многие тысячи названий, мер и шкал, которые трудно или невозможно унифицировать. Функциональные характеристики и их параметры могут подвергаться значительным модификациям в течение всего ЖЦ ПС и являются обычно наиболее динамичными компонентами из всех характеристик качества.

Функциональная пригодность (см. стандарт ISO-9126)

непосредственно определяет основное назначение и функции ПС для пользователей. В контракте и техническом задании для каждого проекта, она должна быть выделена и формализована для однозначного понимания и оценивания всеми партнерами на каждом этапе ЖЦ и при значительных модификациях задач ПС. В силу своей специфичности, при последующем изложении функциональная пригодность обозначается как основная цель и главная характеристика для всего множества типов ПС.

Конструктивное качество программ

- **Вторая группа характеристик - конструктивных**, играет подчиненную роль и должна, в первую очередь, поддерживать и обеспечивать высокое качество реализации функций ПС и его применения по основному назначению. Номенклатура этих характеристик относительно не велика, и стандартами рекомендуется в составе: корректности, способности к взаимодействию, защищенности, надежности, ресурсной эффективности, практичности, сопровождаемости и мобильности.
- Их выбор и значения определяются требованиями к функциональной пригодности ПС. Исходная номенклатура этой группы характеристик, субхарактеристик и их атрибутов практически инвариантна к функциям ПС и стандартизирована, во взаимосвязи со стандартами на жизненный цикл комплексов программ при регламентировании их этапов и процессов. Для каждого конкретного проекта ПС из них может быть выделена представительная группа, наиболее важных и оказывающих наибольшее влияние на решение определенных функциональных задач.

Обобщенные показатели ПС

На процесс разработки и деятельность по оценке качества ПС оказывают влияние следующие *обобщенные показатели ПС*:

- область применения и назначение ПС;
- тип решаемых задач;
- объем и сложность ПС;
- необходимый состав и требуемые значения характеристик качества ПС и величина допустимого ущерба из-за их недостаточного качества;
- степень связи решаемых задач с реальным масштабом времени или допустимой длительностью ожидания результатов решения задачи;
- прогнозируемые значения длительности эксплуатации и перспектива создания множества версий ПС;
- предполагаемый тираж производства и применения ПС;
- степень необходимой документированности ПС.

Основные понятия и определения

- *Атрибут (attribute)*: измеримое физическое или абстрактное свойство продукта. Атрибуты могут быть внешними или внутренними.
- *Внешнее качество (external quality)*: степень, в которой продукт удовлетворяет установленные и подразумеваемые потребности при использовании в заданных условиях.
- *Внешняя мера (external measure)*: косвенная мера продукта, полученная из мер поведения системы, частью которой он является. Внешние меры могут использоваться для оценки атрибутов качества промежуточных продуктов ближе к конечным целям проекта.
- *Внутреннее качество (internal quality)*: полный набор атрибутов продукта, определяющих его способность удовлетворять установленные и подразумеваемые потребности при использовании в заданных условиях.

Основные понятия и определения

- *Внутренняя мера (internal measure)*: собственная мера продукта, прямая или косвенная.
- *Измерение (measurement)*: использование метрики для присвоения атрибуту продукта значения (числа или категории) из шкалы.
- *Индикатор (indicator)*: мера, которая может использоваться для оценки или прогнозирования другой меры.
- *Качество (quality)*: совокупность характеристик ПП, относящаяся к его способности удовлетворять установленные и подразумеваемые потребности.
- *Качество в использовании (quality in use)*: степень, в которой программный продукт, используемый заданными пользователями, удовлетворяет их потребности в достижении заданных целей с результативностью, продуктивностью, безопасностью и удовлетворенностью в заданном контексте использования.

Основные понятия и определения

- *Контекст использования (context of use)*: пользователи, задания, среда (аппаратное обеспечение, программное обеспечение и материалы), а также физические и социальные среды, в которых используется данное ПС.
- *Критерий оценки качества (software quality assessment criteria)*: совокупность принятых в установленном порядке правил и условий, с помощью которых устанавливается приемлемость общего качества программного продукта.
- *Мера (measure)*: число или категория, присваиваемая атрибуту продукта путем измерения.
- *Мера косвенная (indirect measure)*: мера атрибута, которая получена из мер одного или большего числа других атрибутов.
- *Мера прямая (direct measure)*: мера атрибута, которая не зависит от меры любого другого атрибута.

Основные понятия и определения

- *Метрика (metric)*: определенный метод и шкала измерения. Метрики могут быть внутренними, внешними или метриками качества в использовании; прямыми или косвенными. Метрики включают методы для категоризации качественных данных (данных, которые нельзя измерить количественно).
- *Модель качества (quality model)*: набор характеристик и связей между ними, обеспечивающий основу для определения требований к качеству и для оценки качества.
- *Отказ (failure)*: прекращение способности продукта выполнять требуемую функцию или его неспособность работать в пределах заданных ограничений.
- *Оценка качества (quality evaluation)*: Систематическое исследование степени, в которой продукт способен к выполнению указанных требований.
- *Оценочный модуль (evaluation module)*: пакет технологии оценивания для конкретной характеристики или подхарактеристики качества ПС.
- *Ошибка (fault)*: некорректный шаг, процесс или определение данных в программе.

Основные понятия и определения

- *Подразумеваемые потребности (implied needs)*: потребности, которые не были установлены, но являются действительными потребностями при использовании продукта в конкретных условиях.
- *Подхарактеристика качества ПС (software quality subcharacteristic)*: это характеристика качества программного средства, входящая в состав другой характеристики качества.
- *Показатель качества ПС (software quality feature)* – признак, определяющий свойство программного средства, которое может быть соотнесено с некоторой характеристикой качества.
- *Промежуточный программный продукт (intermediate software product)*: продукт процесса разработки программного обеспечения, который используется в качестве входных данных для другой стадии процесса разработки программного обеспечения. Промежуточный продукт может также быть конечным продуктом.
- *Ранжирование (rating)*: действие по отнесению измеренного значения к соответствующему уровню ранжирования.

Основные понятия и определения

- *Уровень качества функционирования (уровень пригодности, level of performance)*: степень удовлетворения потребности, представленная конкретным набором значений характеристик качества.
- *Уровень ранжирования (уровень оценки, rating level)*: точка на порядковой шкале, которая используется для категоризации шкалы измерения. Уровень оценки позволяет ранжировать программное обеспечение в соответствии с установленными или подразумеваемыми потребностями. Соответствующие уровни ранжирования могут быть связаны с различными точками зрения на качество, например, пользователей, администраторов или разработчиков.
- *Характеристика качества ПС (software quality characteristic)*: набор свойств программного средства, с помощью которых описывается и оценивается его качество.

Основные понятия и определения

Шкала (scale): набор значений с определенными свойствами. При оценке качества используются следующие *типы шкал*:

- *номинальная* – соответствует набору категорий; классифицирует программы по признаку наличия или отсутствия некоторого свойства без учета градаций (например «да», «нет»);
- *порядковая (упорядоченная)* – соответствует упорядоченному набору делений шкалы; позволяет ранжировать свойства путем сравнения с опорными значениями; имеет небольшое количество делений (например, шкала с четырьмя градациями «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», с двумя градациями «удовлетворительно», «неудовлетворительно»);
- *интервальная* – соответствует упорядоченной шкале с равноудаленными делениями; обычно содержит достаточно большое количество делений с количественными значениями (например шкала с делениями 0, 1, 2, ..., 10);
- *относительная* – соответствует упорядоченной шкале с равноудаленными делениями, оцененными в относительных единицах относительно некоторой абсолютной величины (обычно в диапазоне от 0 до 1).

Два первых типа шкал применяются для оценки качественных атрибутов ПС, которые нельзя измерить количественно, и для ранжирования измеренных значений, третий и четвертый типы – для оценки количественных атрибутов.

Основные факторы, отражающиеся на качестве

При системном анализе и проектировании программных средств необходимо определять и учитывать связи, влияние и взаимодействие следующих **основных факторов**, которые отражаются на их качестве:

- назначение, содержание и описание функциональных характеристик, субхарактеристик и атрибутов, определяющих специфические особенности целей, задач, свойств и сферы применения конкретного программного средства – его функциональную пригодность;
- конструктивные характеристики качества, способствующие улучшению и совершенствованию назначения, функций и возможностей применения ПС;
- метрики, меры и шкалы, выбранных и пригодных для измерения и оценивания конкретных характеристик и атрибутов качества ПС с учетом определенной достоверности;
- уровни возможной детализации при описании и оценивании определенных характеристик и атрибутов качества ПС;
- цели и особенности потребителей результатов оценивания характеристик качества ПС;
- внешние и внутренние, негативные факторы, влияющие на достигаемое качество создания и применения ПС;
- доступные ресурсы, ограничивающие возможные величины реальных характеристик качества ПС;
- конкурентоспособность, выраженная отношением эффективности применения к стоимости приобретения и эксплуатации ПС.

Стандартизация качества программного обеспечения в Республике Беларусь

В настоящее время в области оценки качества ПС на территории Республики Беларусь действуют следующие основные стандарты:

- стандарт СССР **ГОСТ 28806–90. Качество программных средств. Термины и определения;**
- межгосударственный стандарт стран СНГ **ГОСТ 28195–99. Оценка качества программных средств. Общие положения;**
- национальный стандарт Беларуси **СТБ ИСО/МЭК 9126–2003. Информационные технологии. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению.**

Основные задачи, решаемыми при оценке качества программного

средства

Основными задачами, решаемыми при оценке качества программного средства, по ГОСТ 28195–99 являются:

- планирование номенклатуры характеристик и показателей качества;
- планирование уровня качества;
- выбор методов контроля показателей качества;
- контроль значений показателей качества в процессе ЖЦ ПС;
- выбор базовых образцов по подклассам и группам;
- принятие решения о соответствии реальных значений показателей качества установленным требованиям.

Под **показателем качества продукции** в ГОСТ 28195–99 подразумевается количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, составляющих ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления.

Обеспечение и оценка качества ПС выполняются в течение жизненного цикла программных средств и неразрывно связаны с положениями стандарта **СТБ ИСО/МЭК 12207-2003**,

Классификация методов определения показателей качества программного средства

Стандарт *ГОСТ 28195–99* и его предыдущая версия *ГОСТ 28195–89* классифицируют методы определения показателей качества ПС следующим образом:

по способам получения информации о показателе качества:

- измерительный;
- регистрационный;
- органолептический;
- расчетный;

по источникам получения информации о показателе качества:

- экспертный;
- социологический;
- традиционный.

Методы получения информации о свойствах и характеристиках ПС

- **Измерительный метод** – это метод получения информации о свойствах и характеристиках ПС путем измерений с помощью инструментальных средств (например, так может определяться количество операторов в программе, количество выполненных операторов, количество операндов, время выполнения программы при определенных наборах исходных данных и т.д.).
- **Регистрационный метод** – это метод получения информации о свойствах и характеристиках ПС во время его испытания или функционирования, когда регистрируются некоторые события (например количество сбоев и отказов).
- **Органолептический метод** – это метод получения информации о свойствах и характеристиках ПС, основанный на восприятии органов чувств (зрения и слуха) человека. Так могут определяться, например, свойства ПС, связанные с удобством его использования.
- **Расчетный метод** – это метод получения информации о свойствах и характеристиках ПС, основанный на использовании эмпирических и теоретических зависимостей (на ранних этапах разработки), статистических данных, накапливаемых при испытаниях, эксплуатации и сопровождении ПС. Так может определяться, например, точность вычислений.

Методы получения информации о свойствах и характеристиках ПС

- **Экспертный метод** – это метод получения информации о свойствах и характеристиках ПС на основании мнений группы экспертов–специалистов, компетентных в решении данной задачи. Экспертный метод применяется в том случае, когда невозможно или слишком трудоемко выполнить оценку показателей качества с помощью других методов. Данным методом рекомендуется определять, например, показатели понимаемости и осваиваемости ПС.
- **Социологический метод** – это метод получения информации о свойствах и характеристиках ПС на основе обработки специальных анкет-опросников. Так могут определяться, например, отдельные показатели удобства использования.
- **Традиционный метод** – это метод получения информации о свойствах и характеристиках ПС на основе непосредственного наблюдения за их функционированием в процессе работы. Так могут определяться, например, некоторые из показателей функциональности и удобства использования.

Иерархическая модель оценки качества программного средства

Стандарты *ГОСТ 28806–90, ГОСТ 28195–99, СТБ ИСО/МЭК 9126–2003* регламентируют выполнение оценки качества ПС и систем на основе **иерархической модели качества**. В соответствии с данной моделью совокупность свойств, отражающих качество программного средства, представляется в виде многоуровневой структуры.

Характеристики на первом (верхнем) уровне соответствуют основным свойствам ПС. Характеристики каждого уровня оцениваются посредством характеристик последующих уровней.

Стандарты *ГОСТ 28806–90, СТБ ИСО/МЭК 9126–2003* определяют первые два уровня иерархической модели качества. При этом номенклатура характеристик первого уровня является **обязательной**, а номенклатура характеристик второго уровня (подхарактеристик) – **рекомендуемой**.

Стандарт *ГОСТ 28195–99* определяет **четырёхуровневую** иерархическую модель оценки качества ПС. Номенклатура характеристик и подхарактеристик первых двух уровней является **обязательной**, а номенклатура подхарактеристик третьего и четвертого уровней – **рекомендуемой**.

Качество ПО

```
graph TD; A[Качество ПО] --- B[Функциональность]; A --- C[Надежность]; A --- D[Удобство использования]; A --- E[Эффективность]; A --- F[Удобство сопровождения]; A --- G[Портативность];
```

Функциональность:

- функциональная исправность;
- соответствие стандартам;
- функциональная совместимость;
- безопасность;
- точность.

Надежность:

- завершенность;
- восстанавливаемость;
- устойчивость к отказам.

Удобство использования:

- удобство изучения;
- понятность;
- удобство и простота использования.

Эффективность:

- эффективность по времени;
- эффективность использования ресурсов.

Удобство сопровождения:

- стабильность;
- анализируемость;
- контролепригодность;
- изменяемость.

Портативность:

- удобство установки;
- заменяемость;
- совместимость.

Основные характеристики

качества ПС

- **Функциональность (Functionality)** – совокупность свойств ПС, определяемая наличием и конкретными особенностями набора функций, способных удовлетворять заданные или подразумеваемые потребности.
- **Надежность (Reliability)** – совокупность свойств, характеризующая способность ПС сохранять заданный уровень пригодности в заданных условиях в течение заданного интервала времени.
- **Удобство использования (практичность, Usability)** – совокупность свойств программного средства, характеризующая усилия, необходимые для его использования, и индивидуальную оценку результатов его использования заданным или подразумеваемым кругом пользователей.
- **Эффективность (Efficiency)** – совокупность свойств программного средства, характеризующая те аспекты его уровня пригодности, которые связаны с характером и временем использования ресурсов, необходимых при заданных условиях функционирования.
- **Сопровождаемость (Maintainability)** – совокупность свойств программного средства, характеризующая усилия, которые необходимы для его модификации.
- **Мобильность (Portability)** – совокупность свойств программного средства, характеризующая приспособленность для переноса из одной среды функционирования в другие.

РЕСУРСЫ ДЛЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СЛОЖНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Доступные ресурсы жизненного цикла ПС включает реальные финансовые, временные, кадровые и аппаратурные ограничения, в условиях которых происходит создание и совершенствование комплексов программ. В зависимости от характеристик объекта разработки на ее выполнение выделяются ресурсы различных видов и объема. Эти факторы проявляются как дополнительные характеристики программных продуктов и их рентабельности, которые следует учитывать и оптимизировать, начиная с системного анализа ЖЦ ПС. В результате доступные ресурсы становятся косвенными критериями или факторами, влияющими на выбор методов разработки, на достигаемое качество и эффективность применения ПС.

Поэтому одной из основных задач при системном проектировании ПС является ***экономический анализ и определение необходимых ресурсов для создания и всего ЖЦ ПС*** в соответствии с требованиями контракта и технического задания.

Виды ресурсов

- **Допустимые финансово-экономические затраты** или эквивалентные им величины трудоемкости соответствующих работ. При разработке, тестировании и анализе качества этот показатель может применяться или как вид ресурсных ограничений, или как оптимизируемый критерий, определяющий целесообразную функциональную пригодность ПС. При этом необходимо также учитывать затраты на разработку, закупку и эксплуатацию системы качества, на технологию и комплекс автоматизации проектирования программ и баз данных, которые могут составлять существенную часть совокупной стоимости и трудоемкости разработки и всего ЖЦ ПС.
- **Время или допустимая длительность разработки** определенных версий ПС является "невосполнимым ограниченным ресурсом реальных проектов. Этот ресурс все больше определяет достижимое качество комплексов программ в процессе их разработки и сопровождения. Высокие требования заказчиков к сжатым срокам реализации проектов, естественно, ограничивают разработчиков и испытателей в продолжительности и объеме возможного системного анализа и проектирования, разработки и, особенно, тестирования программ. Увеличение числа, привлекаемых для этого специалистов, при опытной эксплуатации или тестировании, только в некоторых пределах позволяет ускорять разработку и увеличивать совокупное число тестов при проверках, для повышения качества программ.
- **Кадры специалистов** можно оценивать численностью, а также тематической и технологической квалификацией, которые всегда ограничены. В создании крупномасштабных ПС участвуют системные аналитики и руководители различных рангов, программисты и вспомогательный обслуживающий персонал в некотором, желательно, рациональном сочетании. Определяющими являются совокупная численность и структура коллектива, а также его подготовленность к коллективной разработке конкретного типа ПС и к применению им системы обеспечения качества функционирования.

Виды ресурсов

- **Доступные разработчикам ПС вычислительные ресурсы** объектных и технологических ЭВМ являются одним из важнейших факторов, определяющим достижимое качество сложных ПС. В процессе проектирования целесообразно выделять определенные ресурсы ЭВМ на оперативное обеспечение качества, повышение защищенности и надежности функционирования. Допустимая величина и рациональное распределение ресурсов ЭВМ на отдельные методы улучшения определенных конструктивных характеристик качества ПС, оказывают существенное влияние на достигаемые их значения.
- **Обобщенными ресурсами проекта ПС являются доступные стоимость или совокупные трудовые, временные и материальные затраты**, необходимые для приобретения, создания, модификации и эксплуатации компонентов и всего комплекса программ. Эти характеристики непосредственно влияют практически на все показатели качества и определяют рентабельность покупки или создания заново конкретного программного продукта. Это означает, что качество является относительным понятием, которое зависит от ресурсов и субъектов, осуществляющих его оценку с позиции эффективности использования, а также от состояния рынка соответствующей продукции, ее производителей и технологий. Ориентация на потребителей подразумевает анализ их нужд и определение возможностей рынка удовлетворить эти потребности.