

# Программная инженерия

Барышникова Марина Юрьевна  
МГТУ им. Н.Э. Баумана  
Каф. ИУ-7

[baryshnikovam@mail.ru](mailto:baryshnikovam@mail.ru)

# Лекция 6

Качество программного обеспечения и пути его достижения. Стандарты качества программного обеспечения. Современные модели качества программного обеспечения

Успешная организация,  
занимающаяся разработкой ПО,  
создает и выполняет задачи  
поставки качественных программ,  
отвечающих требованиям  
потребителей и укладывающихся в  
определенные временные и  
финансовые рамки

# Качество

совокупность планируемых и систематически проводимых мероприятий, необходимых для уверенности в том, что продукция или процессы удовлетворяют определенным требованиям потребителей к качеству



совокупность организационной структуры, ответственности, процедур, процессов и ресурсов, обеспечивающих осуществление руководства качеством продукции или процессов

совокупность технических, технологических и эксплуатационных характеристик продукции или процессов, посредством которых они способны отвечать требованиям потребителя и удовлетворять его при применении

# Квалиметрия как наука об измерении качества

Изучением и реализацией методов и средств количественного оценивания качества продукции занимается научная дисциплина – **квалиметрия**. При квалиметрических измерениях и оценках, качество рассматривается как иерархическая совокупность свойств, расположенных на различных уровнях

В основе квалиметрии лежат три базовых положения:

- практическая необходимость методов количественной оценки характеристик качества для решения задач их планирования и контроля на различных уровнях управления процессом создания и применения продукции;
- подход к качеству как к единому динамическому сочетанию ряда отдельных свойств, каждое из которых в силу своего характера и взаимосвязей с другими свойствами (с учетом их весомости и приоритета) оказывает влияние на формирование иерархической структуры обобщенного качества продукции;
- наличие принципиальной возможности измерения в количественной форме как отдельных свойств, так и их сочетаний, в том числе интегрального качества

# Программы для ЭВМ как объекты проектирования

Характеризуются следующими обобщенными показателями:

- проблемно-ориентированной областью применения, техническим и социальным назначением;
- конкретным типом решаемых функциональных задач с достаточно определенной областью применения соответствующими группами пользователей;
- объемом и сложностью совокупности программ и базы данных, решающей единую целевую задачу определенного типа;
- необходимым составом, требуемыми значениями характеристик качества функционирования и величиной допустимого риска (ущерба) из-за их несоблюдения;
- степенью связи решаемых задач с реальным масштабом времени или допустимой длительностью ожидания результатов решения задачи;
- прогнозируемыми значениями длительности эксплуатации и перспективой создания множества версий;
- предполагаемым тиражом производства;
- степенью необходимой документированности

Эти показатели могут использоваться для оценки качества сложных программных средств

# Качество программного обеспечения

- *Определение ISO:* Качество - это полнота свойств и характеристик продукта, процесса или услуги, которые обеспечивают способность удовлетворять заявленным или подразумеваемым потребностям
- *Определение IEEE:* Качество программного обеспечения - это степень, в которой оно обладает требуемой комбинацией свойств

## Стандарты качества ПО:

- ISO/IEC 9126:1-4:2002 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93)
- ISO/IEC 14598 – набор стандартов, регламентирующий способы оценки характеристик качества

В совокупности они образуют модель качества - SQuaRE (Software Quality Requirements and Evaluation)

# Качество программного обеспечения

- внешнее качество, заданное требованиями заказчика в спецификациях и отражающееся характеристиками конечного продукта;
- внутреннее качество, проявляющееся в процессе разработки и других промежуточных этапах жизненного цикла ПС;
- качество при использовании в процессе нормальной эксплуатации и результативность достижения потребностей пользователей с учетом затрат ресурсов (эксплуатационное качество)

Качество объекта зависит от того, для какой **цели**, для какого **потребителя** и для каких **условий** делается его оценка



# Система измерения качества



# Категории метрик , используемые при измерении характеристик качества ПО

- категорийные, или описательные (номинальные) метрики используются для оценки функциональных возможностей программных средств;
- количественные метрики применимы для измерения надежности и эффективности сложных комплексов программ;
- качественные метрики в наибольшей степени соответствуют практичности, сопровождаемости и мобильности программных средств

# Стандарт ISO/IEC 9126:1-4: Информационная технология - Качество программных средств

- Часть 1: Модель качества
- Часть 2: Внешние метрики качества
- Часть 3: Внутренние метрики качества
- Часть 4: Метрики качества в использовании

## 6 базовых характеристик качества, используемых в модели стандарта ISO/IEC 9126-1

функциональная пригодность	практичность
надежность	сопровождаемость
эффективность	мобильность

# Характеристики качества программного обеспечения

<b>Функциональные возможности (Functionality)</b>	Способность программного обеспечения реализовать установленные или предполагаемые потребности пользователей
<i>Пригодность для применения по назначению (Suitability)</i>	Наличие и соответствие набора функций конкретным задачам
<i>Правильность/корректность реализации требований (Accuracy)</i>	Обеспечение правильности или соответствия результатов или эффектов
<i>Способность к взаимодействию (Interoperability)</i>	Способность ПО взаимодействовать с конкретными системами
<i>Согласованность (Compliance)</i>	Способность программного обеспечения придерживаться соответствующих стандартов и соглашений, или подробных рекомендаций
<i>Защищенность/безопасность функционирования (Security)</i>	Способность ПО предотвращать несанкционированный доступ (случайный или преднамеренный) к программам и данным

# Характеристики качества программного обеспечения

<b>Надежность</b> (Reliability)	Способность программного обеспечения сохранять свой уровень качества функционирования при установленных условиях за установленный период времени
<i>Стабильность/уровень завершенности</i> (Maturity)	Характеризуется частотой отказов, вызванных наличием ошибок в программном обеспечении
<i>Устойчивость к ошибке</i> (Fault tolerance)	Способность программного обеспечения поддерживать определенный уровень качества функционирования в случаях программных ошибок или нарушения определенного интерфейса
<i>Восстанавливаемость</i> после проявления дефектов (Recoverability)	Способность программного обеспечения восстанавливать уровень качества функционирования и данные, непосредственно поврежденные в случае отказа. Характеризуется необходимыми для этого затратами усилий и времени

# Характеристики качества программного обеспечения

<b>Практичность (Usability)</b>	Характеризуется объемом работ, требуемых для использования программного обеспечения определенным или предполагаемым кругом пользователей
<i>Понятность функций и документации (Understandability)</i>	Характеризует усилия пользователя по пониманию общей логической концепции ПО и его применимости
<i>Изучаемость процессов функционирования и применения (Learnability)</i>	Характеризует усилия пользователя по обучению применению программного обеспечения (например, оперативному управлению, вводу, выводу)
<i>Простота использования (Operability)</i>	Характеризует усилия пользователя по эксплуатации и оперативному управлению ПО

# Характеристики качества программного обеспечения

<b>Эффективность (Efficiencies)</b>	Определяется соотношением между уровнем качества функционирования программного обеспечения и объемом используемых ресурсов при установленных условиях
<i>Временная эффективность реализации комплекса программ (Time behavior)</i>	Характеризуется временем отклика и скоростью выполнения функций
<i>Используемость вычислительных ресурсов (Resource behavior)</i>	Характеризуется объемом используемых ресурсов и продолжительностью использования ПО при выполнении функции

# Характеристики качества программного обеспечения

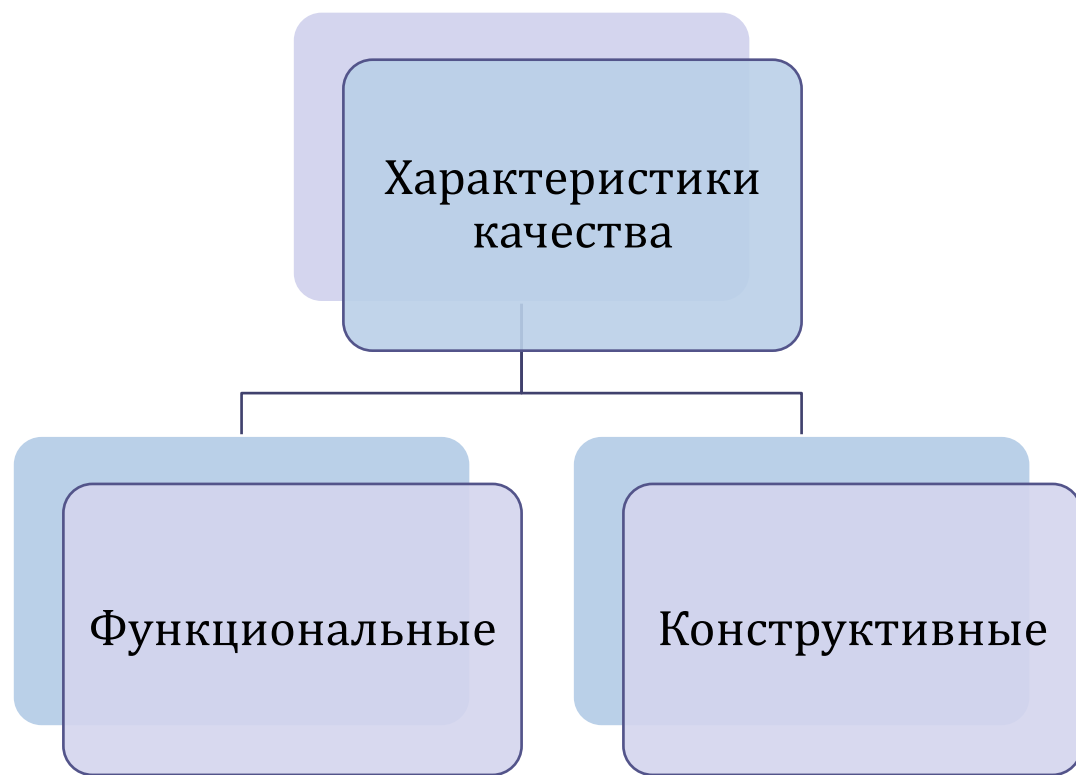
<b>Сопровождаемость</b> (Maintainability)	Характеризует объем работ, требуемых для проведения конкретных изменений (модификаций)
<i>Анализируемость</i> (Analysability)	Характеризует усилия, необходимые для диагностики недостатков или случаев отказов или определения составных частей для модернизации
<i>Изменяемость</i> компонентов и комплекса программ (Changeability)	Характеризует усилия, необходимые для модификации, устранения отказа или для изменения условий эксплуатации
<i>Устойчивость</i> (Stability)	Характеризует риск от непредвиденных эффектов модификации
<i>Тестируемость</i> изменений при сопровождении (Testability)	Характеризует усилия, необходимые для проверки модифицированного программного обеспечения



# Характеристики качества программного обеспечения

<b>Мобильность (Portability)</b>	Способность программного обеспечения быть перенесенным из одного окружения в другое
<i>Адаптируемость к изменениям среды (Adaptability)</i>	Характеризует удобство адаптации ПО к различным конкретным условиям эксплуатации, без применения других действий или способов, кроме тех, что предназначены для этого в рассматриваемом программном обеспечении
<i>Простота установки/внедрения/инсталляции после переноса (Installability)</i>	Характеризует усилия, необходимые для внедрения программного обеспечения в конкретное окружение
<i>Соответствие (Conformance)</i>	Способность программного обеспечения подчиняться стандартам или соглашениям, относящимся к мобильности
<i>Взаимозаменяемость компонентов при корректировке комплекса программ (Replaceability)</i>	Характеризует простоту и трудоемкость применения данного ПО вместо другого конкретного программного средства в среде этого средства

# Характеристики качества программных средств



- определяют назначение, свойства и задачи, решаемые комплексом программ для основных пользователей;
  - отличаются широким разнообразием;
  - трудно поддаются унификации;
  - подлежат категоризации по большому количеству классов и свойств
- имеют небольшую номенклатуру, которая может быть унифицирована;
  - могут быть адаптированы и использованы для описания остальных, внутренних и внешних, стандартизируемых характеристик качества

# Качество при использовании

**Качество в использовании** – это основное качество системы, включающей в себя программное обеспечение, которое воспринимается пользователями. Оно измеряется в терминах результата функционирования и применения программ, а не посредством оценки внутренних свойств самого программного средства

- качество ПС в среде пользователей может отличаться от качества в среде разработчиков, поскольку некоторые функции могут быть невидимы пользователям или не использоваться ими;
- *пользователь оценивает только те атрибуты ПС, которые видимы и полезны ему в процессе реального применения*, отсюда следует, что к дефектам комплексов программ следует относить не только прямые потери при их применении пользователями, но и избыточные свойства, которые не нужны пользователям и потребовали дополнительных затрат при разработке;
- иногда требования, специфицированные пользователем на этапе анализа, впоследствии не удовлетворяют его ожиданиям при применении продукта вследствие изменения взглядов и понятий, а также трудности специфицирования неявных потребностей в начале проектирования

# Набор характеристик, рекомендуемых стандартом ISO 9126-4 для описания качества ПО при использовании

- **Эффективность** (effectiveness). Это способность ПО предоставлять пользователям возможность решать их задачи с необходимой точностью при использовании в заданном контексте
- **Продуктивность** (productivity). Способность ПО предоставлять пользователям определенные результаты в рамках ожидаемых затрат ресурсов
- **Безопасность** (safety). Способность ПО обеспечивать необходимо низкий уровень риска нанесения ущерба жизни и здоровью людей, бизнесу, собственности или окружающей среде
- **Удовлетворение пользователей** (satisfaction). Способность ПО приносить удовлетворение пользователям при использовании в заданном контексте

# Управление качеством ПО на стадиях жизненного цикла

- *целевое* качество – необходимое и достаточное качество, которое отражает реальные потребности пользователя;
- *затребованное* (установленное) качество продукта – тот уровень значений характеристик внешнего качества, который фактически заявлен в спецификации требований к качеству и должен использоваться как цель для его проверки;
- *качество программного проекта* – внутреннее качество ПС, представленное в описании основных частей или всего проекта, например, архитектуры программного обеспечения, структуры программ, стратегии проектирования интерфейса пользователя и т.п.
- *оцененное* (или прогнозируемое) качество продукта – качество, которое оценивается или предсказывается как качество конечного программного продукта на каждой стадии разработки на основании характеристик качества программного проекта;
- *качество поставляемого продукта* – это качество готового к поставке продукта, как правило, протестированного в моделируемой среде на моделируемых данных;
- *эксплуатационное* качество – качество программной системы, измеряемое в терминах результатов ее использования, а не свойств

# Время простоя ПО при различных значениях работоспособности

Работоспособность	Минуты	Часы	Дни
99,999999%	0,05256	0,000876	3,65E-05
99,99999%	0,5256	0,00876	0,000365
99,9999%	5,256	0,0876	0,00365
99,999%	52,56	0,876	0,0365
99,99%	525,6	8,76	0,365
99,9%	5256	87,6	3,65

# Целевые группы, заинтересованные в качестве ПО

- **Пользователь** – это лицо, непосредственно взаимодействующее с программным обеспечением с целью выполнения определенных задач
- **Покупатель** – это физическое лицо или организация, приобретающие программное обеспечение и/или являющиеся владельцами лицензии на его использование
- **Инвесторы** – это физические лица или организации, оплачивающие разработку
- **Разработчики** – это физические лица или организация, непосредственно создающие программное обеспечение
- **Руководитель программного проекта** – лицо, осуществляющее руководство процессом создания ПО и реализующее коммуникативные функции с другими заинтересованными участниками проекта

# Значимость характеристик качества для различных участников программного проекта

Характеристика качества	Пользователь	Покупатель	Инвестор
Функциональность	+	+	+
Надежность	+	+	
Практичность	+		+
Эффективность	+		
Сопровождаемость		+	
Мобильность		+	+



# Как определить достаточный уровень качества ПО?

Чтобы принять решение о том, достаточно ли качественным является разработанное ПО, надо **сравнить стоимость непоставки программного продукта с эксплуатационной стоимостью** в случае его поставки

# Система обеспечения качества программных средств

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 допустимом расходовании ресурсов

# Основы системы обеспечения качества

- **Методы обеспечения качества** представляют собой техники, гарантирующие достижение определенных показателей качества при их применении
- **Методы контроля качества** позволяют убедиться, что определенные характеристики качества ПО достигнуты

# Подходы к оценке требуемого качества программного обеспечения

- 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

**Обеспечение и удостоверение качества сложных программных средств должно базироваться на проверках и испытаниях:**

- технологий обеспечения жизненного цикла ПО, поддержанного регламентированными системами качества;
- готового программного продукта с полным комплектом адекватной эксплуатационной документации

# Методы контроля качества ПО

- Методы и техники, связанные с выяснением свойств ПО во время его работы. Это прежде всего все виды *тестирования*, а также измерение количественных показателей качества, которые можно определить по результатам работы ПО – эффективности по времени и другим ресурсам, надежности, доступности и пр.
- Методы и техники определения показателей качества на основе симуляции работы ПО с помощью моделей разного рода. К этому виду относятся *проверка на моделях* (model checking), а также *прототипирование* (макетирование), используемое для оценки качества принимаемых решений
- Методы и техники, нацеленные на выявление нарушений формализованных правил построения исходного кода ПО, проектных моделей и документации. К методам такого рода относится инспектирование кода, заключающееся в целенаправленном поиске определенных дефектов и нарушений требований в коде на основе шаблонов, автоматизированные методы поиска ошибок в коде, не основанные на его выполнении, методы проверки документации на согласованность и соответствие стандартам
- Методы и техники обычного или формализованного анализа проектной документации и исходного кода для выявления их свойств. К этим методам относятся многочисленные методы анализа архитектуры ПО, методы формального доказательства свойств ПО и формального анализа эффективности применяемых алгоритмов

# Набор стандартов ISO 9000

- ISO 9000:2000 Quality management systems – Fundamentals and vocabulary. Системы управления качеством – Основы и словарь.
- ISO 9001:2000 Quality management systems – Requirements. Models for quality assurance in design, development, production, installation and servicing. Системы управления качеством – Требования. Модели для обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, установке и обслуживании. Определяет общие правила обеспечения качества результатов во всех процессах жизненного цикла

Набор стандартов ISO 9000 регулирует общие принципы обеспечения качества процессов производства во всех отраслях экономики

# Требования стандарта ISO 9001 по отношению к сертифицируемым организациям

- Определять, документировать и развивать собственную систему качества на основе измеримых показателей
- Использовать эту систему качества как средство управления процессами, нацеливая их на большее удовлетворение нужд заказчиков, планируя и постоянно отслеживая качество результатов всех видов деятельности, в том числе и самого управления
- Обеспечить использование качественных ресурсов, качественного (компетентного, профессионального) персонала, качественной инфраструктуры и качественного окружения
- Постоянно контролировать соблюдение требований к качеству на практике, во всех процессах проектирования, производства, предоставления услуг и при приобретениях
- Предусмотреть процесс устранения дефектов, определить и контролировать качество результатов этого процесса

# Недостатки стандарта ISO 9001

- недостаточная подробность стандарта, возможность различных его толкований в зависимости от представлений аудитора
- неточность оценки качества процессов, задействованных при создании и внедрении программного обеспечения
- отсутствие в стандарте механизмов, способствующих улучшению существующих процессов



# Модель СММ (5 уровней зрелости организации, занимающейся разработкой ПО)

## 5. Оптимизированный

- Постоянное улучшение процессов
- Управление изменениями
- Предотвращение дефектов

## 4. Управляемый

- Количественное управление процессом разработки ПО
- Управление качеством ПО

## 3. Определенный

- Экспертная оценка программ
- Межгрупповая координация
- Повышение квалификации сотрудников
- Определение процесса

## 2. Повторяемый

- Управление требованиями
- Управление конфигурацией
- Планирование и отслеживание проекта
- Обеспечение качества ПО

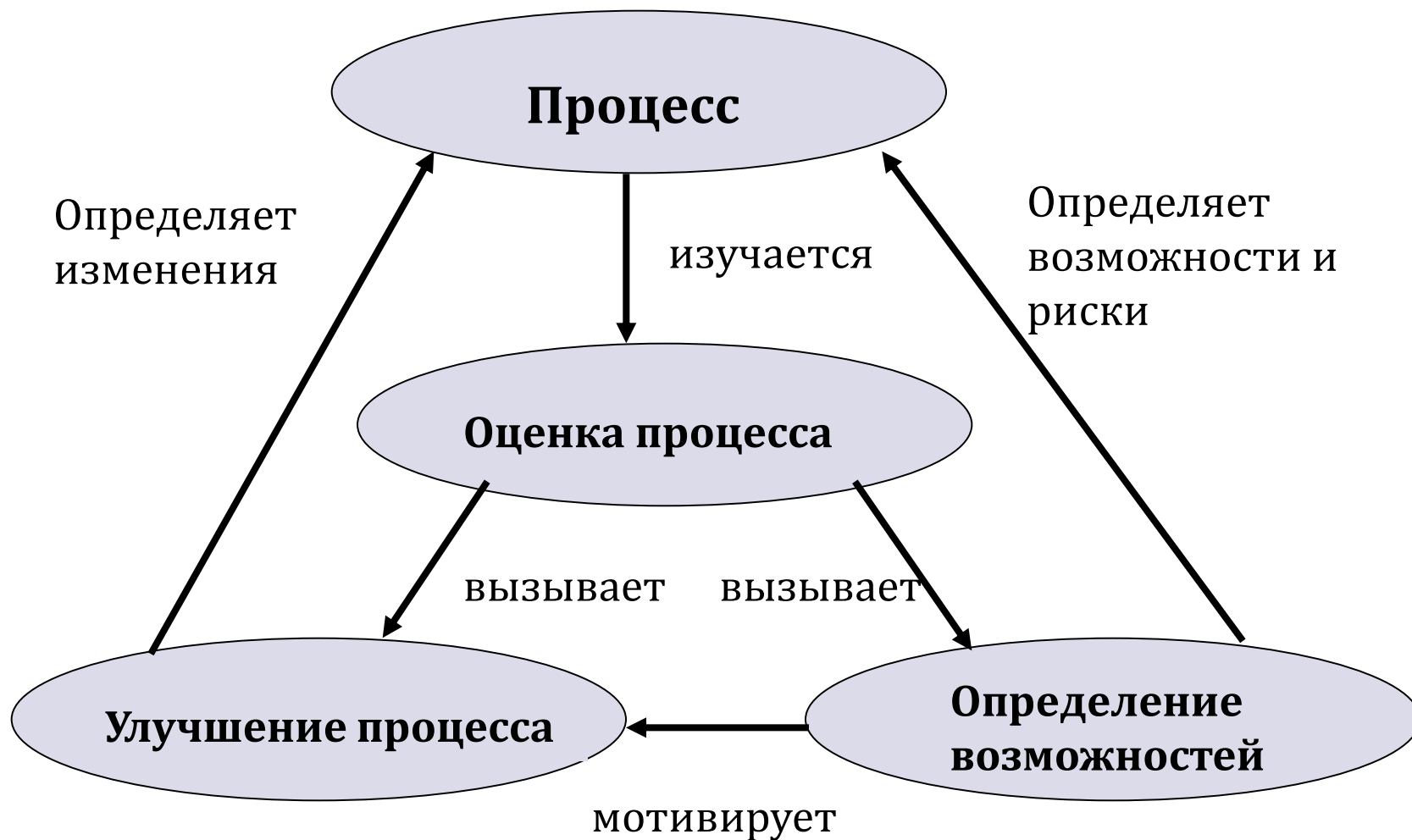
## 1. Начальный

- Непредсказуемое качество процесса
- Индивидуальные решения для каждого проекта

# Ограничения на использование модели CMM

- стандарт CMM является собственностью Software Engineering Institute и не является общедоступным (в частности, дальнейшая разработка стандарта ведется самим институтом, без заметного влияния остальной части программистского сообщества);
- оценка качества процессов организаций может проводиться только специалистами, прошедшими специальное обучение и аккредитованными SEI;
- стандарт ориентирован на применение в относительно крупных компаниях

# Основные элементы стандарта ISO/IEC 15504 (SPICE)



# ISO/IEC 15504 (SPICE)

- Оценка процесса происходит путем сравнения процесса разработки ПО, существующего в данной организации, с описанной в стандарте моделью. Это помогает оценить эффективность процессов, определить причины ухудшения качества и связанные с этим издержки во времени или стоимости
- Определение возможностей процесса позволяет оценить возможности улучшения данного процесса
- В результате предыдущих шагов, в организации может появиться понимание необходимости улучшения того или иного процесса. К этому моменту цели совершенствования процесса уже четко сформулированы и остается только техническая реализация поставленных задач. После этого весь цикл работ начинается сначала

# Базовые принципы административного управления жизненным циклом и качеством программных средств

- **Принцип 1: ориентация предприятия-разработчика на потребителя-заказчика.** «Предприятия зависят от своих потребителей и, таким образом, должны понимать текущие и будущие потребности потребителей-заказчиков, удовлетворять их требования и стремиться превзойти их ожидания»
- **Принцип 2: лидерство-руководство.** «Лидеры обеспечивают единство назначения и направления деятельности предприятия. Они должны создавать и поддерживать внутреннюю окружающую среду, в которой специалисты могут в полной мере участвовать в достижении стратегических целей предприятия»
- **Принцип 3: вовлечение персонала.** «Люди составляют сущность предприятия на всех уровнях, и их полноценное участие в деятельности способствует применению их способностей на благо целей предприятия»
- **Принцип 4: процессный подход.** «Желаемый результат достигается более эффективно, когда требуемые ресурсы и деятельность специалистов предприятия управляются как единый связанный процесс»

# Базовые принципы административного управления жизненным циклом и качеством программных средств

- **Принцип 5: системный подход к административному управлению.** «Выявление и понимание задач и административное управление системой взаимосвязанных процессов для заданной стратегической цели, повышает эффективность и результативность предприятия»
- **Принцип 6: постоянное усовершенствование.** «Непрерывное усовершенствование процессов и повышение качества продукции должно быть постоянной стратегической целью предприятия и его специалистов»
- **Принцип 7: подход к принятию решений основанный на фактах.** «Эффективные решения должны базироваться на анализе только реальных данных и достоверной информации»
- **Принцип 8: взаимовыгодные отношения с поставщиками.** «Предприятие-пользователь и его поставщики-разработчики взаимозависимы, и взаимовыгодные отношения между ними повышают способность обоих производить качественную продукцию»