МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА, ОСНОВАННЫЙ НА ИЕРАРХИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

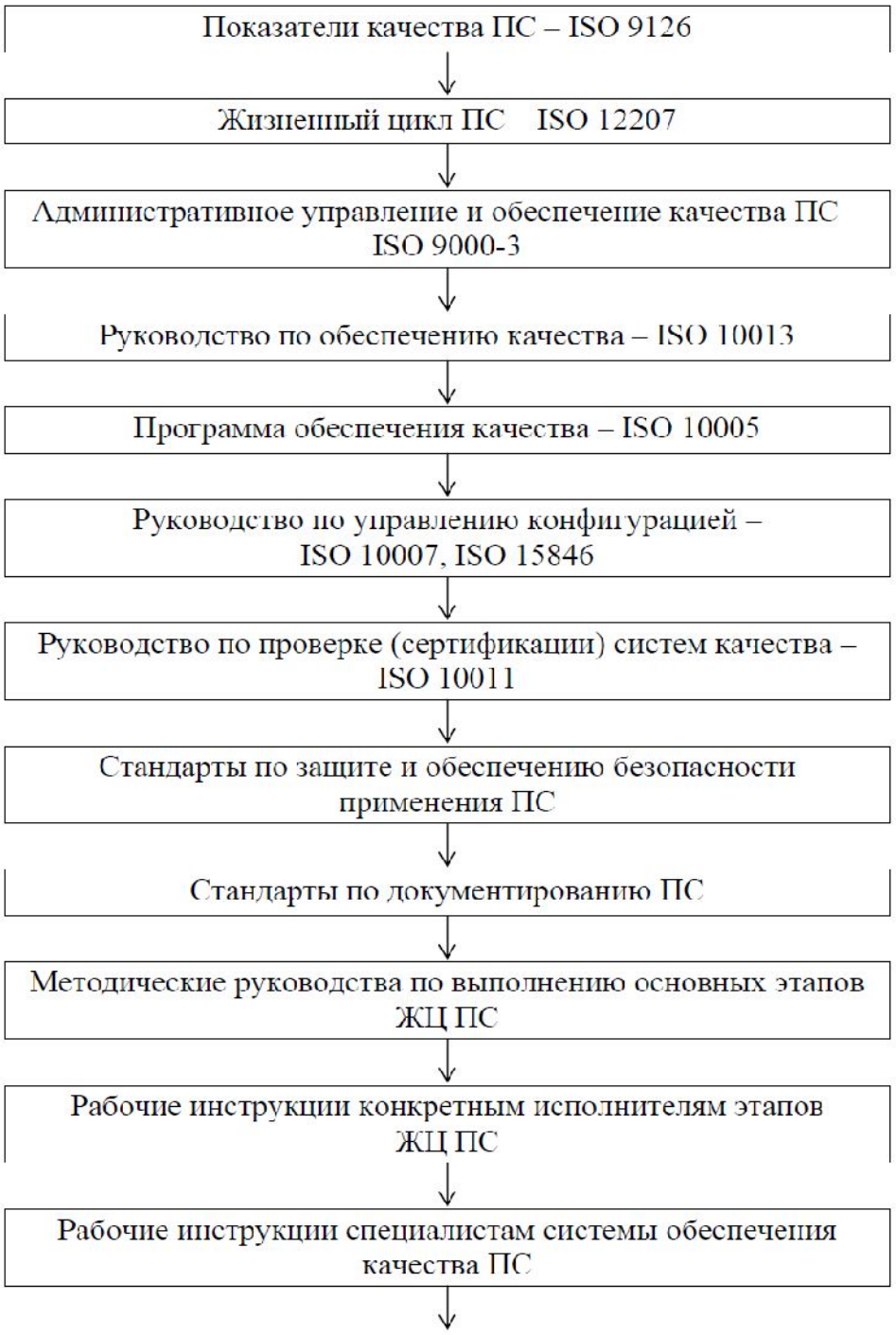

Показатели качества ПС – ISO 9126
Жизненный цикл ПС ISO 12207
Административное управление и обеспечение качества ПС ISO 9000-3
Руководство по обеспечению качества – ISO 10013
Программа обеспечения качества – ISO 10005
Руководство по управлению конфигурацией – ISO 10007, ISO 15846
Руководство по проверке (сертификации) систем качества – ISO 10011
Стандарты по защите и обеспечению безопасности применения ПС
Стандарты по документированию ПС
Методические руководства по выполнению основных этапов ЖЦ ПС
Рабочие инструкции конкретным исполнителям этапов ЖЦ ПС
Рабочие инструкции специалистам системы обеспечения качества ПС

Таблица 2

Номер показателя по табл. 1	Применяемость показателя по подклассам (группам) ПС											
	5011	5012	5013	5014	5015	5016	5017	503	504	505	506	509
1.1	+	+	+	+	+	+	+	-	±	+	±	
1.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2.1	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
2.2	±	±	±	±	±	±	±	-	±	±	±	
2.3	±	±	±	±	±	±	±	-	±	±	±	
2.4	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	
3.1	±	±	±	+	+	+	+	±	+	±	±	
3.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
3.3	+	+	±	+	+	+	+	-	+	+	±	
4.1	±	±	±	±	±	±	±	-	±	±	±	

Рис.4. Модель надежности для фазы анализа

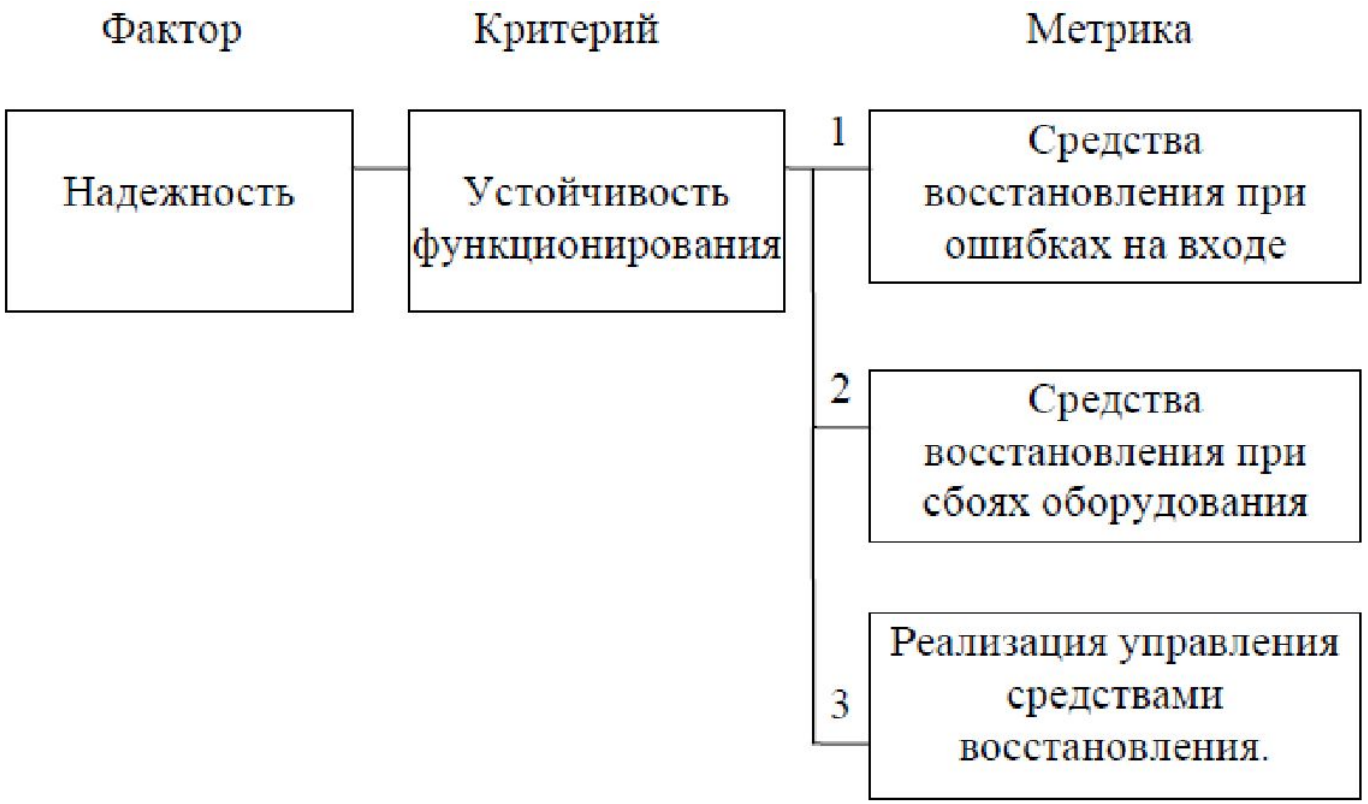


Рис.5. Модель надежности для фазы проектирования

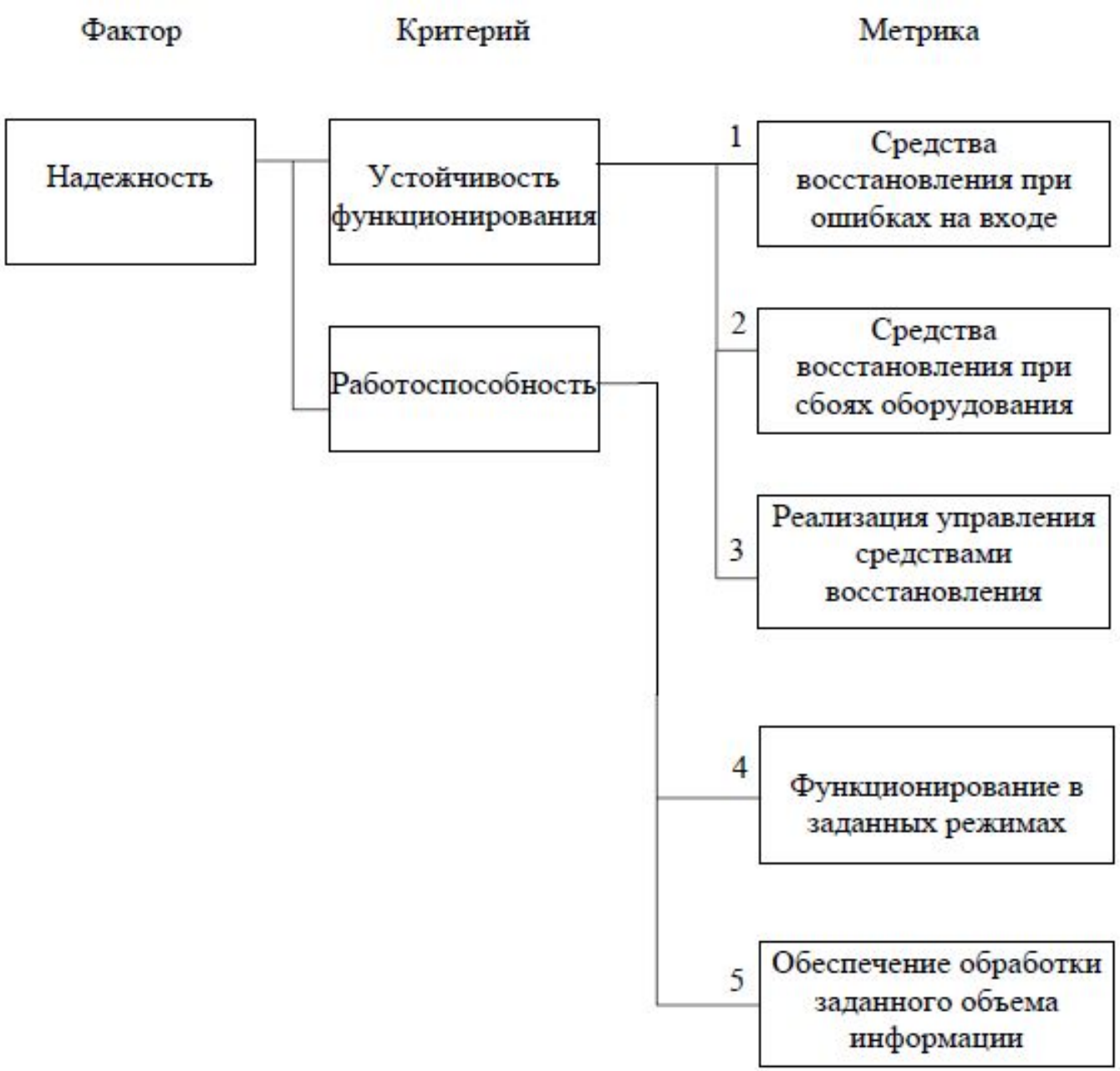


Рис.6. Модель надежности для фаз реализации, тестирования,

Таблица 1. Оценочные элементы фактора Надежность

Код элемента	Наименование	Метод оценки	Оценка
H0101	Наличие требований к программе по устойчивости функционирования при наличии ошибок во входных данных	Экспертный	0 – 1
H0102	Возможность обработки ошибочных ситуаций	Экспертный	0 – 1
H0103	Полнота обработки ошибочных ситуаций	Экспертный	0 – 1
H0104	Наличие тестов для проверки допустимых значений входных данных	Экспертный	0 – 1
H0105	Наличие системы контроля полноты входных данных	Экспертный	0 – 1
H0106	Наличие средств контроля корректности входных данных	Экспертный	0 – 1

H0107	Наличие средств контроля непротиворечивости входных данных	Экспертный	0 – 1
H0108	Наличие проверки параметров и адресов по диапазону их значений	Экспертный	0 – 1
H0109	Наличие обработки граничных результатов	Экспертный	0 – 1
H0110	Наличие обработки неопределенностей	Экспертный	0 – 1
H0201	Наличие требований к программе по восстановлению процесса выполнения в случае сбоя операционной системы, процессора, внешних устройств.	Экспертный	0 – 1
H0202	Наличие требований к программе по восстановлению результатов при отказах процессора, операционной системы	Экспертный	0 – 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ (ПС)

Характеристика			Наличие(1), отсутствие(0) свойства
Основная	**Промежуточная**	**Детальная**	
1	2	3	4
1. Функциональные возможности	1.1. Функциональная пригодность	1.1.1. Соответствие ПС целям их применения	1
		1.1.2. Соответствие состава и содержания выходной информации требованиям пользователей	1
		1.1.3. Соответствие исходной информации, используемой в организации, требованиям ПС	0
	1.2. Способность к взаимодействию	1.2.1. С информационной системой вышестоящей организации	1
		1.2.2. С информационной системой нижестоящей организации	1
		1.2.3. С компонентами распределенных баз данных	0
		1.2.4. С банками, налоговой инспекцией, казначейством и т.д.	0
2. Надежность и безопасность	2.1. Защищенность	2.1.1. Соответствие ПС требованиям защиты от предумышленных угроз безопасности	0
		2.1.2. Обеспечение эффективности оперативных методов защиты и восстановления при реализации угроз	1
		2.1.3. Соответствие нормативным документам на защиту от различных типов угроз	0
		2.1.4. Обеспечение защиты от различных типов угроз	0

Продолжение прил. 1

1	2	3	4
	2.2. Устойчивость функционирования	2.2.1. Наличие средств восстановления при ошибке на входе	1
		2.2.2. Наличие средств восстановления при сбоях оборудования	1
		2.2.3. Наличие средств управления средствами восстановления	0
		2.2.4. Наличие автоматического рестарта	1
		2.2.5. Вероятность работоспособного функционирования в течение месяца	0
3. Практичность и удобство применения	3.1. Легкость освоения	3.1.1. Возможность освоения ПС по документации	1
		3.1.2. Возможность освоения ПС на контрольном примере	1
		3.1.3. Возможность поэтапного освоения ПС	0
	3.2. Доступность эксплуатационных документов	3.2.1. Полнота и понятность документации для освоения документов	1
		3.2.2. Точность пользовательских документов	0
		3.2.3. Достаточность документов для запуска ПС в эксплуатацию	1
		3.2.4. Ясность формулировок и описаний в документации	0
	3.3. Простота использования	3.3.1. Комфортность эксплуатации (удовлетворительно, неудовлетворительно)	1
		3.3.2. Простота эксплуатации ПС	1
4. Эффективность	4.1. Временна́я эффективность	4.1.1. Удовлетворение временем выполнения программ и временем выдачи ответов на запросы	0

Окончание прил. 1

1	2	3	4
		4.1.2. Удовлетворение временем подготовки входных данных	1
	4.2. Экономическая эффективность	4.2.1. Удовлетворение затратами на защиту данных	1
		4.2.2. Удовлетворение соотношением общих затрат на эксплуатацию ПС и получаемой прибылью	0
		4.2.3. Удовлетворение соотношением затрат на защиту данных и получаемой прибылью	1
5. Сопровождаемость	5.1. Внесение текущих изменений в ПС в процессе эксплуатации	5.1.1. Наличие документов, содержащих сроки внесения текущих изменений в ПС	1
		5.1.2. Полнота документов, отражающих порядок внесения текущих изменений в ПС	1
		5.1.3. Наличие системы контроля за внесением текущих изменений в ПС	1
	5.2. Обучение персонала в период внедрения и после внесения изменений в ПС	5.2.1. Наличие системы обучения персонала в процессе внедрения ПС	1
		5.2.2. Наличие тестов для контроля уровня знаний обучаемых	0
		5.2.3. Наличие системы обучения после внесения изменений в ПС	1
		5.2.4. Наличие требований к знаниям персонала, допущенного к эксплуатации ПС	1
Всего по всем строкам			23

СТАНДАРТЫ СЕРИИ ISO В ОБЛАСТИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

В области стандартизации информационных технологий ISO и IEC объединили свою деятельность, создав объединенный технический комитет 1(Joint Technical Committee 1, JTC1).
В этой связи международные стандарты в области информационных технологий, разрабатываемые в JTC1, имеют обозначение ISO/IEC (ИСО/МЭК).
В течение десяти лет основой регламентирования характеристик качества ПС за рубежом являлся международный стандарт
ISO/IEC 9126:1991 – Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению
В последние годы данный стандарт активно развивался в направлении
уточнения, детализации и расширения номенклатуры характеристик качества ПС.

В настоящее время *ISO/IEC 9126:1991* заменен на две взаимосвязанные серии стандартов:

1. **ISO/IEC 9126-1-4** – Информационная технология. Качество программных средств
2. **ISO/IEC 14598-1-6:1998-2000** – Оценивание программного продукта.

Стандарт *ISO/IEC 9126-1-4* состоит из 4-х частей.

Названия частей:

Часть 1: Модель качества.

Часть 2: Внешние метрики.

Часть 3: Внутренние метрики.

Часть 4: Метрики качества в использовании.

Назначение модели, описанной в части 1:

1) проверка полноты определения требований в техническом задании;
2) идентификация требований к ПС;
3) идентификация целей проекта ПС;
4) идентификация целей испытаний ПС;
5) идентификация критериев приемки пользователем и сертификации ПС.

В стандарте *ISO/IEC 9126-1:2001* описана *иерархическая модель оценки качества ПС*.

В соответствии с моделью общее качество разделяется на *шесть базовых характеристик*. Данные характеристики находятся на верхнем уровне иерархического дерева. Характеристики разделяются на подхарактеристики.

Подхарактеристики определяются метриками. На нижнем уровне иерархии находятся атрибуты (свойства) ПС. Эта иерархия не строгая. Некоторые атрибуты могут быть связаны с несколькими подхарактеристиками.

Существуют следующие *виды метрик*:

– внутренние метрики;

– внешние метрики;

– метрики качества в использовании.

Внутренние метрики используются в ходе проектирования и программирования к неисполняемым компонентам ПС (например, к исходному тексту программы или спецификациям).

Цель внутренних метрик – обеспечение возможности достижения требуемого внешнего качества. С этой целью в ходе разработки оцениваются промежуточные продукты.

Основой для внутренних метрик являются, например, свойства исходного текста программы, управляющего графа программы, потока данных, изменения состояний памяти, атрибуты документации

Внешние метрики используют меры программного средства, полученные на основании из поведения системы, частью которой они являются, путем испытаний, эксплуатации или наблюдения исполняемого ПС или системы.

Для обеспечения требуемого качества внешние метрики должны заранее планироваться и прогнозироваться.

Последовательность действий по планированию и прогнозу значений внешних метрик :

1) определить требования к качеству ПС;

2) перечислить характеристики и подхарактеристики, которые составляют полный набор показателей качества;

3) определить подходящие внешние метрики и их приемлемые диапазоны значений;

4) установить количественные и качественные критерии, подтверждающие удовлетворительность свойств ПС;

5) определить и специфицировать внутренние атрибуты качества, обеспечивающие требуемые внешние характеристики качества;

6) специфицировать подходящие внутренние метрики и приемлемые диапазоны для получения числовых значений или категорий внутренних характеристик качества, используемых для оценки промежуточных продуктов.

Метрики качества в использовании измеряют, в какой степени продукт удовлетворяет потребности конкретных пользователей в достижении заданных целей с ***результативностью, продуктивностью и удовлетворением*** в заданном контексте использования.

Результативность подразумевает точность и полноту достижения определенных целей пользователями при применении ПС.

Продуктивность соответствует соотношению израсходованных ресурсов и результативности при эксплуатации ПС.

Удовлетворенность – психологическое отношение к качеству использования продукта.

Качество в использовании определяет объединенный эффект от всех характеристик качества ПС для пользователя.

Качество в использовании – это восприятие пользователем качества системы, содержащей ПС.

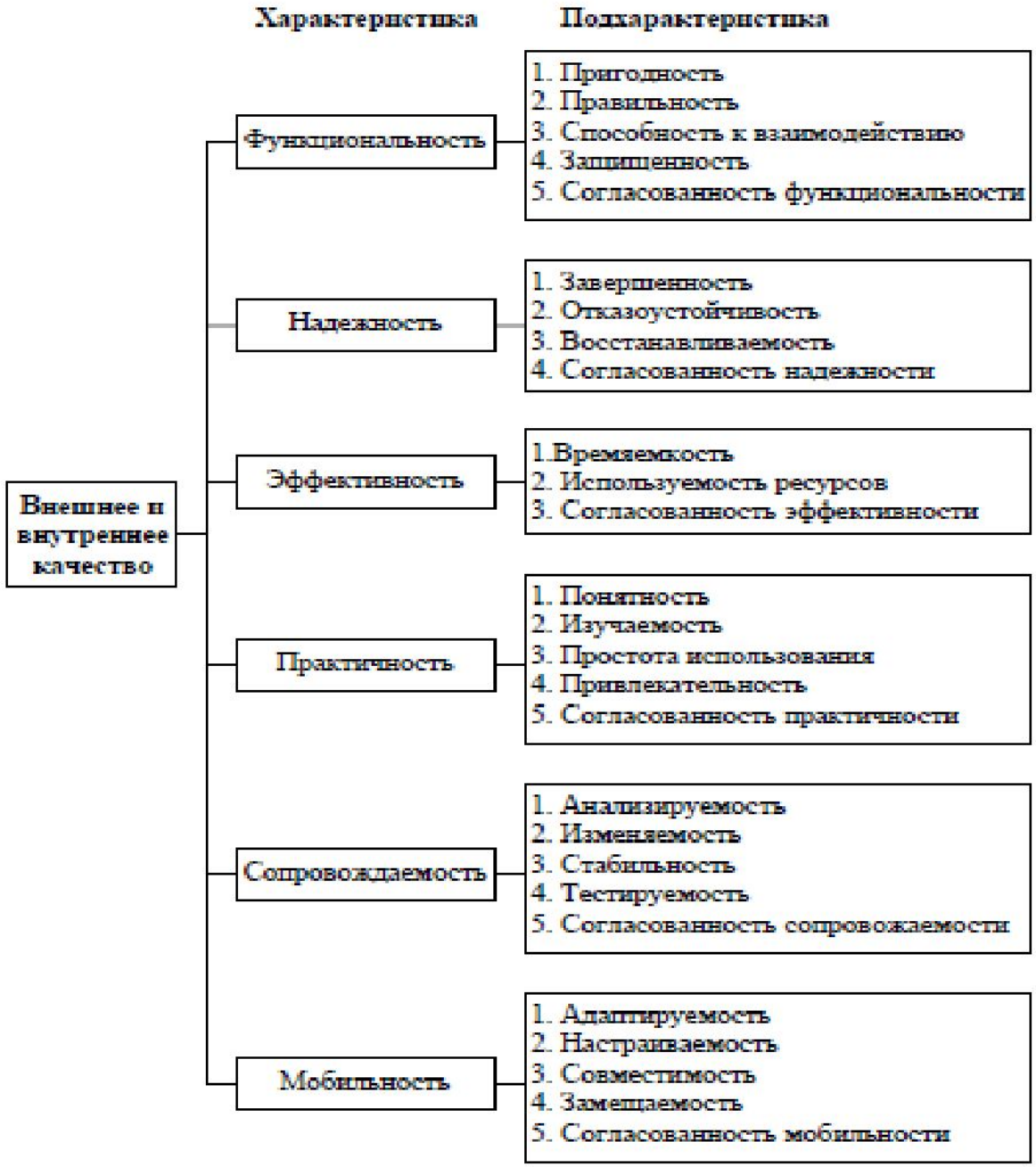
Оно измеряется в терминах результатов использования комплекса программ, а не собственных внутренних свойств ПС.

МОДЕЛЬ ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО КАЧЕСТВА ПС

Итак, стандарт *ISO/IEC 9126-1:2001* регламентирует иерархические модели оценки внутреннего и внешнего качества ПС.

Данные модели различаются в зависимости от представления качества в ЖЦ ПС

На слайде приведены два верхних уровня модели оценки внутреннего и внешнего качества.


Характеристика
Подхарактеристика
Внешнее и внутреннее качество
Функциональность
1. Пригодность
2. Правильность
3. Способность к взаимодействию
4. Защищенность
5. Согласованность функциональности
Надежность
1. Завершенность
2. Отказоустойчивость
3. Восстанавливаемость
4. Согласованность надежности
Эффективность
1.Времяемкость
2. Используемость ресурсов
3. Согласованность эффективности
Практичность
1. Понятность
2. Изучаемость
3. Простота использования
4. Привлекательность
5. Согласованность практичности
Сопровождаемость
1. Анализируемость
2. Изменяемость
3. Стабильность
4. Тестируемость
5. Согласованность сопровожаемости
Мобильность
1. Адаптируемость
2. Настраиваемость
3. Совместимость
4. Замещаемость
5. Согласованность мобильности

Все метрики, исходя из возможностей их измерения, можно разделить на *три категории*:

- ***категорийные***
- ***количественные***
- ***качественные метрики***.

категорийные метрики

- – это описательные метрики, которые отражают набор свойств и общие характеристики ПС, такие как его функции, наборы данных, класс ПС, назначение и т.п.;

представляются ***номинальной шкалой категорий***;

количественные метрики

– это метрики, которые можно объективно измерить и численно сопоставить с требованиями; представляются множеством упорядоченных, равноотстоящих точек, отражающих непрерывные закономерности; описываются ***интервальной* или *относительной шкалой***;

качественные метрики

– это метрики, устанавливаемые в значительной степени субъективно и экспертно;

содержат небольшое количество упорядоченных или отдельных значений-категорий;

характеризуются ***порядковой или точечной шкалой набора категорий*;**

примеры порядковых шкал: (плохо, удовлетворительно, хорошо, отлично), (да, нет), (удовлетворительно, неудовлетворительно).

С учетом этого все характеристики качества также разделяются на *три группы*:

- *первую группу* составляет ***Функциональность***; она определяется категорийными метриками;
- *вторую группу* составляют ***Надежность и Эффективность;*** они измеряются количественными метриками;
- *третью группу* составляют ***Практичность, Сопровождаемость и Мобильность***; они измеряются качественными метриками.

Функциональность (functionality) – способность ПС обеспечивать функции, удовлетворяющие установленные потребности заказчиков и пользователей при применении комплекса программ в заданных условиях.

Функциональность определяется набором функций и задач, выполняемых ПС.

Для ее подхарактеристик трудно определить меры и шкалы. Поэтому ее метрики отнесены в группу категорийных (описательных) метрик.

Подхарактеристики Функциональности приведены на слайде, где представлена связь подхарактеристик Функциональности и атрибутов ПС

Подхарактеристики (регламентированные)	Атрибуты качества (рекомендуемые)
Пригодность	1) соответствие назначения целям применения ПС; 2) соответствие требований к функциям назначению ПС; 3) соответствие исходной информации требованиям к функциям ПС; 4) соответствие состава и содержания выходной информации для потребителей назначению и функциям ПС; 5) соответствие структурных характеристик комплекса программ назначению и функциям ПС.
Правильность	1) соответствие требований к функциям ПС требованиям к информационной системе; 2) соответствие требований к функциональным компонентам требованиям к функциям ПС; 3) соответствие текстов программ требованиям к функциональным компонентам ПС; 4) соответствие объектного кода исходному тексту программ функциональных компонентов ПС; 5) степень покрытия тестами возможных маршрутов исполнения программ.

Способность к взаимодействию	1). С операционной системой 2). С аппаратной средой 3). С внешней средой информационной системы и с пользователями 4). Между программными компонентами 5). Между компонентами распределенных информационных систем
Защищенность	1). Соответствие критериям и требованиям защиты от предумышленных угроз безопасности ПС 2). Соответствие методам и средствам защиты от проявления случайных ошибок программ и данных 3). Обеспечение эффективности оперативных методов защиты и восстановления при проявлениях и реализации угроз 4). Соответствие стандартам и нормативным документам на защиту от различных типов угроз 5). Обеспечение равнопрочной защиты в соответствии с опасностью угроз и доступностью ресурсов для защиты

Пригодность (suitability) – способность программного средства обеспечивать набор функций, соответствующий специфическим задачам и целям пользователей..

Правильность (корректность) (accuracy) – способность ПС обеспечивать правильные или приемлемые результаты и эффекты с необходимой степенью точности расчетных значений.

Частными конструктивными критериями корректности являются корректность структуры программ, обработки данных и межмодульных интерфейсов.

Корректность программных модулей включает функциональную и конструктивную корректность:

Конструктивная корректность модулей заключается в соответствии их структуры общим правилам структурного программирования и конкретным правилам оформления и внутреннего строения программных модулей в данном проекте.

Функциональная корректность модулей определяется корректностью обработки данных и получения результатов.

Корректность обработки данных также имеет функциональную и конструктивную составляющие:

Конструктивная корректность обработки данных определяется правилами их структурирования и упорядочения.

Функциональная корректность обработки данных связана с правильностью их преобразования в процессе выполнения программ.

Корректность структуры комплексов программ определяется

корректностью структуры модулей и корректностью объединения модулей в структуру программ.

Способность к взаимодействию (interoperability) – свойство ПС и их компонентов взаимодействовать с одной или большим числом указанных систем или компонентов. Данная подхарактеристика зависит от корректности и унифицированности межмодульных интерфейсов.

Межмодульные интерфейсы определяются двумя видами связей: ***по управлению и по информации***.

Связи по управлению составляют вызовы программных модулей и возвраты в вызывавшие модули.

Связи по информации определяются способом передачи информации между модулями (например, через глобальные переменные, простые параметры, параметры-структуры и т.п.).

Защищенность (security) – свойство ПС защищать свои программы и данные. Защищенность включает защиту от злоумышленных разрушений, искажений и хищений ПС и информации БД.

Защищенность может характеризоваться:

1) величиной предотвращенного ущерба, возможного при проявлении дестабилизирующих факторов и реализации конкретных угроз безопасности;

2) средним временем между возможными проявлениями угроз, нарушающих безопасность, или наработкой на отказы, отражающиеся на безопасности;

3) длительностью восстановления нормальной работоспособности ПС и ИС.

Согласованность функциональности (functionality compliance) –

свойство ПС соответствовать стандартам, нормативным документам, соглашениям или нормам законов, связанным с функциями, областью применения и защитой ПС.

Надежность (reliability) – свойства комплексов программ обеспечивать

достаточно низкую вероятность отказа в процессе функционирования ПС в реальном времени.

Надежность ПС доступна количественным измерениям

Подхарактеристики и метрики Надежности	Мера	Шкала
Завершенность		
• Наработка на отказ при отсутствии рестарта.	Часы	10 – 1000
Отказоустойчивость		
• Наработка на отказ при наличии автоматического рестарта;	Часы	10 – 1000
• Относительные ресурсы на обеспечение надежности и рестарта.	%	10 – 90
Восстанавливаемость		
• Длительность восстановления.	Минуты	10^{-2} – 10
Годность*		
• Относительное время работоспособного функционирования.	Вероятность	0,7 – 0,99

Основным *принципом классификации* **сбоев** *и* **отказов** в программах при отсутствии их физического разрушения является разделение по временному показателю длительности восстановления после любого искажения программ, данных или вычислительного процесса, регистрируемого как нарушение работоспособности.

При длительности восстановления, меньшей заданного порога, ошибки и аномалии при функционировании программ относятся к **сбоям.**

При восстановлении, превышающем по длительности пороговое значение, происходящее искажение соответствует **отказу.**

Высокую надежность программ определяет быстрое реагирование на искажения программ, данных или вычислительного процесса и восстановление работоспособности за время меньшее, чем порог между сбоем и отказом.

Завершенность (maturity) – свойство ПС не попадать в состояние отказов вследствие ошибок в программах и данных. Завершенность характеризуется наработкой на отказ при отсутствии автоматического восстановления При этом учитываются только отказы вследствие проявившихся ошибок в ПС.

Отказоустойчивость (fault tolerance) – свойство ПС поддерживать заданный уровень качества функционирования в случаях проявления ошибок или нарушения установленного интерфейса. Для реализации данного свойства в ПС должна вводиться временная, программная и информационная избыточность, реализующая оперативное обнаружение ошибок функционирования, их идентификацию и автоматическое восстановление (рестарт) нормального функционирования ПС. Отказоустойчивость определяется наработкой на отказ при наличии автоматического рестарта и долей ресурсов, используемых для рестарта

Восстанавливаемость (recoverability) – свойство ПС в случае отказа восстанавливать заданный уровень качества функционирования, поврежденные программы и данные.

Основные показатели процесса восстановления:

1) длительность восстановления и ее вероятностные характеристики;

2) полнота восстановления нормального функционирования программ в процессе ручного или автоматического рестарта (перезапуска)

Полноту восстановления с помощью количественных метрик вычислить сложно

Пригодность (годность, готовность, доступность) (availability) –

свойство ПС быть в состоянии выполнять требуемую функцию в данный момент времени при заданных условиях использования.

Годность может оцениваться отношением времени, в течение которого ПС находится в работоспособном состоянии, к общему времени применения.

Отсюда следует, что годность – это комбинация завершенности (от нее зависит частота отказов), отказоустойчивости и восстанавливаемости. Эти три подхарактеристики в совокупности обусловливают длительность простоя после каждого отказа и длительность наработки на отказ.

В этой связи в модели внутреннего и внешнего качества подхарактеристика Годности в качестве самостоятельной независимой подхарактеристики качества отсутствует.

Характеристики отказов и восстановления обобщает *коэффициент готовности* – вероятность иметь восстанавливаемую систему в работоспособном состоянии в произвольный момент времени.

Согласованность надежности (reliability compliance) – свойство ПС соответствовать стандартам и нормативным документам, связанным с надежностью.

Подхарактеристики **Эффективности**. Возможные меры и шкалы измерения количественных метрик

Подхарактеристики и метрики Эффективности	Мера	Шкала
<u>Времяемкость</u>		
• Время отклика (получения результатов на типовое задание);	Секунды	1 – 1000
• Пропускная способность (число типовых заданий, исполняемых в единицу времени).	Число в минуту	1 – 1000
<u>Используемость ресурсов</u>		
• Относительная величина использования ресурсов компьютера при нормальном функционировании ПС.	Вероятность	0,7 – 0,99

Практичность (применимость) (usability) – свойство ПС, обусловливающее сложность его понимания, изучения и использования, а также привлекательность для пользователя при применении в указанных условиях. Практичность ПС в основном доступна качественным оценкам.

Для многих атрибутов Практичности применяются порядковые меры экспертных бальных шкал с небольшим числом (2-4) градаций. Для некоторых подхарактеристик Практичности используются технико-экономические меры трудоемкости (человеко-часы) и длительности (часы).

Таблица 5. Подхарактеристики **Практичности**.
Возможные меры и шкалы измерения основных метрик

Подхарактеристики и метрики Практичности	Мера	Шкала
<u>Понятность</u>		
• Четкость концепции ПС;	Порядковая	Отлич., хор.,
• Демонстрационные возможности;	Порядковая	удовлетвор.,
• Наглядность и полнота документации.	Порядковая	неудовлетв.
<u>Изучаемость</u>		
• Трудоемкость изучения применения ПС;	Человеко-часы	1 - 1000
• Продолжительность изучения;	Часы	1 - 1000
• Объем эксплуатационной документации;	Страницы	1 - 1000
• Объем электронных учебников.	Кбайты	1 - 1000
<u>Простота использования</u>		
• Простота управления функциями;	Порядковая	Отлич., хор.,
• Комфортность эксплуатации;	Порядковая	удовл., неуд.
• Среднее время ввода заданий;	Секунды	1 – 1000
• Среднее время отклика на задание.	Секунды	1 - 1000
<u>Привлекательность</u>		
• Субъективные или экспертные оценки.	Порядковая	Отлич., хор., удовл., неуд.

Сопровождаемость (maintainability) – приспособленность ПС к модификации. Модификации могут включать исправления, усовершенствования или адаптацию ПС к изменениям в среде применения, требованиях и функциональных спецификациях.

Сопровождаемость определяется внутренними характеристиками качества.

Сопровождаемость ПС, как и Практичность, в основном доступна качественным оценкам. Аналогично Практичности, для многих атрибутов

Сопровождаемости применяются порядковые меры экспертных бальных шкал с небольшим числом (2-4) градаций. Для некоторых подхарактеристик Сопровождаемости используются технико-экономические меры трудоемкости (человеко-часы) и длительности (часы).

Таблица 6. Подхарактеристики **Сопровождаемости**.
Возможные меры и шкалы измерения основных метрик

Подхарактеристики и метрики Сопровождаемости	Мера	Шкала
Анализируемость		
• Стройность архитектуры программ;	Порядковая	Отлич., хор.,
• Унифицированность интерфейсов;	Порядковая	удовлетвор.,
• Полнота и корректность документации.	Порядковая	неудовлетв.
Изменяемость		
• Трудоемкость подготовки изменений;	Человеко-часы	1 - 1000
• Длительность подготовки изменений.	Часы	1 - 1000
Стабильность		
• Устойчивость к негативным проявлениям при изменениях.	Порядковая	Отлич., хор., удовл., неуд.
Тестируемость		
• Трудоемкость тестирования изменений;	Человеко-часы	1 - 1000
• Длительность тестирования изменений.	Часы	1 - 1000

Мобильность (portability) – приспособленность ПС к переносу из одной аппаратно-программной среды в другую. Мобильность определяется объемом, трудоемкостью и длительностью необходимых доработок ПС, связанных с его переносом на другую платформу. Она зависит от структурированности и расширяемости ПС и данных.

Мобильность ПС, как и Практичность, и Сопровождаемость, в основном доступна качественным оценкам. По аналогии, для многих атрибутов Мобильности применяются порядковые меры экспертных бальных шкал с небольшим числом (2-4) градаций.

Для некоторых подхарактеристик Мобильности используются технико-экономические меры трудоемкости (человеко-часы) и длительности (часы).

Таблица 7. Подхарактеристики **Мобильности**.
Возможные меры и шкалы измерения основных метрик

Подхарактеристики и метрики Мобильности	Мера	Шкала
Адаптируемость		
• Трудоемкость адаптации;	Человеко-часы	1 - 100
• Длительность адаптации.	Часы	1 - 100
Настраиваемость		
• Трудоемкость инсталляции;	Человеко-часы	1 - 100
• Длительность инсталляции.	Часы	1 - 100
Совместимость		
• Стандартизация интерфейсов с аппаратной и операционной средой.	Порядковая	Отлич., хор., удовл., неуд.
Замещаемость		
• Трудоемкость замены компонентов;	Человеко-часы	1 - 100
• Длительность замены компонентов.	Часы	1 - 100

Качество в использовании – это восприятие пользователем качества.

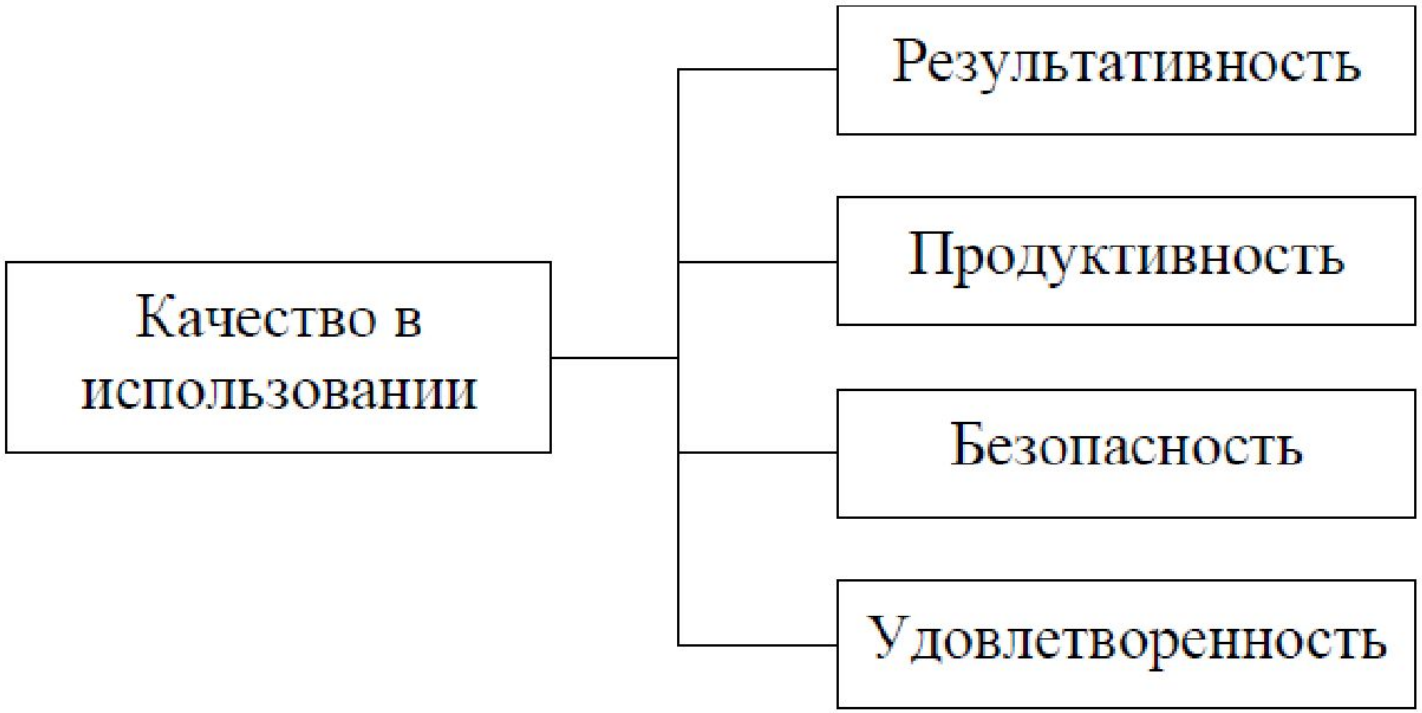
Достижение качества в использовании зависит от достижения внешнего качества, которое, в свою очередь, зависит от достижения внутреннего качества.

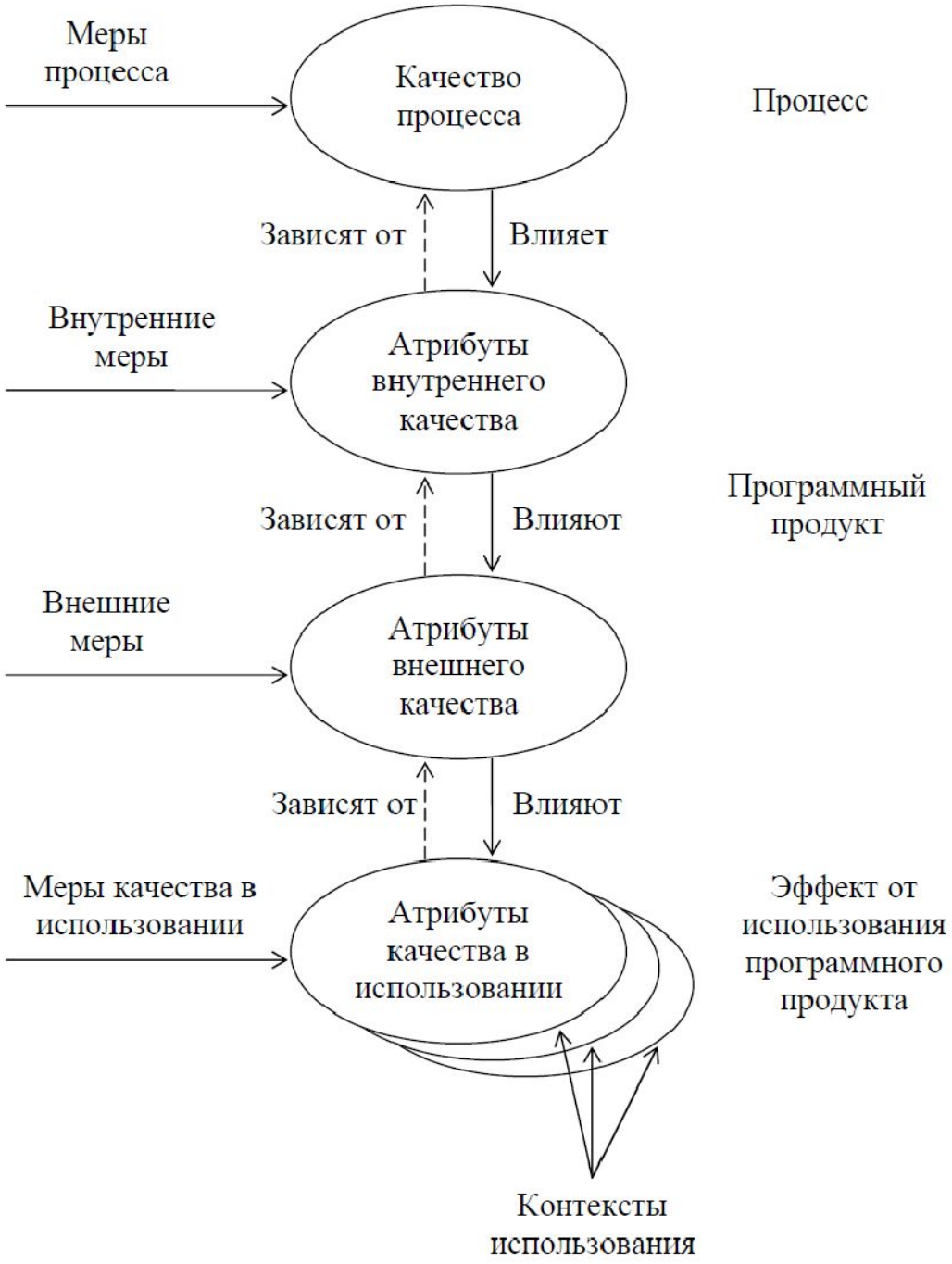
Для каждого из представлений качества, помимо общих мер, обычно используются свои меры.

Качество в использовании (quality in use) – это способность ПС позволять пользователям достигать специфицированные цели с результативностью, продуктивностью, безопасностью и удовлетворенностью в заданном контексте использования.

Качество в использовании представляет собой объединенный эффект характеристик качества ПС для пользователя. Качество в использовании – это восприятие пользователем качества системы, содержащей ПС.

Оно измеряется в терминах результатов использования комплекса программ, а не собственных внутренних свойств ПС.


Качество в использовании
Результативность
Продуктивность
Безопасность
Удовлетворенность


Меры процесса
Качество процесса
Процесс
Зависят от
Влияет
Внутренние меры
Атрибуты внутреннего качества
Зависят от
Влияют
Программный продукт
Внешние меры
Атрибуты внешнего качества
Зависят от
Влияют
Меры качества в использовании
Атрибуты качества в использовании
Эффект от использования программного продукта
Контексты использования

Метрики качества в использовании описаны в четвертой части стандарта **ISO/IEC 9126-4**

Данная часть предназначена для:

- покупателей,
- поставщиков,
- разработчиков,
- сопровождающих,
- пользователей
- менеджеров качества ПС.

В данной части стандарта представлена модель взаимодействия компонентов качества в использовании

Зависят от
Ожидаемые результаты
Определяют
Цели
Определяют требования к качеству в использовании
Пользователь
Функциональные задачи
Ресурсы
Окружение
Контекст использования
Программный продукт
Результативность
Продуктивность
Безопасность
Удовлетворенность
Измерения качества в использовании
Влияет на
Результаты для пользователя
Определяются

Процессы выбора метрик и шкал для описания показателей качества ПС делятся на *два этапа*:

1. **выбор и обоснование набора исходных данных, характеризующих общие особенности и этапы ЖЦ проекта ПС и его потребителей;**
2. **выбор, установление и утверждение конкретных метрик и шкал измерения показателей качества проекта для их последующего оценивания и сопоставления с требованиями в процессе квалификационных испытаний или сертификации на определенных этапах ЖЦ ПС.**

*На **первом этапе*** базовая номенклатура характеристик и подхарактеристик (*ISO/IEC 9126-1*) предварительно упорядочивается по приоритетам с учетом области применения проекта ПС.

Затем ранжируются по приоритетам потребители с учетом их профессиональных интересов. Обычно выделяются следующие *группы потребителей:*

1) пользователи; оценивают качество ПС, используя набор функций и метрики **качества в использовании**;
2) заказчики; оценивают качество ПС, чаще всего, по внешним мерам **функциональности, надежности, практичности и эффективности**;
3) коллектив сопровождения; оценивает качество ПС по метрикам **сопровождаемости**;
4) лица, устанавливающие ПС в различных аппаратных и операционных средах; оценивают качество ПС по метрикам **мобильности**;
5) разработчики, технологи-инструментальщики, специалисты системы качества, поддерживающие ЖЦ ПС; оценивают качество ПС по внутренним метрикам каждой характеристики качества.

Подготовка исходных данных завершается выделением номенклатуры приоритетных показателей качества, определяющих функциональную пригодность ПС для определенных потребителей.

В первую очередь должна быть зафиксирована в исходных данных **функциональность** для различных областей применения ПС.

На втором этапе, с учетом ранжирования потребителей, ранжируются характеристики и подхарактеристики проекта.

Затем для каждого из отобранных показателей согласуется и устанавливается его:

- уровень,
- метрика и шкала оценок,
- допуски на отклонения от специфицированных величин.

Результаты анализа и выбора номенклатуры и метрик характеристик качества проекта ПС должны быть:

- документированы в *спецификациях требований*,
- согласованы с потребителями,
- утверждены заказчиком проекта.

МОДЕЛИ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ ПО

"Если делаешь что-нибудь неправильно - не нужно рассчитывать на правильный результат."

Народная китайская мудрость

Гарантией высокого качества разрабатываемых программных средств является высокое качество процесса разработки ПО.

Удостоверением высокого качества процесса разработки является сертификат качества процесса, подтверждающий его соответствие принятым международным стандартам.

Каждый такой стандарт устанавливает свою модель обеспечения качества.

Наиболее широко используемыми в мире являются модели стандартов **ISO 9001:2000, ISO/IEC 15504-1-9:1998** и модель зрелости процесса разработки ПО **CMM** (Capability Maturity Model) Института программной инженерии, США

- Комплексное решение задач обеспечения качества программных средств предполагает разработку и внедрение той или иной системы управления качеством (Системы Менеджмента Качества - **СМК**). В мировой практике наибольшее распространение получила именно система, основанная на требованиях международных стандартах серии ISO 9000, потому что она определяет именно наиболее общие требования, и к ПС в том числе, и тем самым, в целом, уже предопределяет ту начальную зрелость процессов, которая необходима для соответствия многим отраслевым моделям и стандартам в ИТ - области**.**

Подчеркивая, что ISO 9000 - "превосходная идея", Gartner Group рекомендует рассматривать сертификацию на ISO 9001 только, как исходную точку на пути к качеству

Он закладывет как-бы "скелет" системы качества, а наполнение этой системы "мышцами" (профессиональным содержанием на основе уже специальных, отраслевых стандартов и методологий, как, например CMM) может обеспечить уровень качества, соответствующий растущим требованиям рынка.

Модель стандарта *ISO 9001:2000* является общей, т.е. ориентированной на любые виды деятельности, а не конкретно на разработку ПО.

Стандарт *ISO/IEC 15504-1-9:1998* специализируется на процессе разработке ПО и отличается высоким уровнем детализации.

Основу модели данного стандарта составляет модель CMM - **модель** зрелости процессов разработки программного обеспечения (другой перевод «модель развития функциональных возможностей»)

МОДЕЛЬ СММ

Базовым понятием модели СММ является ***зрелость*** компании или предприятия.

Незрелым называют предприятие, где процесс разработки ПО и принимаемые решения зависят только от таланта конкретных разработчиков. В результате высока вероятность превышения бюджета или срыва сроков окончания проекта.

В ***зрелом*** предприятии используются четкие процедуры управления проектами и разработки программных продуктов.

По мере необходимости эти процедуры уточняются и развиваются.

Оценки результатов и затрат этапов разработки точны и основываются на накопленном опыте.

Кроме того, на предприятии используются стандарты и нормативные документы на процессы взаимодействия с заказчиком, этапы анализа, проектирования, программирования, тестирования и внедрения ПП.

На базе этого на предприятии создается среда, обеспечивающая качественную разработку программного обеспечения.

CMM (Capability Maturity Model) разработана Software Engineering Institute при университете Карнеги-Меллона (США).

Так как эти стандарты разрабатывались, прежде всего, в целях упорядочивания процесса выбора подрядчиков для Министерства обороны США, особое внимание в них уделяется **процессам управления** ПО проектами, в то время как технические аспекты разработки освещены меньше.

Модель СММ фиксирует критерии для оценки зрелости предприятия и предлагает пути улучшения существующих в нем процессов.

В ней сформулированы условия, необходимые для достижения минимальной организованности процесса, и даются рекомендации по дальнейшему совершенствованию процессов.

Модель СММ ориентирована на построение системы постоянного улучшения процессов.

В ней зафиксировано пять уровней зрелости производственных процессов предприятия и рекомендуется постепенный, эволюционный подход к совершенствованию процессов, т.е. к переходу между уровнями.

Возможно поэтапное получение предприятием сертификатов соответствия процессов разработки ПС каждому уровню зрелости.

Пять уровней зрелости модели CMM

Начальный уровень (уровень 1) означает, что процессы создания ПО на предприятии не формализованы. Они не могут строго планироваться и отслеживаться, их успех носит случайный характер. Результат работы целиком и полностью зависит от личных качеств отдельных сотрудников.

При увольнении таких сотрудников проект останавливается.

Для перехода на **повторяемый уровень** (уровень 2) необходимо внедрить формальные процедуры выполнения основных этапов процесса разработки.

Результаты выполнения процесса соответствуют заданным требованиям и стандартам. Основное отличие от уровня 1 состоит в том, что выполнение процесса планируется и контролируется. Применяемые средства планирования и управления дают возможность повторения ранее достигнутых

успехов.

Определенный уровень (уровень 3) требует, чтобы все элементы процесса были определены, стандартизованы и задокументированы.

Основное отличие от уровня 2 заключается в том, что все этапы процесса уровня 3 планируются и управляются на основе единого стандарта предприятия.

Качество разрабатываемого ПО уже не зависит от способностей отдельных личностей.

На **управляемом уровне** (уровень 4) на предприятии используются количественные показатели качества как программных продуктов, так и процесса.

Это обеспечивает более точное планирование проекта и контроль качества его результатов. Основное отличие от уровня 3 состоит в более объективной, количественной оценке продукта и процесса.

Высший, **оптимизирующий уровень** (уровень 5) подразумевает, что главной задачей предприятия становится постоянное улучшение и повышение эффективности существующих процессов, ввод новых технологий.

Основное отличие от уровня 4 заключается в том, что технологии разработки и сопровождения программных продуктов планомерно и последовательно совершенствуются.

Каждый уровень СММ характеризуется *областью ключевых процессов* (ОКП).

В версии SW-CMM v.1.1 (Capability Maturity Model for Software) имеется 316 ключевых процессов.

Ключевые процессы - это то, что должно быть внедрено на предприятии и то, на что будет обращать внимание команда, проводящая оценку процессов. Они объединяются в области - совокупности взаимосвязанных процессов, которые при совместном выполнении и приводят к достижению определенного набора целей.

Если все цели ОКП достигнуты, предприятию присваивается сертификат данного УРОВНЯ зрелости. Если хотя бы одна цель не достигнута, то предприятие не может соответствовать данному уровню СММ.

CMMI (Capability Maturity Model Integration) - дальнейшее развитие модели CMM. В CMMI-SE/SW Version 1.02 (CMMI for Systems Engineering/Software Engineering), пожалуй, наиболее приемлемой для разработчиков программных систем, - количество ключевых процессов (Key Practices) достигает уже 417.

Увеличение ключевых процессов связано с самой целью разработки CMMI - модель должна помочь избежать проблем, связанных с использованием различных отраслевых моделей CMM.

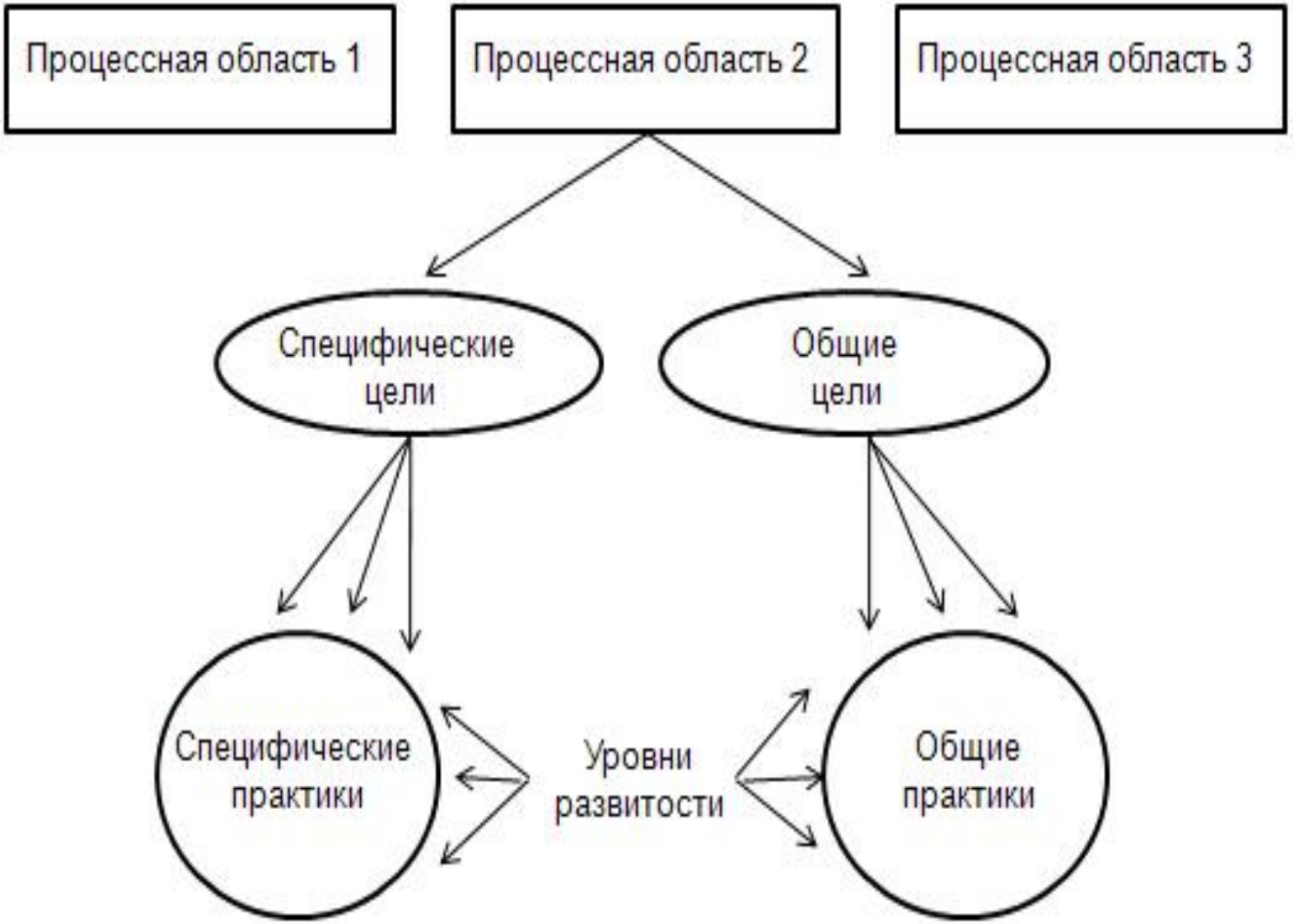
- Управление процессами
- Управление проектами
- Разработка
- Сопровождение

Процессная категория	Процессные области
Управление процессами	Сфокусированность на процессах (Organizational Process Focus)
	Определение процессов (Organizational Process Definition)
	Обучение (Organizational Training)
	Эффективность процессов (Organizational Process Performance) Инновации и развитие (Organizational Innovation and Deployment)

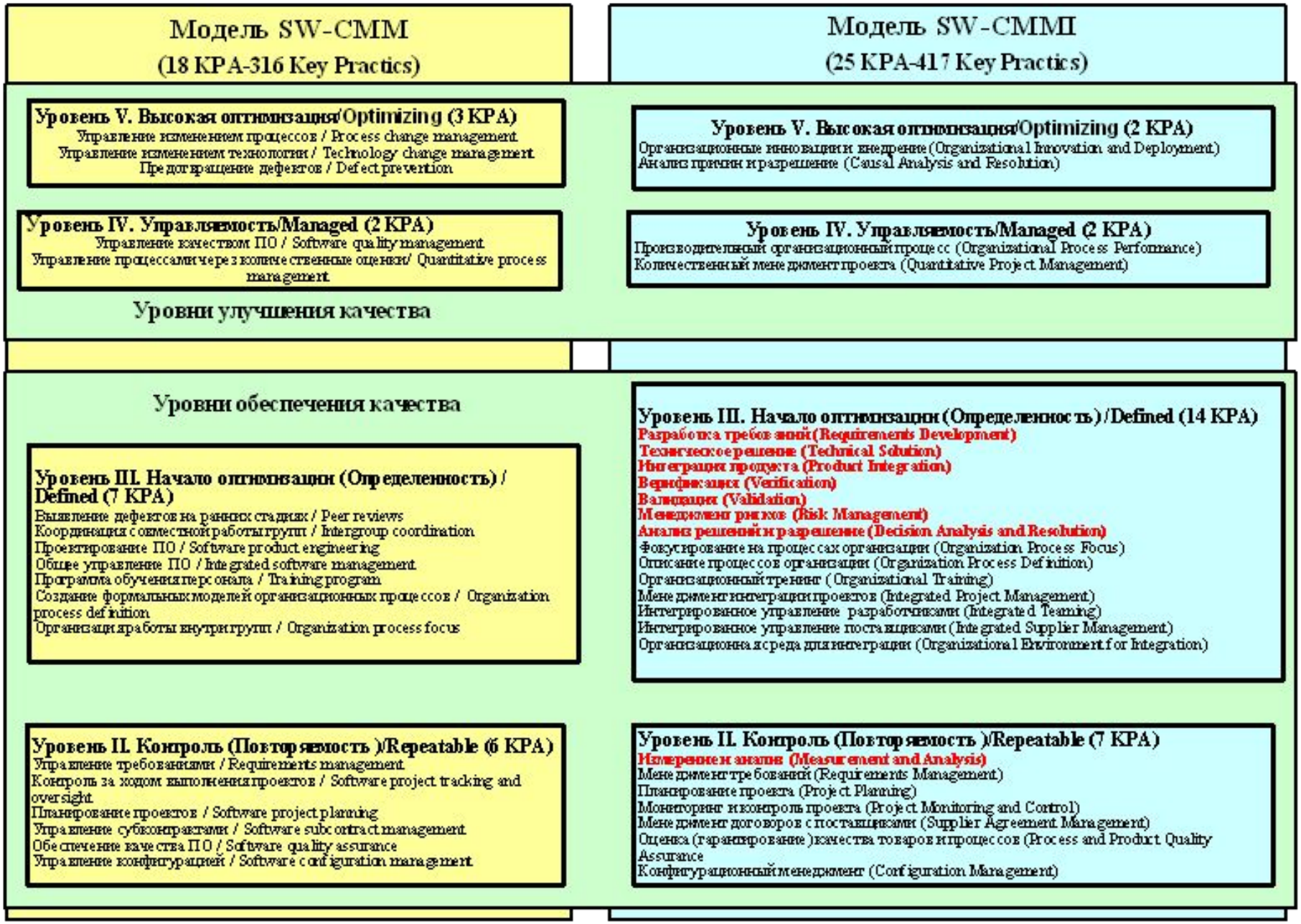
Процессная категория	Процессные области
Управление проектами	Планирование проекта (Project Planning)
	Мониторинг проекта (Project Monitoring and Control)
	Управление договорами с поставщиками (Supplier Agreement Management)
	Интегрированное управление (Integated Project Management for IPPD
	Управление рисками (Risk Management)
	Интегрированное управление проектной командой (Integrated Teaming)
	Интегрированное управление поставщиками (Integrated Supplier Management)
	Количественное управление проектом (Quantitative Project Management)

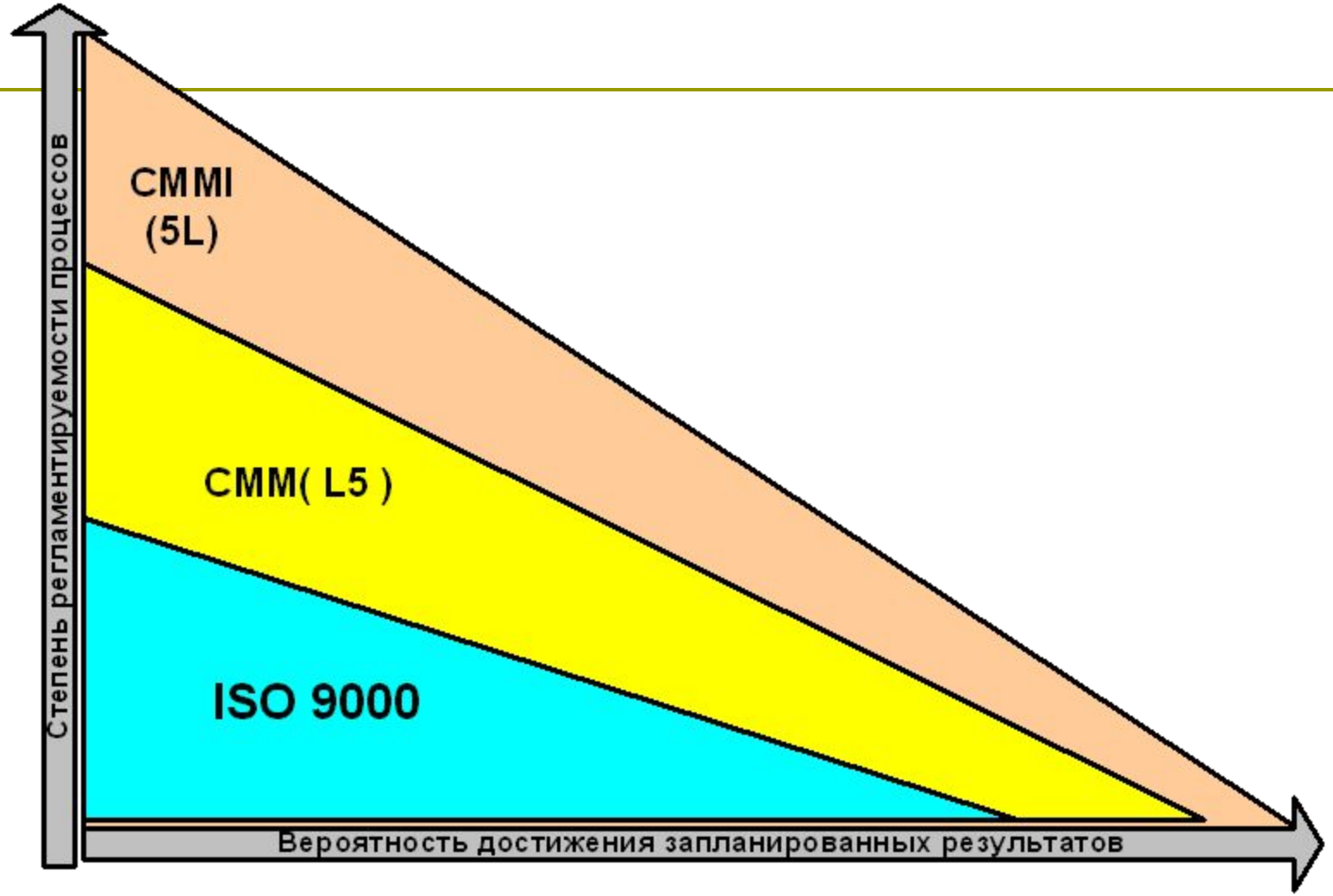
Разработка	Управление требованиями (Requirements Management)
	Разработка требований (Requirements Development)
	Техническое решение (Technical Solution)
	Сборка продукта (Product Integration)
	Верификация (Verification)
	Испытания (Validation)

Сопровождение	Управление конфигурацией (Configuration Management)
	Обеспечение качества процессов и продуктов (Process and Product Quality Assurance)
	Измерение и анализ (Measurement and Analysis)
	Анализ и выбор решений (Decision Analysis and Resolution)
	Организация взаимодействия (Organizational Environment for Integration)
	Анализ и устранение причин проблем (Causal Analysis and Resolution)


Процессная область 1
Процессная область 2
Процессная область 3
Специфические цели
Общие цели
Специфические практики
Уровни развитости
Общие практики

Соответствие между общими свойствами CMM и элементами ISO 9001:2000


Модель SW-CMM
(18 KPA-316 Key Practics)
Модель SW-CMMI
(25 KPA-417 Key Practics)
Уровень V. Высокая оптимизация/Optimizing (3 KPA)
Управление изменением процессов / Process change management
Управление изменением технологии / Technology change management
Предотвращение дефектов / Defect prevention
Уровень V. Высокая оптимизация/Optimizing (2 KPA)
Организационные инновации и внедрение (Organizational Innovation and Deployment)
Анализ причин и разрешение (Causal Analysis and Resolution)
Уровень IV. Управляемость/Managed (2 KPA)
Управление качеством ПО / Software quality management
Управление процессами через количественные оценки/ Quantitative process management
Уровень IV. Управляемость/Managed (2 KPA)
Производительный организационный процесс (Organizational Process Performance)
Количественный менеджмент проекта (Quantitative Project Management)
Уровни улучшения качества
Уровни обеспечения качества
Уровень III. Начало оптимизации (Определенность) / Defined (7 KPA)
Выявление дефектов на ранних стадиях / Peer reviews
Координация совместной работы групп / Intergroup coordination
Проектирование ПО / Software product engineering
Общее управление ПО / Integrated software management
Программа обучения персонала / Training program
Создание формальных моделей организационных процессов / Organization process definition
Организация работы внутри групп / Organization process focus
Уровень III. Начало оптимизации (Определенность) /Defined (14 KPA)
Разработка требований (Requirements Development)
Техническое решение (Technical Solution)
Интеграция продукта (Product Integration)
Верификация (Verification)
Валидация (Validation)
Менеджмент рисков (Risk Management)
Анализ решений и разрешение (Decision Analysis and Resolution)
Фокусирование на процессах организации (Organization Process Focus)
Описание процессов организации (Organization Process Definition)
Организационный тренинг (Organizational Training)
Менеджмент интеграции проектов (Integrated Project Management)
Интегрированное управление разработчиками (Integrated Teaming)
Интегрированное управление поставщиками (Integrated Supplier Management)
Организационная среда для интеграции (Organizational Environment for Integration)
Уровень II. Контроль (Повторяемость)/Repeatable (6 KPA)
Управление требованиями / Requirements management
Контроль за ходом выполнения проектов / Software project tracking and oversight
Планирование проектов / Software project planning
Управление субконтрактами / Software subcontract management
Обеспечение качества ПО / Software quality assurance
Управление конфигурацией / Software configuration management
Уровень II. Контроль (Повторяемость)/Repeatable (7 KPA)
Измерения и анализ (Measurement and Analysis)
Менеджмент требований (Requirements Management)
Планирование проекта (Project Planning)
Мониторинг и контроль проекта (Project Monitoring and Control)
Менеджмент договоров с поставщиками (Supplier Agreement Management)
Оценка (гарантирование) качества товаров и процессов (Process and Product Quality Assurance
Конфигурационный менеджмент (Configuration Management)


CMMI
(5L)
CMM(L5)
ISO 9000
Степень регламентируемости процессов
Вероятность достижения запланированных результатов

5 ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
5.1 Заказ
5.2 Поставка
5.3 Разработка
5.4 Эксплуатация
5.5 Сопровождение
6 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
6.1 Документирование
6.2 Управление конфигурацией
6.3 Обеспечение качества
6.4 Верификация
6.5 Аттестация
6.6 Совместный анализ
6.7 Аудит
6.8 Решение проблем
7 ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
7.1 Управление
7.2 Создание инфраструктуры
7.3 Усовершенствование
7.4 Обучение