

# Лекция 1



**Программное обеспечение (ПО) (software)** – все, или часть программ, процедур, правил и связанная с ними документация информационной системы обработки данных [ISO/IEC 2382-1: 1993]

**Целевое программное обеспечение** – программное обеспечение, предназначенное для решения целевых задач пользователей

**Программный продукт (ПП) (software product)** – набор компьютерных программ, процедур, и возможно связанной документации и данных [ISO/IEC 25010]

**Промежуточный программный продукт (intermediate software product)** – продукт процесса разработки ПО, который используется в качестве исходного в другой стадии процесса разработки ПО [ISO/IEC 9126:2001]

**Целевой программный продукт (программный продукт)** – целевое программное обеспечение и, возможно, связанные с ним целевые данные, являющееся конечным результатом какой-либо стадии его разработки или готовое к поставке заказчику, коммерческой реализации и процессу функционирования

**Программное средство** – программный продукт или программное обеспечение

**Система (system)** – комбинация взаимодействующих элементов, организованных для достижения одной или нескольких поставленных целей [ISO/IEC 25010]

**Целевая компьютерная система (компьютерная система)** – совокупность целевого программного обеспечения и целевых данных, нацеленного программного обеспечения и нецелевых данных и аппаратного обеспечения (компьютерная техника)

**Информация** – значимые данные [ГОСТ Р ИСО 9000]

**Информационная система** – компьютерная система или их совокупность и коммуникационная система [ISO/IEC 25010]

**Информационная система** – сеть каналов обмена информацией, используемая в организации [ГОСТ Р ИСО 9000]

**Информационная система** – совокупность, содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств [ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации», ГОСТ Р 52653—2006]

**Информационно-коммуникационная система** – совокупность инженерного оборудования, предназначенного для комплексного управления технологическими процессами в зданиях и сооружениях ... с применением средств вычислительной техники и телекоммуникаций [ГОСТ Р 52653]

**Пользовательская компьютерная система** [Человеко-машинная система, ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010] – компьютерная система или информационная [информационно-коммуникационная] система или их совокупности, включая окружающую среду для ее/их использования, а так же пользователей различных

категорий и других заинтересованных лиц предназначенная для решения информационных, технических и управленических задач

**Качество программной продукции можно рассматривать с трех разных позиций:**

качество самого программного продукта,

качество процессов производства этого ПП,

качество управления этими процессами, или наличие эффективной системы менеджмента качества организации

О качестве программного продукта (ПП) необходимо задумываться на различных стадиях его ЖЦ:

Анализ требования к системе

Архитектурное проектирование системы

Анализ требований к ПП

Архитектурное проектирование ПП

Детальное проектирование ПП

Кодирование и тестирование ПО

Интеграция ПП

Квалификационные испытания ПП

Интеграция системы

Квалификационные испытания системы

Установка ПП

**Два классических подхода к определению качества продукции:**

Основан на сопоставлении измеренных значений характеристик объектов известным значениям характеристик т.н. базовых образцов, которые представляют собой уже известные аналоги объектов

Основан на требованиях к продукции, установленных в нормативно-технических документах

**Определения:**

**Требование** – это потребность или ожидание, которое установлено, обычно предполагается или является обязательным (ГОСТ Р ИСО 9000-2015)

**Требование** – утверждение, которое отражает или выражает потребность, или связанные с ней ограничения или условия (ГОСТ Р 15026-1-2016 / ISO/IEC /IEEE 15026-1- 2019)

**Характеристика** – отличительное свойство

**Характеристика качества** – присущая характеристика продукции, процесса или системы, вытекающая из требования

**Несоответствие** – это не выполнение требования

**Качество** – степень соответствия совокупности присущих характеристик требованиям

**Испытание** – определение одной или нескольких характеристик, согласно установленной процедуре

## Лекция 2

### Количественные методы оценки качества продукции

**Основные определения**

Принципы и задачи квалиметрии

Методы квалиметрии:

Оценка качества продукции по ее важнейшему показателю.

Оценка качества по обобщенному показателю группы свойств продукции.

**Дифференциальный метод оценки качества продукции.**

**Метод комплексной оценки качества.**

**Метод интегральной оценки качества.**

**Оценка качества продукции по ее экономической эффективности.**

**Квалиметрия** – самостоятельная наука, входящая в состав качествоведения – комплексной науки о качестве

**Качествоведение состоит из:**

Квалитологии – общей теории качества

Квалиметрии

Учения о методах и средствах управления качеством

**Квалиметрия** – научная область и учебная дисциплина о методах количественного оценивания качества различных объектов

**Оценка качества свойств объектов используется:**

При обосновании и принятии управленческих решений

Для последующего обеспечения и улучшения сущности предметов, явлений или иных процессов

Для управления видами деятельности, связанными с менеджментом качества

**Важнейший вопрос квалиметрии** – создание научно-обоснованных методов адекватного определения значений уровней качества оцениваемых объектов по отношению к аналогичным объектам эталонного (базового) качества

### **Количественные методы оценки качества продукции**

**Уровень** – граница, отметка, величина, установленная или принятая за базовое значение чего-либо

**Уровень** – фиксированная величина некоторого базового для сравнения или эталонного размера

**Сравнительная характеристика** абсолютных значений сопоставляемых величин, показывает на сколько данная величина больше, меньше или равна базовому значению

**Относительная характеристика** показывает, во сколько раз одна величина отличается от другой

**Относительная характеристика исследуемого размера** – показатель уровня или степени соответствия его измеренной величины уровню базовой величины

**Уровень качества** – это относительная характеристика (показатель) качества оцениваемого объекта по сравнению с соответствующим базовым значением показателя качества

Или

**Уровень качества** – показатель меры или степени соответствия качества оцениваемого объекта качеству, принятому за базу (эталон) сравнения

**Базовые образцы** – образцы продукции, представляющие передовые научно-технические достижения в развитии данного вида продукции

**Вид продукции** – совокупность образцов продукции одного назначения и области применения

**Свойство продукции** – объективная особенность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации или потреблении

**Техническое совершенство (ТС) продукции** – совокупность наиболее существенных свойств продукции, определяющих ее качество и характеризующих научно-технические достижения в развитии данного вида продукции

**Технический уровень (ТУ) продукции** – относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении значений показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей

**Показатель свойств продукции** – количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления

**Качество продукции** - степень соответствия совокупности присущих характеристик требованиям

**Показатель качества продукции** – численное значение степени (уровня) соответствия совокупного показателя свойств оцениваемой продукции аналогичному показателю эталонного или базового образца

**Единичный показатель** – характеризует одно из свойств продукции

**Комплексный показатель свойств продукции** – показатель, характеризующий несколько ее свойств продукции

**Средний взвешенный арифметический показатель совокупности свойств** – комплексный показатель, учитывающий весомость каждого из единичных (абсолютных или относительных) показателей свойств

**Средний взвешенный геометрический показатель** – комплексный показатель совокупности свойств продукции, учитывающий взаимовлияние параметров значимости весомости всех входящих в него показателей свойств

**Определяющий показатель продукции** – показатель свойства, по которому принимают решение по оценке качества продукции

**Интегральный показатель качества продукции** – это отношение суммарного показателя эффекта от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление

**Коэффициент весомости показателя свойства продукции** – количественная характеристика значимости данного показателя свойства продукции среди других показателей свойств

**Базовое значение показателя свойства продукции** – значение показателя свойства продукции, принятое за основу при сравнительной оценке качества продукции

**Относительное значение показателей** свойств – отношение значения показателя свойства оцениваемой продукции к базовому значению этого показателя

**Регламентированное значение показателя** – установленное нормативной документацией

**Номинальное значение показателя** – регламентированное значение показателя, от которого отсчитывается допускаемое отклонение

**Предельное значение показателя** – наибольшее или наименьшее регламентированное значение показателя продукции

**Допускаемое отклонение показателя свойства продукции** – отклонение фактического значения показателя свойства продукции от его номинального значения, но находящееся в пределах, установленных нормативной документацией

**Индивидуальный показатель качества объекта** – безотносительное численное значение совокупности свойств или важнейшего свойства, принимаемое за количественную характеристику его сущности

**Уровень качества продукции** – итоговая относительная характеристика качества продукции, основанная на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей

**Оценка уровня качества продукции** – совокупность операций, включающая выбор номенклатуры показателей свойств оцениваемой продукции, определение значений этих показателей и сопоставление их с базовыми

**Оценка технического уровня продукции** – совокупность операций, включающая выбор номенклатуры показателей, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции, определение значений этих показателей и сопоставление их с базовыми

**Сертификация продукции** – это разновидность оценки качества продукции, состоящая в определении соответствия данной продукции установленным требованиям конкретного стандарта или другого нормативного документа

**Качество продукции** (еще одно определение) – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности людей в соответствии с ее назначением

### Количественные методы оценки качества продукции

#### Принципы и задачи квалиметрии

Квалиметрия обязана давать практике хозяйственной деятельности людей (т.е. экономике) общественно полезные методы достоверной и адекватной количественной оценки качества различных объектов исследования

Приоритет в выборе определяющих показателей для оценки качества продукции всегда на стороне потребителя  
Квалиметрическая оценка качества продукции не может быть получена без наличия эталона для сравнения – без базовых значений показателей определяющих свойств и качества в целом

Показатель любого уровня обобщения, кроме самого нижнего (исходного) уровня, предопределяется соответствующими показателями предшествующего иерархического уровня

При использовании метода комплексной оценки качества продукции все разноразмерные показатели свойств должны быть преобразованы и приведены к одной размерности или выражены в безразмерных единицах измерения

При определении комплексного показателя качества каждый показатель отдельного свойства должен быть скорректирован коэффициентом его весомости (значимости)

Сумма численных значений коэффициентов весомостей всех показателей качества на любых иерархических ступенях оценки имеет одинаковое значение (волях от единицы или по определенной балльной шкале).

Качество целого объекта (в частности, продукции или процесса) обусловлено качеством его составных частей

При количественной оценке качества, особенно по комплексному показателю, недопустимо использование взаимообусловленных и, следовательно, дублирующих показателей одного и того же свойства

Обычно оценивается качество продукции, которая способна выполнять полезные функции в соответствии с ее назначением

### **Количественные методы оценки качества продукции**

#### **Оценка качества продукции по ее важнейшему показателю**

Качество технической продукции оценивают по одному единичному, но главному, определяющему показателю, характеризующему ее полезность

$$Y_k = \frac{P_{oq}}{P_{баз}}$$

Где  $Y_k$  – уровень определяющего (главного, важнейшего) показателя продукции, принимаемый за показатель качества;  $P_{oq}$  – значение оценочного (главного, определяющего) показателя единицы оцениваемой продукции;  $P_{баз}$  – базовое значение того же главного (определяющего) показателя

#### **Оценка качества по обобщенному показателю группы свойств продукции**

Обобщенным называется показатель, являющийся функцией нескольких (группы) единичных показателей свойств объекта

Во многих случаях несколько показателей свойств взаимно обусловлены

Если можно установить или известна зависимость некоторого обобщенного показателя от нескольких его исходных единичных показателей свойств, то качество объекта иногда оценивают по такому обобщенному показателю  $Q = f(P_i)$

$$Y_k = \frac{Q_{oq}}{Q_{баз}}$$

$Y_k$  – уровень обобщенного или определяющего обобщенного показателя продукции принимаемый за показатель качества

$Q_{oq}$  – значение оценочного обобщенного показателя единицы оцениваемой продукции

$Q_{баз}$  – базовое значение того же обобщенного показателя

#### **Примеры вычисления обобщенных показателей**

### Пример 1.

Главный показатель качества буровой установки, характеризуемый длиной проходки ( $L$ ) за срок службы в метрах:

$$L_k = \frac{vT_{cp}T_0}{T_0 + T_B + T_0 K_{prof}}$$

где  $T_{cp}$  — срок службы, ч;

$T_0$  — наработка на отказ, ч;

$T_B$  — среднее время простоя за один отказ, ч;

$K_{prof}$  — коэффициент, характеризующий долю времени, идущего на профилактику, на один час работы установки;

$v$  — средняя скорость бурения, м/ч.

Уровень качества находят как

$$Y_k = \frac{L_{oy}}{L_{баз}}$$

### Пример 2.

Главный показатель качества автобуса, характеризуемый его годовой производительностью ( $W$ ) в чел.- км:

$$W_n = T_n v_n r_n \gamma_n \beta_n 365 \alpha_n$$

, где

$T_n$  — средняя продолжительность нахождения автобуса в наряде, ч;

$v_n$  — эксплуатационная скорость автобуса, км/ч;

$\gamma_n$  — номинальная вместимость автобуса, чел.;

$r_n$  — коэффициент использования вместимости автобуса;

$\beta_n$  — коэффициент использования пробега автобуса;

$\alpha_n$  — коэффициент использования автобуса.

В данном случае уровень качества автобуса рассчитывают по формуле:

$$Y_k = \frac{W_{oy}}{W_{баз}}$$

### Дифференциальный метод

Дифференциальный метод оценки качества продукции осуществляется путем сопоставления показателей отдельных свойств оцениваемого образца с соответствующими показателями базового образца

При дифференциальном методе оценки качества продукции рассчитывают уровни единичных и/или обобщенных показателей свойств по формулам вида:

$$Y_i = \frac{P_{i_{oq}}}{P_{i_{баз}}} \quad Y_i = \frac{Q_{i_{oq}}}{Q_{i_{баз}}} \quad (1) \quad Y_i = \frac{P_{i_{баз}}}{P_{i_{oq}}} \quad Y_i = \frac{Q_{i_{баз}}}{Q_{i_{oq}}} \quad (2)$$

где  $P_{i_{oq}}$  и  $Q_{i_{oq}}$  — значения  $i$ -го единичного и обобщенного показателя свойств оцениваемой продукции;  $P_{i_{баз}}$  и  $Q_{i_{баз}}$  — значения  $i$ -го показателя единичного и обобщенного базового образца;  $n$  — количество соответствующих показателей, принятых для оценки качества

Формулы 1 используют тогда, когда увеличение абсолютного значения показателя свойства соответствует улучшение качества изделия – чем больше, тем лучше (например, производительность, мощность, срок службы)

В иных случаях, когда увеличение абсолютного значения показателя свойства характеризует ухудшение качества изделия – чем выше параметр, тем хуже (например, расход материалов, топлива, энергии, содержание вредных примесей в отходах, трудоемкость) используется формула 2

Формулы 1 и 2 справедливы при условии отсутствия ограничений в значениях единичных показателей качества. При наличии таких ограничений значения относительных показателей вычисляют с учетом этих ограничений до предельных значений Рпр

В этом случае, например, первая из формул 1 преобразуется к виду:

**В этом случае, например, первая из формул (1) преобразуется к виду:**

$$Y_i = \frac{P_{i_{oq}} - P_{npi}}{P_{i_{баз}} - P_{npi}}, \text{ где } P_{npi} \text{ — предельное значение } i\text{-го параметра}$$

По результатам расчетов относительных значений показателей свойств дают следующие безусловные оценки:

Уровень качества продукции выше или равен уровню базового образца – если все значения относительных показателей больше или равны 1 (?)

Уровень качества оцениваемой продукции ниже уровня базового образца - если все или большинство значений относительных показателей меньше 1

Циклограмма для определения качества изделий – для более точной и информативной оценки технического уровня, характеризующее качества изделия строят циклограмму оценки качества изделий, на которой наглядно видно, по какому показателю следует принимать управленические и технические решения

## Циклограмма для определения качества изделий

Квалиметрические шкалы:

- 1 — производительность;
- 2 — удельная масса;
- 3 — коэффициент автоматизации;
- 4 — надежность;
- 5 — выход годного продукта;
- 6 — удельная занимаемая площадь;
- 7 — эстетические показатели;
- 8 — удельная установленная электрическая мощность.

Расчет количественной величины итогового показателя:

$$Y_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

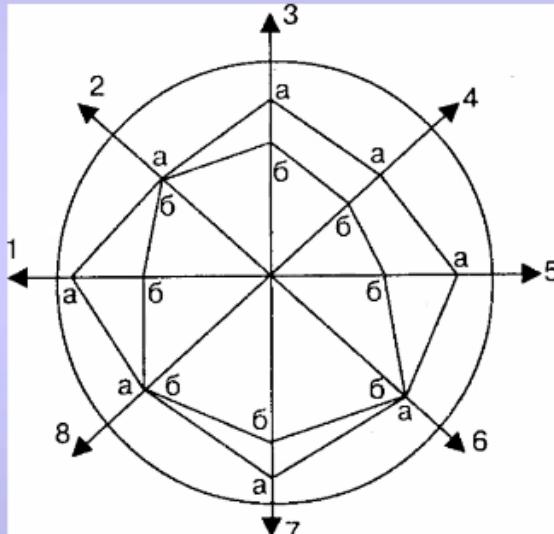


Рис. 1

### Метод комплексной оценки качества

Комплексная оценка уровня качества предусматривает использование комплексных показателей совокупностей свойств

Этот метод принимается, когда надо наиболее точно оценить качество сложных изделий

Комплексный показатель совокупности свойств  $K$  зависит от «взвешенных» параметров учитываемых свойств  $k_i$  ( $f$  функция принудительного обобщения,  $k_i$  не являются математической функцией (нет явной математической зависимости)):

$$K=f(k_i),$$

Где  $k_i$  – величина, характеризующая размер  $i$ -го свойства с учетом его значимости;

$i = 1, 2, 3, \dots, n$ ;  $n$  – общее число учитываемых свойств

**Требования, предъявляемые к комплексному показателю качества (требования к комплексному показателю качества):**

Репрезентативность (представленность всех основных характеристик)

Монотонность (изменение единичного показателя при фиксированных значениях других показателей)

Критичность (чувствительность) к варьируемым параметрам – чувствительность комплексного показателя (функция показателей всех свойств) определяется первой производной этой функции. Значение комплексного показателя должно быть особо чувствительным, когда какой-либо показатель выходит за допустимый предел. При этом комплексный показатель должен значительно уменьшить свое численное значение

Нормированность – численное значение комплексного показателя должно обеспечиваться между наименьшим и наибольшим значением ...

Сравниваемость (сопоставимость) результатов комплексной оценки качества – комплексная оценка качества обеспечивается одинакостью методов их расчета, в которых показатели свойств должны быть выражены в безразмерных единицах

Линейная зависимость перевода натуральных размерных единицы измерения:

$$q=wP,$$

$q$  – Значение показателя в безмерных числах, в баллах или частях;

$P$  – Значение показателя в натуральных единицах;

$w$  – коэффициент преобразования;

Уровень качества продукции, определяемый по комплексному методу – это отношение комплексного показателя совокупности свойств оцениваемого объекта ( $K_{оц}$ ) к соответствующему показателю базового образца ( $K_{баз}$ ), т.е.:

$$Y_k = \frac{K_{оц}}{K_{баз}}$$

Если величины учитываемых свойств пропорционально влияют на итоговую количественную оценку качества, то значение К находят как средневзвешенное арифметическое по формуле:

$$K_a = \sum_{i=1}^n k_i = \sum_{i=1}^n a_i q_i = a_1 q_1 + a_2 q_2 + \dots + a_n q_n$$

где  $a_i$  — коэффициент весомости  $i$ -го параметра (свойства);  
 $q_i$  — безразмерная величина  $i$ -го свойства;  
 $n$  — количество учитываемых свойств.

Уровень качества оцениваемого объекта, определяемый по взвешенным арифметическим показателям совокупностей свойств  $K_{a.оц}$  и  $K_{a.баз}$  есть:

$$Y_{k.a} = \frac{K_{a.оц}}{K_{a.баз}}$$

Если влияние учитываемых свойств на величину К подчиняется нелинейной, степенной зависимости, то рассчитывают средневзвешенный геометрический показатель этих свойств по формуле:

$$K_e = \prod_{i=1}^n (q_i)^{m_i} = \sqrt[b_1]{q_1} \sqrt[b_2]{q_2} \dots \sqrt[b_n]{q_n}$$

где  $m_i = 1/b_i$  — коэффициент весомости;  
 $b_i$  — знаменатель числа  $i$ -го показателя весомости (степени, корня);  
 $q_i$  — безразмерное (приведенное коэффициентом преобразования  $w$ )  
значение параметра  $i$ -го свойства;  $n$  — количество учитываемых свойств.

Расчет уровня качества по «геометрическим взвешенным» показателям совокупностей свойств осуществляют по формуле:

$$Y_{k.e} = \frac{K_{e.оц}}{K_{e.баз}}$$

Обычно при расчетах  $Y_k$  по вышеприведенным формулам комплексного метода оценки качества используют долевые коэффициенты весомости, при условии, что сумма всех значений коэффициентов весомости равна единице, т.е.

$$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{i=1}^n m_i = 1$$

Однако коэффициенты весомости могут быть выражены также в баллах или процентах

### **Метод интегральной оценки качества**

Интегральный показатель уровня качества оцениваемого изделия:

$$Y_{\text{ин}} = \frac{P_{\text{ин.оу}}}{P_{\text{ин.баз}}}$$

Интегральным показателем качества называется показатель, характеризующий в наиболее общей форме эффективность работы изделия

Интегральный показатель свойств есть обобщенный показатель в виде отношения суммарного полезного эффекта от эксплуатации изделия к суммарным затратам на его создание и эксплуатацию

Формулы для расчета:

Формулы для расчета:

$$P_{\text{ин}} = \frac{W}{(K_c + Z_s)} \quad (1) \quad P_{\text{ин}} = \frac{(K_c + Z_s)}{W} \quad (2)$$

где  $W$  — полезный эффект,

$K_c$  — суммарные капиталовложения, включающие оптовую цену, а также затраты на установку, наладку и другие работы;

$Z_s$  — эксплуатационные затраты за весь срок службы изделия.

$W$  — полезный эффект, то есть кол-во единиц продукции или выполненные изделия работы за весь срок эксплуатации изделия. Например, число произведенных заготовок или деталей, тонн или кг переработанного сырья

Формулы (1) и (2) пригодны для определения интегрального показателя качества изделия со сроком службы до одного года

При сроке службы изделия более одного года интегральный показатель свойств  $P_{\text{ин}}$  вычисляют по формуле (поправочный коэффициент):

$$P_{\text{ин}} = \frac{W}{K_c \varphi(t) + Z_s} \quad (3)$$

где  $\varphi(t)$  — поправочный коэффициент, зависящий от срока службы изделия  $t$  лет.

Коэффициент вычисляют по формуле:

$$\varphi(t) = \frac{E_n (1 + E_n)^{t-1}}{(1 + E_n)^{t-1} - 1} \quad (4) \quad \text{где } E_n \text{ — нормативный коэффициент окупаемости капиталовложений, обычно принимаемый равным 0,15.}$$

Расчет интегрального показателя по формуле (3) справедлив при следующих условиях:

Ежегодный эффект от эксплуатации или потребления продукции из года в год остается одинаковым  
Ежегодные эксплуатационные затраты тоже одинаковые

Срок службы составляет целое число лет

$$P_{un} = \frac{W}{K_c \varphi(t) + Z_3} \quad (3)$$

Несколько упрощенно, когда не известен срок эксплуатации изделия, Рин рассчитывают по следующей формуле (нормативный коэффициент окупаемости капиталовложений):

$$P_{un} = \frac{W}{K_c (1+E_n)^t + Z_3} \quad (5)$$

где  $E_n$  — нормативный коэффициент окупаемости капиталовложений, принимается в зависимости от принятого нормативного срока использования оцениваемого изделия

### Оценка качества продукции по ее экономической эффективности

Экономический эффект можно выразить

$$\Theta = P - Z,$$

Где Р – результат экономической деятельности, З – суммарные затраты на его получение

Экономический эффект в виде прибыли П состоит из дохода Д за вычетом затрат З

$$\Pi_n = \Pi_{onm} \cdot V - Z_n$$

Для производителя продукции:

$$\Pi_\Theta = \Pi \cdot N - \Pi_n = \Pi \cdot N - (\Pi_{np} + Z_\Theta)$$

Где Ц – цена единицы полезного эффекта от эксплуатации продукции;

Н – количество изготовленной продукции или выполненной работы

Ц<sub>п</sub> – цена потребления, равная сумме цены продажи (покупки) Ц<sub>пр</sub> и эксплуатационных затрат З<sub>Э</sub>

Суммарная прибыль или суммарный экономический эффект в денежном выражении равен:

$$\Pi = \Pi_n + \Pi_\Theta$$

Уровень качества оцениваемой продукции по экономической эффективности вычисляется по формуле

$$Y_{\Theta\Phi} = \frac{\Pi}{\Pi_{баз}}$$

Где П – экономический эффект или суммарная прибыль от оцениваемой продукции П<sub>баз</sub> – то же от базовой продукции

## Лекция 3

**Содержание:**

О роли измерений

Метрические показатели проекта ПП

Парадигма д-ра Виктора Бейзили (Dr. Viktor Basili)

Мониторинг, анализ, управление, улучшение

### **Роль изменений в жизненном цикле системы/программный продукт**

Лорд Кельвин:

«Если вы можете измерить то, о чем говорите, и выразить это понятие в числах, вы что-либо знаете об этом, если же вы не можете измерить его, не можете объяснить в числах, ваши знания бедны и неудовлетворительны. Скорее всего вы только начинаете познавать мир, имея преувеличенное представление о ваших знаниях на данном этапе исследования»

Том де Марко:

«Вы не способны контролировать то, что не можете измерить»

### **Метрические показатели**

Под метрическим показателем понимают количественную оценку программного продукта, процесса или проекта, используемую непосредственно или на основе которой производится другие измерения непосредственно или выполняется прогноз

Метрические показатели позволяют менеджерам и специалистам проекта определить реперные точки и оценить достигнутый уровень требований и качества на всех этапах ЖЦ ПП

В настоящее время имеется прогресс в разработке определенных исключительно полезных показателей, которые могут служить руководством к действию для разработчиков ПП

Интегральная задача – разработка качественной системы метрических показателей - находится в центре внимания при разработке проекта, а задача – сбор и анализ метрических данных – требует постоянно проводимой аттестации (валидации и верификации)

**При управлении программными проектами могут использоваться метрические показатели, связанные со значением оценок:**

Размер ПО

Трудозатрат проекта

Точности графика проекта

Объемов денежных затрат

Качества ПП

Все получаемые числовые значения непрерывно обрабатываются и сравниваются со значениями фактических размеров

Отчеты при проектном менеджменте часто полностью состоят из метрических данных, менеджерам в любой момент времени важно иметь представление о достигнутом прогрессе, а также о том, каким образом он отражается на оценках.

Отчеты содержат информацию о том, каким образом можно успешнее пользоваться определенными величинами.

Записи проекта связаны с оценками выполнения проекта, это и есть метрические показатели, которые не оценимы для будущих проектов.

Отчеты о разрешенных проблемах, основные вопросы по усовершенствованию, а также заключения относительно анализа проблем, результаты статического и динамического тестирования, наблюдения за работой пользователя являются богатым источником метрических данных

Особенно ценно применение количественных характеристик. В плане по обеспечению качества применяют абсолютные количественные характеристики, например, используются пороговые значения для кол-ва ошибок, которые следуют обнаружить перед стадией поставки ПП

**Можно выделить следующие метрические показатели качества:**

Системы менеджмента качества

Качества процесса создания ПП

Качества самого ПП

**При разработке метрических показателей системы менеджмента качества и качества проект:**

Устанавливают цели проекта

Оцениваются количественные изменения в направлении поставленных целей

Требования к качеству процессов создания ПП часто имеют вид требований модели SEI CMM

Метрические показатели качества ПП характеризуют его внутреннее, внешнее качество и качество в использовании на всем протяжении ЖЦ

Численные допустимые значения метрических показателей качества ПП, а также атрибутов ПП, характеризующих качество, формируются на стадии разработки требований к ПП

Метрические показатели, характеризующие качество ПП, определяются при процедурах верификации, валидации (аттестации) ПП на основе сбора необходимых тестовых данных, данных, полученных при наблюдении за работой пользователей с ПП и социологических опросов потребителей.

Барри Боем:

«Важность метрических показателей определяется тем, в какой мере они способствуют принятию решений»  
«Измерение при разработке ПП является непрерывным процессом определения, сбора и анализа данных, относящихся к программному процессу и соответствующим ему продуктам. Целью этой деятельности является получение представления о процессе, контроль над ним и программными продуктами, а также поддержка важной информации, которая позволит совершенствовать процесс и программные продукты»

«Измерение в ходе разработки ПП – количественное оценивание произвольных аспектов процесса программного инжиниринга, программного продукта или контекста; оно служит для совершенствования представления, помогает контролировать, прогнозировать и вносить улучшения в создаваемый продукт, а также применяемые рабочие методы»

**Цели применения метрических показателей (метрические показатели используются для оценки определенных атрибутов ПП, процесса или ресурса и применяются в следующих целях):**

Анализ ошибок и дефектов программного продукта

Оценка состояния программного обеспечения

Формирование базиса с целью проведения оценок

Определения уровня сложности продукта

Установка основных направления разработки

Экспериментальное подтверждение лучших методик

Вычисление качественных показателей

Прогнозирование объемов трудозатрат и других затрат

Отслеживание прогресса в ходе выполнения проекта

Определение оптимальных сроков достижения необходимого качества продукта либо процесса в целом

**Парадигма доктора Виктора Бейзили «Цель, вопрос, метрический показатель» (GQM)**

Является широко применяемым и хорошо зарекомендованным подходом по определению метрических показателей

Подход с применением GQM предполагает, что цель устанавливается еще до определения метрического показателя

**Подход представляет собой процесс, состоящие из 7 этапов (семиэтапный процесс Бейзили):**

Определение набора целей

Формирование набора вопросов

Определение метрических показателей, необходимых для получения ответов на вопросы

Разработка механизмов для сбора и анализ данных

Сбор, анализ данных, выполнение корректирующих действий

Постпроектный анализ и продвижение вперед

Поддержка обратной связи с участниками проекта, заинтересованными лицами

Критические компоненты процесса – первые три пункта



### Этап 1. Определение набора целей

Определение целей вытекает из сформированных требований к ПП на этапах разработки системной архитектуры и архитектуры программных средств

**Формирование набора проектных целей связано**

С разработкой ПП

Сопровождением ПП

Повышением производительности ПП

Качественными показателями программного продукта

Качественными показателями процесса

### Этап 2. Формирование набора вопросов

Каждая цель позволяет сформулировать вопрос, ответ на который определяет, будет ли эта цель достигнута

Цели определены на абстрактном уровне

Вопросы предназначены для конкретизации уровня выполняемых операций

Ответ на вопросы уточняет достижение поставленной цели

#### Пример

Цель:

«Упростить сложную программную систему»

Вопросы:

Количество имеющихся программных модулей?

Связаны ли между собой модули?

Какова степень соединения модулей?

Каково вреднее значение меры цикломатической сложности Мак Кейба

Сколько времени занимает разработка модуля

Оценивались ли возможности каждого модуля

Каково количество ошибок, обнаруженных в каждом модуле

Каков размер каждого модуля

Можно ли проследить реализацию требований в модулях

### **Этап 3. Определение метрических показателей**

#### **Этап 3 парадигмы GQM предназначен для:**

Определения метрик, необходимых для получения ответа на поставленные вопросы.

Отслеживания согласования процесса и продукта поставленным целям

Метрические показатели, можно получить, воспользовавшись ключевыми словами, содержащимися в вопросе

Например, вопрос:

«Каковы усредненные усилия, необходимые для устранения проблем, указанных в отчетах заказчиков?»

Фраза «Усредненные приложенные усилия» вытекающая из вопроса приводит к использованию очевидного метрического показателя, применяемого для оценки трудозатрат.

А именно: трудозатраты, выраженные в рабочих неделях / месяцах, а также количество отчетов о проблемах заказчиков, закрытых в недельный / месячный период.

#### **Примеры определения метрических показателей:**

**Цель:** проанализировать поставленный продукт относительно эффективности повторного использования.

Вопросы и соответствующие метрические показатели

**Вопрос:** Каково процентное соотношение модулей или подсистем, которые не создаются изначально?

Метрические показатели:

**Метрический показатель 1.** Степень повторного использования модулей.

**Метрический показатель 2.** Степень повторного использования подсистем.

---

**Цель:** проанализировать поставленный продукт относительно эффективности повторного использования.

**Вопрос:** Каково процентное соотношение повторно и заново используемого кода?

**Метрический показатель 1.** Степень унификации использования кода.

**Метрический показатель 2.** Степень оригинальности написания программ.

---

**Цель:** проанализировать поставленный продукт относительно эффективности повторного использования.

**Вопрос:** Какова взаимосвязь между повторно используемым модулем и достигаемой степенью надежности?

**Метрический показатель 1.** Для модулей, имеющих наибольшее количество сбоев: уровень повторного использования.

**Метрический показатель 2.** Для модулей без ошибок: уровень повторного использования.

**Метрический показатель 3.** Для всех модулей: плотность проявления недостатков.

**Метрический показатель 4.** Для повторно используемых модулей: плотность проявления недостатков.

**Метрический показатель 5.** Для оригинальных модулей: плотность неточностей.

Метрические показатели обеспечивают всю количественную информацию, требуемую для получения удовлетворительных ответов на вопросы

**С помощью лишь одного метрического показателя можно получить ответы на несколько вопросов или несколько показателей могут использоваться для ответа на один вопрос**

#### **Примеры**

Метрический показатель: «Возраст рассматриваемых проблем».

Вопрос: «Достаточно ли собрано ресурсов для решения проблем?»,

Вопрос: «Сколько времени проблемы остаются нерешенными?».

Вопрос: «Каким образом определить ответную реакцию на запросы заказчиков?»

Метрический показатель 1. «Возраст (время) рассматриваемых проблем»

Метрический показатель 2. «Возраст (время) разрешенных проблем»

#### **Этап 4. Разработка механизмов сбора данных**

**Основные принципы:**

При сборе важно постоянно держать цель в фокусе внимания

Сбор данных, которые не относятся к целевым измерениям, не приносят пользы

В идеале собранные данные размещаются в хранилище организации и используются при разработке ряда проектов

**Кто ведет сбор метрических показателей?**

Сбор ведет тот, кто «ближе» находится к данным

Сбор в основном осуществляется в процессе статического, динамического тестирования, мониторинга потребителей и социологических исследований, поэтому предпочтительно использовать для сбора данных квалифицированных тестировщиков, компетентных экспертов и социологов

**Когда следует выполнять сбор данных?**

Установка «чем раньше, тем лучше» является предпочтительной.

С точки зрения периодичности, сбор данных необходимо стремиться вести ежедневно, однако оптимально – раз в неделю.

Ежемесячный график сбора данных не является оптимальным, поскольку возникает сложность определения периода времени, которые эти данные характеризуют.

**Каким образом организовать сбор данных наиболее точно и эффективно?**

Оптимально воспользоваться автоматизированными инструментами. Механизмы по сбору данных должны быть удобными в работе;

Применение методов сбора данных необходимо с использованием web-технологий и применением объектной/реляционной базы данных;

Гибкие инструментальные системы позволяют вносить корректизы с помощью метода обратной связи.

#### **Этап 5. Сбор, анализ данных и корректирующие действия**

Сбор данных могут осуществлять разработчики и тестировщики, эксперты и социологи.

Тот, кто вводит данные, должен знать, каким образом они интерпретируются и кому следует с ними ознакомиться. С другой стороны, необходимо гарантированно работать только с точными данными

**Кто непосредственно работает (обрабатывает) с метрическими показателями?**

Все зависит от требований к анализу данных, описанных в нормативных документах или в методике обработки результатов сбора данных.

Это могут быть:

Менеджеры проекта;

Специалисты по качеству;

Независимые эксперты;

Аналитики и др.

#### **Этап 6. Постпроектный анализ и продвижение вперед**

#### **Этап 7. Обратная связь с участниками проекта**

**Взаимодействие должно осуществляться с:**

Разработчиками ПП;

Специалисты по тестированию;

Специалистами по качеству;

Менеджерами проекта;

Экспертами;

Аналитиками;

Высшим руководством проекта;

Заказчиками;  
Субподрядчиками;  
Потенциальными пользователями ПП

**В рамках следующих процессов:**

Верификации  
Валидации (аттестации)  
Совместного анализа  
Решения проблем  
Аудита  
Обеспечения качества

### Метрические показатели в базовой модели ЖЦ ПП





## Метрические показатели в базовой модели ЖЦ ПП (продолжение)

### Лекция 4

### Атрибуты качества система/программный продукт

#### Содержание

Базовые стандарты

Основные термины и определения

Стандартизованные модели качества программных средств

Виды и связи качества

Атрибуты качества система/программный продукт

Атрибуты качества в использовании

#### Базовые стандарты

ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению

ISO/IEC 25000:2014. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программных средств (SQuaRE). Руководство (ГОСТ Р ИСО/МЭК 25000-2021)

ISO/IEC 25001:2017. Проектирование систем и разработка программного обеспечения. Требования к качеству систем и программного обеспечения и их оценка (SQuaRE). Планирование и менеджмент (ГОСТ Р ИСО/МЭК 25001-2017)

ISO/IEC 25010:2011. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модели качества систем и программного обеспечения (ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015)

ISO/IEC 25012:2008. Программотехника. Требования к качеству и оценка (SQuaRE) программного продукта. Модель качества данных

ISO/IEC 25020:2019. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Основные принципы измерения характеристик качества

ISO/IEC 25021:2012. Разработка систем и программ. Требования к качеству систем и программ и их оценка. Элементы показателя качества (ГОСТ Р ИСО/МЭК 25021-2014)

ISO/IEC 25022:2016. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Определение качества при использовании (замена ISO/IEC TR 9126-4:2004)

ISO/IEC 25023:2016. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Определение качества системного и программного продукта (замена ISO/IEC TR 9126-2:2003, ISO/IEC TR 9126-3:2003)

ISO/IEC 25024:2015. Проектирование систем и разработка программного обеспечения. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Определение качества данных

### **Термины и определения**

**Программное обеспечение (ПО)** – все, или часть программ, процедур, правил и связанная с ними документация информационной системы обработки данных (ISO/IEC 2382-1: 1993)

**Целевое программное обеспечение** – программное обеспечение, предназначенное для решения целевых задач пользователей

**Программный продукт (ПП)** – набор компьютерных программ, процедур, и возможно, связанной документации и данных (ISO/IEC 25010)

**Промежуточный программный продукт** – продукт процесса разработки ПО, который используется в качестве исходного в другой стадии процесса разработки ПО (ISO/IEC 9126:2001)

**Целевой программный продукт (программный продукт)** – целевое программное обеспечение и, возможно, связанные с ним целевые данные, являющееся конечным результатом какой-либо стадии его разработки или готовое к поставке заказчику, коммерческой реализации и процессу функционирования

**Программное средство** – программный продукт или программное обеспечение

**Система** – комбинация взаимодействующих элементов, организованных для достижения одной или нескольких поставленных целей (ISO/IEC 25010)

**Целевая компьютерная система (компьютерная система)** – совокупность целевого программного обеспечения и целевых данных, нецелевого программного обеспечения и нецелевых данных и аппаратного обеспечения (компьютерная техника)

**Информационная система** – компьютерная система или их совокупность и средства коммуникаций

**Информационная система** - совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств (ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации», ГОСТ Р 52653—2006)

**Информационно-коммуникационная система** – компьютерная система или их совокупность и средства телекоммуникаций

**Пользовательская компьютерная система** (человекомашинная система – [ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015]) – компьютерная система или информационная [информационнокоммуникационная] система или их совокупности, включая окружающую среду для ее/их использования, а так же пользователей различных категорий и других заинтересованных лиц предназначенная для решения информационных, технических и управлеченческих задач

**Требование** – это потребность или ожидание, которое установлено, обычно предполагается или является обязательным (ГОСТ Р ИСО 9000)

**Характеристика** – отличительное свойство (ГОСТ Р ИСО 9000)

**Характеристика качества** — это присущая характеристика продукции, процесса или системы, вытекающая из требования (ГОСТ Р ИСО 9000)

**Качество** — это степень соответствия совокупности присущих характеристик требованиям (ГОСТ Р ИСО 9000)

**Несоответствие** — это не выполнение требования (ГОСТ Р ИСО 9000)

**Качество программного обеспечения (software quality)** — степень, с которой программный продукт удовлетворяет заявленные и подразумеваемые потребности при использовании в указанных условиях (ISO/IEC 25010)

**Качество в использовании** — степень, с которой программный продукт или система могут использоваться определенными пользователями для удовлетворения их потребности в достижении определенных целей с требуемой результативностью, эффективностью, безопасностью и удовлетворением, при использовании в определенных условиях (ISO/IEC 25010)

**Модель качества** — определенное множество характеристик и взаимосвязей между ними, которые служат основой для определения требований к качеству и оценки качества (ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015)

**Базовый образец** — образец программного продукта, предложенный в качестве эталона для сравнительной оценки программного продукта.

**Показатель (measure)** — переменная, в которой значение определено результатом измерения (ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010)

**Измерение (measurement)** — набор операций, имеющих целью определение значения показателя (ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010)

**Свойство качества (quality property)** — измеримый компонент качества (ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010)

**Единичный показатель свойств качества** — показатель, определенный в терминах свойства качества и метода измерения для количественного определения этого свойства (ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010)

**Обобщенный показатель свойств качества** — показатель, получаемый как функция измерения двух или больше значений единичных показателей свойств качества (адаптировано из ГОСТ 25010)

**Атрибут (attribute)** — неотъемлемое свойство или характеристика объекта, количественные или качественные различия в которых могут быть отмечены человеком или средствами автоматизации (ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010)

**Атрибут качества** — атрибут модели качества

**Метрический показатель качества программного продукта** — показатель, получаемый как функция измерения единичного или обобщенного показателя свойств качества, и значений таких же показателей базового образца или таких же нормативно установленных значений.

**Комплексный показатель качества** — показатель, получаемый как средневзвешенное числовое значение его составляющих метрических или комплексных показателей качества.

**Показатель качества** — единичный, обобщенный, метрический или комплексный показатель свойств качества или качества.

**Оценка качества** — комплексный или метрический показатель качества.

**Требование к оценке качества** — относительное нормативно-установленное значение комплексного или метрического показателя качества.

**Элемент показателя качества** — составляющий компонент показателя качества, участвующий в определении значения показателя качества (адаптировано из ГОСТ 25010).

**Вид программного продукта** — совокупность образцов программной продукции одного назначения или области применения.

**Валидация (аттестация)** — подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены (ИСО 9000)

**Верификация** — подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что установленные требования были выполнены (ИСО 9000)

### **Модель качества в использовании**

**Качество системы** — степень, с которой система удовлетворяет установленным и подразумеваемым потребностям своих различных заинтересованных сторон

Эти установленные и подразумеваемые потребности представлены в ISO/IEC 25010 моделями качества, которые категоризируют качества продукта в характеристики, которые далее подразделены на подхарактеристики.

Подхарактеристики могут быть представлены более детальными свойствами

### **В стандарте ISO/IEC 25010 определены три модели качества:**

Модель качества в использовании

Модель качества продукта (система/программный продукт)

Модель качества данных 25012

Структуры всех моделей качества обеспечивают гарантию представления всех характеристик качества

**Модель качества в использовании** определяет 5 характеристик, связанных с результатами взаимодействия пользователя с системой: результативность, эффективность, удовлетворение, безопасность (свобода от риска), применение в среде использования.

Качество в использовании системы характеризует влияние, которое продукт (система, ПП) оказывает на заинтересованные лица. Это определено качеством ПО, аппаратных средств, ОС, особенностей пользователей, их задач и социальной среды.



### **Модель качества продукта**

Категоризирует качественные свойства системы/ПП в 8 характеристик:

Функциональная пригодность;

Производительная эффективность;

Совместимость;

Практичность;

Надёжность;

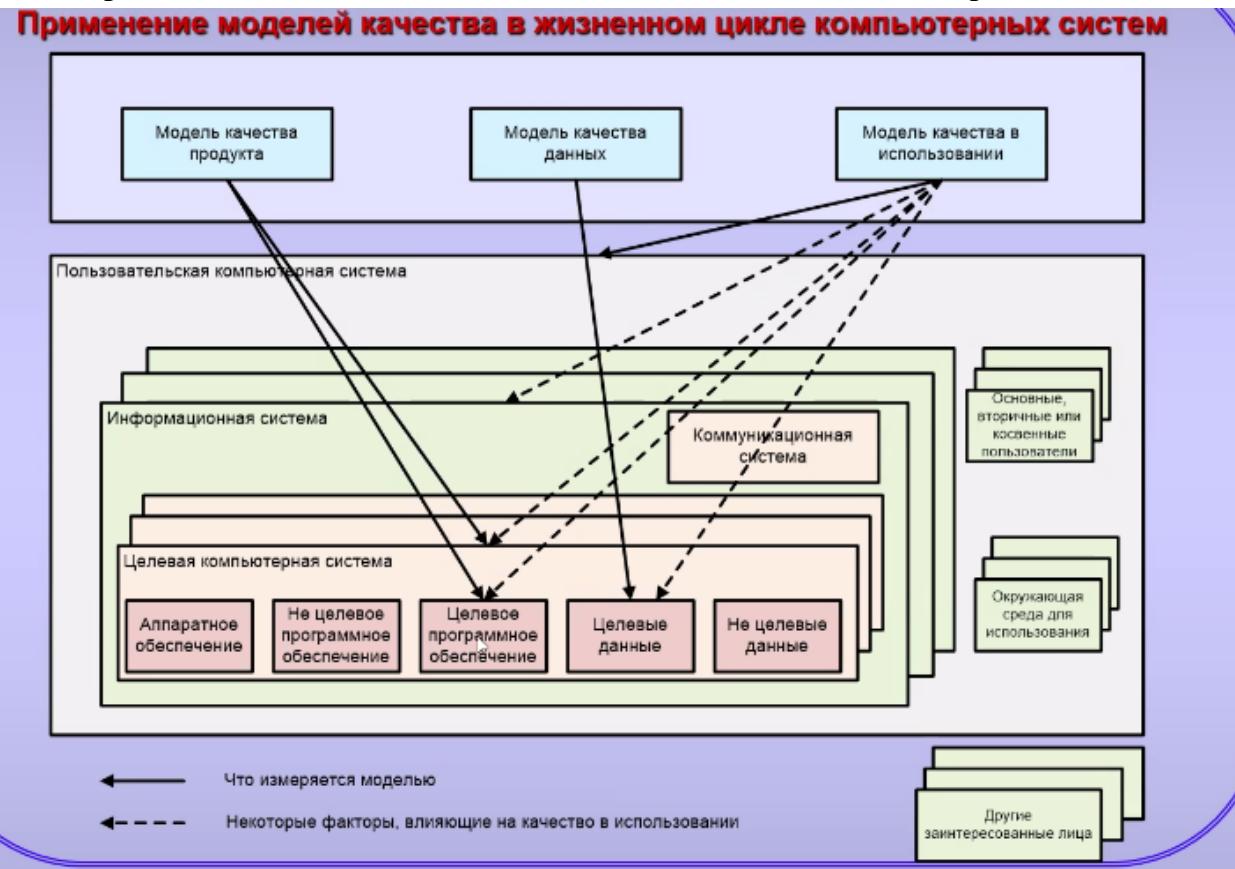
Защищённость;

Сопровождаемость;

Переносимость;

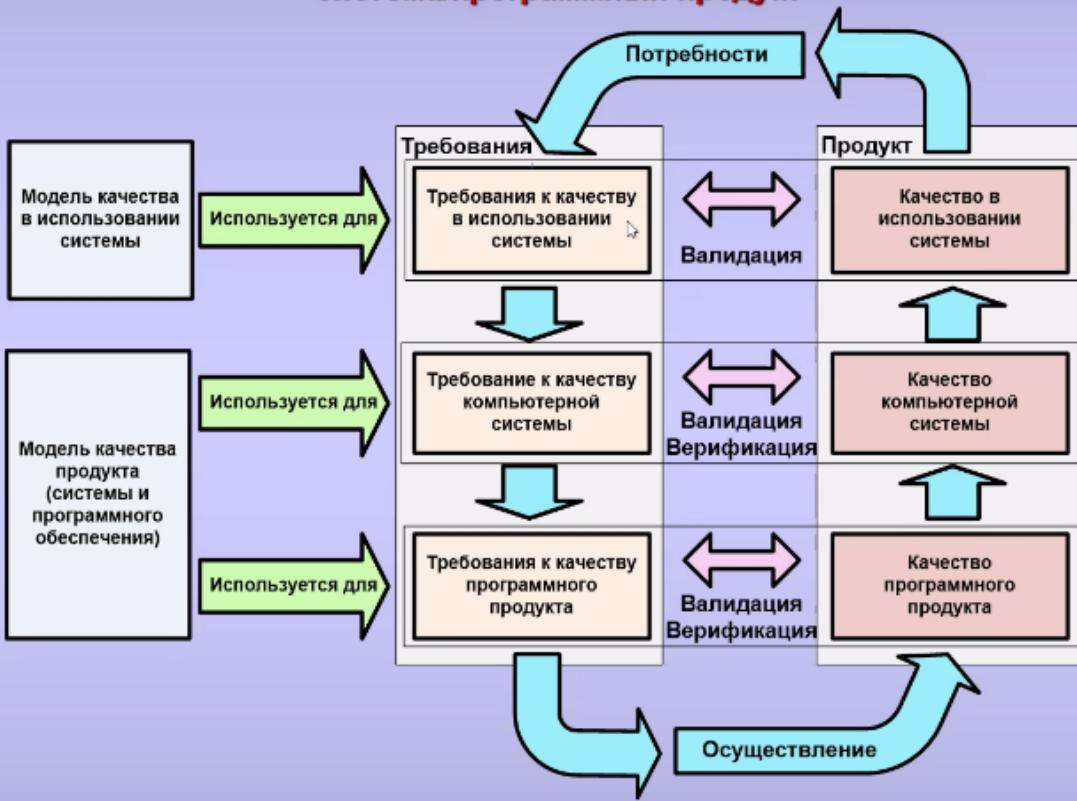


### Применение моделей качества в жизненном цикле компьютерных систем



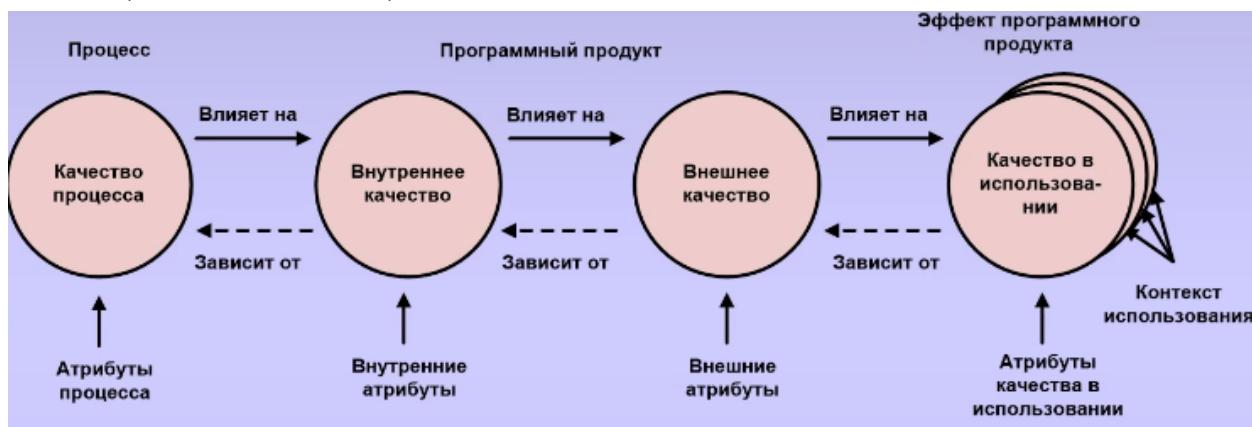
### Применение моделей качества в жизненном цикле система/программный продукт

## Применение моделей качества в жизненном цикле системы/программный продукт



### Взаимосвязь типов качества в жизненном цикле система/программный продукт

В зависимости от стадии ЖЦ можно выделить различные типы качества: качество процесса, внутреннее качество, внешнее качество, качество в использовании



Качество ПП может быть оценено внутренними свойствами (статическими мерами ПП) или измеряя внешние свойства (поведение ПП при его выполнении), или измеряя качества в свойствах использования, когда ПП находится в реальном или моделируемом употреблении

Улучшение качества процесса (исо/мэк 12207) способствует улучшению качества ПП, а повышение качества продукции - повышению качества при использовании системы. В связи с этим оценка и улучшение процесса являются средствами повышения качества продукции, а оценка и повышение качества продукции, в свою очередь, являются одним из средств повышения качества при использовании системы. Аналогичным образом оценка качества при использовании системы может обеспечить обратную связь для улучшения продукта, а оценка продукта может обеспечить обратную связь для улучшения процесса.

Обеспечение внутреннего качества являются предпосылкой для достижения требуемого внешнего поведения (внешнего качества). Обеспечение внешнего качества – предпосылка для улучшения качества в использовании

### **Качество в ЖЦ ПП можно рассматривать в 3-х основных стадиях:**

внутреннее качество ПП на стадии разработки требований, проектирования и кодирования

внешнее качество системы/ПО и данных на стадии тестирования

качество в использовании на стадии применения системы/ПП

### **Входные данные к определению внутренних атрибутов качества:**

Спецификации требований

Проект

Исходный код

Результаты статического тестирования

### **Атрибуты**

#### **Атрибуты качества система/программный продукт:**

Внутренние

Внешние

Атрибуты качества в использовании

#### **Атрибуты качества система/программный продукт (компьютерная система, программное обеспечение и данные)**

#### **Атрибуты функциональной пригодности (внутренние и внешние)**

##### **Атрибуты функциональной законченности:**

Функциональная адекватность

Функциональная законченность выполнения

Функциональное покрытие (охват) выполнения

Функциональная стабильность (изменчивость) спецификации

##### **Атрибуты функциональной правильности**

вычислительная точность;

точность;

точность ожидания (внешний атрибут).

##### **Атрибуты функциональной уместности**

##### **Атрибуты надежности**

##### **Атрибуты завершенности (зрелости)**

##### **Внутренние атрибуты**

Обнаружение ошибок

Удаление ошибок

Испытательная адекватность

##### **Внешние атрибуты:**

оцененная плотность скрытых ошибок;

плотность отказов;

решение отказов;

плотность ошибок;

удаление ошибок;

среднее время между отказами;

тестовое покрытие;

зрелость (завершенность) тестов.

##### **Атрибуты отказоустойчивости:**

предотвращение аварий (внешний атрибут);

предотвращение отказа;  
предотвращение некорректной операции.

#### **Атрибуты восстанавливаемости:**

среднее время простоя (внешний атрибут);  
среднее время восстановления (внешний атрибут);  
перезапускаемость (внешний атрибут);  
восстанавливаемость;  
эффективность восстановления.

#### **Атрибуты готовности (доступности)**

#### **Атрибуты производительной эффективности**

Атрибуты поведения во времени (временной эффективности)

Атрибуты использования ресурсов (ресурсной эффективности)

Атрибуты производительности

#### **Атрибуты совместимости**

Атрибуты сосуществования

Атрибуты способности к взаимодействию (функциональной совместимости)

#### **Атрибуты удобства и простоты использования (практичности)**

Атрибуты распознаваемости подразумеваемых потребностей (понятности)

Атрибуты простоты изучения

Атрибуты удобства использования

Атрибуты защиты от ошибок пользователя

Атрибуты эстетики интерфейса пользователя

Атрибуты доступности

#### **Атрибуты защищенности**

Атрибуты конфиденциальности

Атрибуты целостности

Атрибуты учета событий и действий

Атрибуты отслеживаемости

Атрибуты подлинности

#### **Атрибуты сопровождаемости**

Атрибуты модульности

Атрибуты возможности многократного использования

Атрибуты анализируемости

Атрибуты модифицируемости

Атрибуты тестируемости

#### **Атрибуты переносимости**

Атрибуты адаптируемости

Атрибуты устанавливаемости (инсталлируемости)

Атрибуты заменяемости

#### **Атрибуты качества в использовании**

#### **Атрибуты результативности:**

результативность задачи;

завершение задачи;

частота ошибок.

### **Атрибуты эффективности:**

время выполнения задачи;  
эффективность задачи;  
экономическая продуктивность;  
продуктивная пропорция;  
относительная эффективность пользователя

### **Атрибуты удовлетворения**

Атрибуты полноценности

Атрибуты доверия

Атрибуты удовольствия (наслаждения, радости)

Атрибуты комфорта

### **Атрибуты безопасности**

Атрибуты снижения экономических рисков

Атрибуты снижения рисков безопасности жизни и здоровью

Атрибуты снижения экологических рисков

### **Атрибуты применения в среде использования**

Атрибуты полноты применения в среде использования

Атрибуты гибкости в использовании

## **Лекция 5**

### **Организационные аспекты оценивания качества в ЖЦ программных средств**

#### **Содержание**

Основные стандарты в области оценивания качества программных средств

Основной контекст процесса оценки

Ограничения, ресурсы и характеристики процесса оценки

Компоненты процесса оценки

Уровни оценки программных средств

Модули оценки программных средств

Основные контексты, связанные с качеством в жизненном цикле программных средств

#### **Основные стандарты в области оценивания качества программных средств**

ISO/IEC 25030:2019. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Структура требований к качеству. Обеспечивает требования и рекомендации для спецификации уровня качества программного продукта к организации ПП. Стандарт может быть использован потребителями и поставщиками. Стандарт для разработки требований

ISO/IEC 25040:2011 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 25040-2014). Проектирование систем и разработка программного обеспечения. Требования к качеству систем и программного обеспечения и их оценка. Процесс оценки (вместо - ISO/IEC 14598-1:1999). Содержит требования и рекомендации для оценки качества ПП, описывает процесс оценки качества ПП и устанавливает требования при применении этого процесса. Процесс может применяться для оценки качества промежуточного или законченного ПП на стадии разработки, поставки и функционирования.

ISO/IEC 25041:2012 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 25041-2014). Разработка систем и программ. Требования и оценивание качества систем и программ. Руководство по оцениванию для разработчиков, покупателей и независимых оценщиков. Описывает процесс оценки качества продукта и устанавливает требования для применения процесса оценки для применения процесса оценки с точки зрения различных категорий пользователя разработчиков, приобретателей и независимых оценщиков

ISO/IEC 25045:2010. Разработка систем и программного обеспечения. Требования к качеству и оценка качества систем и программного обеспечения. Модуль оценки восстановляемости

ISO/IEC 14598-6:2001. Информационные технологии. Оценка программного продукта. Часть 6. Документирование модулей оценки. Эти модули должны содержать спецификацию модели качества характеристики, подхарактеристики, внутренние и внешние атрибуты, связанные с процессом оценки данных, информацию о запланированном применении модели и информацию о фактическом применении.

### Основной контекст процесса оценки



### Целевые объекты оценки

#### Статические продукты:

Спецификация требований к качеству

Спецификация проекта программного обеспечения

Исходные коды программы

Спецификация плана тестирования

Спецификация результатов отчета тестирования

Пояснения по продукту

Эксплуатационная документация

#### Динамические продукты:

Исполняемые промежуточные продукты, которые выполняются в процессе динамического тестирования в тестовой среде

Конечные продукты, которые выполняются в рабочих средах и режимах

#### Категории пользователей процесса оценки:

Разработчики - тестирование на всем протяжении ЖЦ, оценивание качества статических и динамических промежуточных и конечных динамических ПП, тестирование системы

Приобретатели – анализируют статистические продукты, могут тестировать динамический продукт на этапе приемочных испытаний и в реальных условиях для сравнения и приобретения

Независимые оценщики – анализируют статические продукты и тестируют динамические продукты для оценки качества по запросу одной из сторон (разработчики или приобретатели)

### **Ограничения процесса оценки:**

Конкретные потребности оценки пользователя

График процесса оценки

Бюджет процесса оценки

Условия среды процесса оценки

Инструменты и методы, используемые в процессе оценки;

Специальные требования к отчету об оценке.

### **Ресурсы процесса оценки:**

Применимые инструменты и методы измерения

Применимые международные стандарты из серии SQuaRE

Человеческие ресурсы, используемые для оценки

Финансовые ресурсы, необходимые для оценки

Информационные системы, используемые для оценки

Базы знаний, используемые для оценки качества

### **Основные характеристики процесса оценки:**

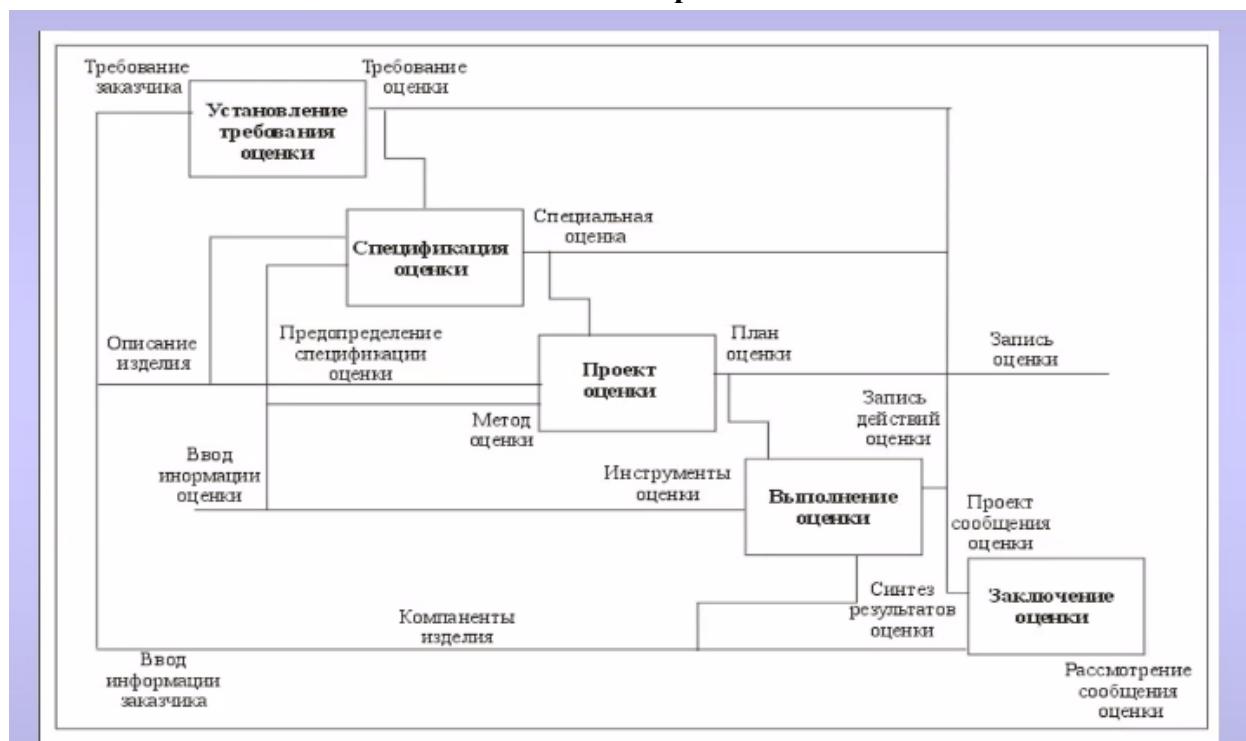
Повторяемость того же самого изделия к той же самой спецификации оценки. Тот же самый оценщик должен повторить оценку

Воспроизводимость - оценка того же самого изделия к той же самой спецификации оценки, когда другой оценщик должен произвести проверку результатов проведенной оценки первым оценщиком (когда другой может повторить результат)

Беспристрастность – когда не должно быть смещения оценки к любому специальному необходимому результату

Объективность – когда сам результат должен быть фактическим, т.е. не отражать чувства и мнения самого оценщика

## **Процесс оценки**



### **Установление требований оценки:**

Установление цели оценки

Анализ требований к качеству ПП

Идентификация компонентов ПП для оценки

Определения уровня и разработка требований оценки

Разработка высокоуровневого плана оценки качества ПП

#### **Формирование спецификации оценки:**

Разработка спецификаций показателей качества и модулей оценки ПП

Разработка спецификаций критериев принятия решений для показателей качества

Разработка спецификаций критериев принятия решений для оценки качества

#### **Разработка проекта оценки:**

Разработка методов оценки

Разработка плана оценки:

Документирование методов и инструментов оценки

Планирование и оптимизация мероприятий по оценке в отношении доступных ресурсов

Определение технической и организационной среды проведения оценки

#### **Выполнение оценки:**

Проведение измерений

Применение критериев для показателей качества

Применение критериев для оценки

#### **Заключительные действия по оценке:**

Анализ результатов оценки

Разработка отчетов по оценку

Действия по улучшению процесса оценки

**Уровни оценки программных средств в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО/МЭК 25040**

<b>Уровни оценки ПС</b>	<b>Аспекты безопасности</b>	<b>Экономические аспекты</b>	<b>Аспекты защищенности</b>	<b>Аспекты, связанные с окружающей средой</b>
<b>A</b>	Последствия, приводимые ко многим человеческим жертвам	Финансовый крах	Защита стратегически важных данных и услуг	Невосполнимый ущерб окружающей среде
<b>B</b>	Угроза человеческим жизням	Серьезные экономические потери	Защита критических данных и услуг	Восполнимый ущерб окружающей среде
<b>C</b>	Ущерб собственности, риск человеческому здоровью	Существенные экономические потери	Защита от риска возникновения ошибок	Локальное загрязнение
<b>D</b>	Небольшой ущерб собственности, отсутствие риска для людей	Незначительные экономические потери	Никакого риска не идентифицировано	Никакого риска для окружающей среды

#### **Модули оценки**

Для эффективного управления потоком информации оценка должна быть структурирована в управляемые единицы

Информация, необходимая для проведения оценки одного или более аспектов качества, должна быть собрана и укомплектована для последующего использования. Такой комплект называется **модулем оценки**.

Модуль оценки включает полную информацию, необходимую для выполнения оценки определенного аспекта характеристики качества и определенную технику оценки. Модуль включает информацию по начальным условиям и точности измерения

#### **Модули оценки:**

**EM0: предисловие и введение – обеспечивает формальную информацию относительно модуля оценки и дает представление о технике оценки, описанной в модуле:**

Предисловие

Введение

**EM1: Обзор ... Определяет возможности по применению методов оценки ... ??????????:**

Идентификация модели и атрибутов качества

Описание уровня оценки

Описание методов оценки

Применение модуля оценки

#### **EM2: Ссылки:**

Ссылки на нормативные и технические документы

#### **EM3: Термины и определения:**

Технические термины и определения, используемые в модуле оценки

#### **EM4: Входные данные и метрика:**

Входные данные для оценки

Элементы данных

Метрики и меры

#### **EM5: Интерпритация результатов:**

Получение значений измерений

Интерпретация полученных результатов

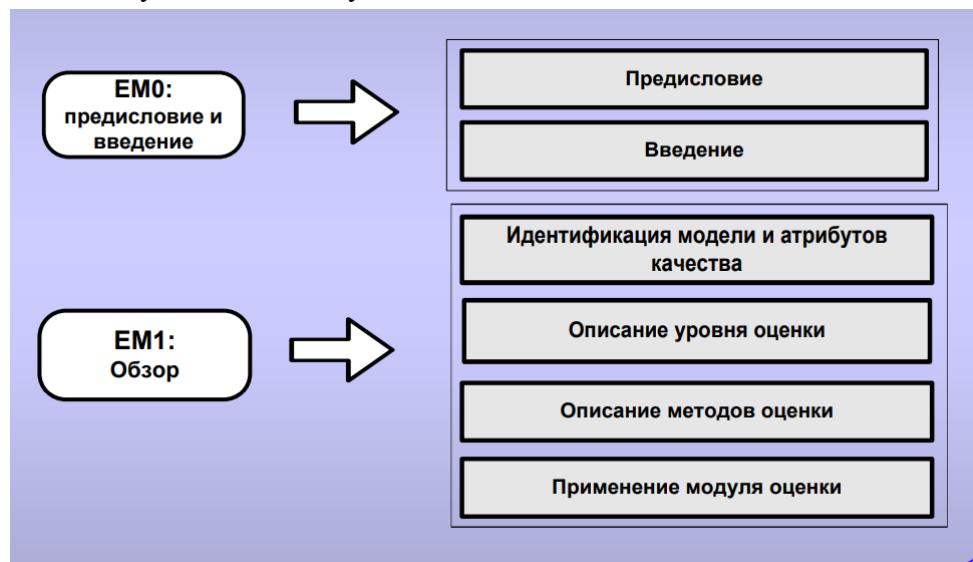
#### **Необязательное приложение EMA: EMA: Ресурсы и детальные инструкции:**

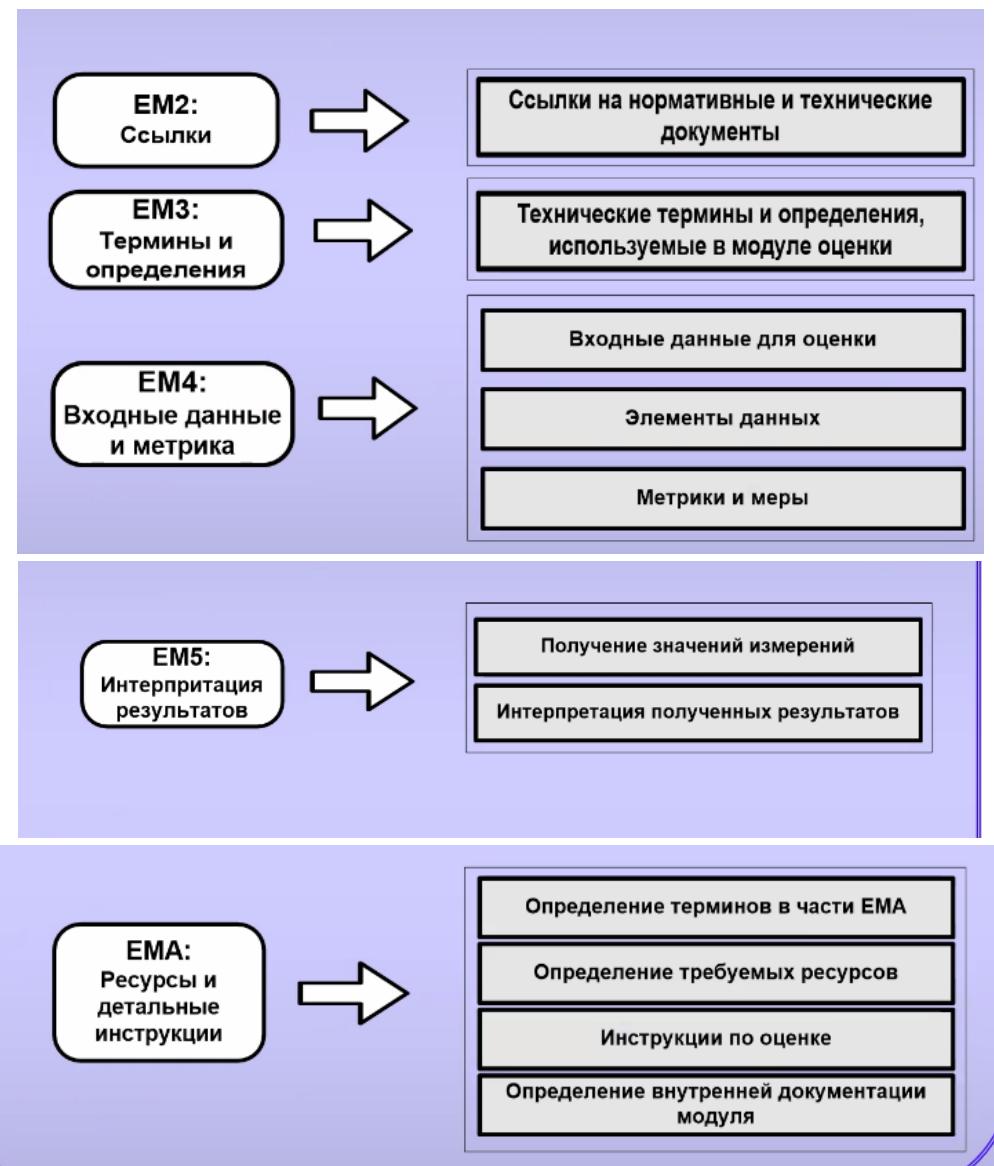
Определение терминов в части EMA

Определение требуемых ресурсов

Инструкции по оценке

Определение внутренней документации модуля





### Основные контексты, связанные с качеством в ЖЦ программных средств

#### Стандарт ISO/IEC 12207. Процессы ЖЦ программных средств

##### Назначение:

устанавливает общую структуру процессов жизненного цикла программных средств;  
используется при приобретении систем, программных продуктов и услуг, при их поставке, разработке, применении по назначению, сопровождении и прекращении применения программных продуктов;  
используется при двусторонних отношениях;  
может использоваться одной из сторон через самостоятельно выбираемую совокупность процессов

##### Ограничения:

не детализирует процессы жизненного цикла;  
не устанавливает требований к документации;  
не устанавливает конкретной модели жизненного цикла системы или программных средств;  
не должен противоречить политикам, процедурам и нормам применяющей его организации, национальным законам и регулирующим документам

##### Основные термины и определения ISO/IEC 12207:

аудит  
валидация  
верификация

версия  
 заказчик  
 квалификационное тестирование  
 квалификационные требования  
 модель жизненного цикла  
 обеспечение (гарантия) качества  
 оценивание  
 поставщик  
 правообладатель  
 приобретающая сторона  
 программный блок (программный модуль)  
 программная составная часть  
 программный продукт  
 продукт (система и программный продукт)  
 проект  
 процесс  
 разработчик  
 система  
 системный элемент  
 тестируемость  
 тестовое покрытие  
 элемент конфигурации

### Процесс жизненного цикла программной продукции



Процессы жизненного цикла программных средств



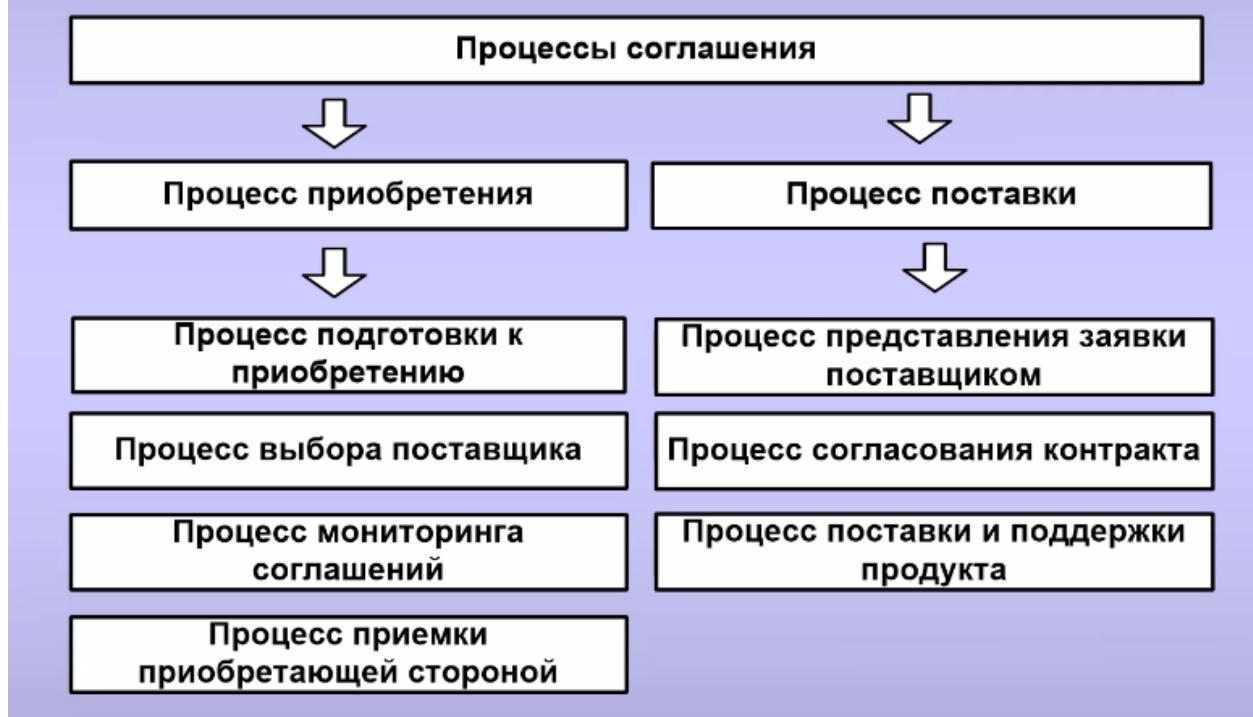
2

## ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207

### Процессы в контексте системы

## ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207

### Процессы в контексте системы



## Процессы организационного обеспечения проекта



Процесс менеджмента модели жизненного цикла

Процесс менеджмента инфраструктуры

Процесс менеджмента портфеля проекта

Процесс менеджмента людских ресурсов

Процесс менеджмента качества

## Процессы проекта



Процесс планирования проекта

Процесс управления и оценки проекта

Процесс менеджмента решений

Процесс менеджмента рисков

Процесс менеджмента конфигурации

Процесс менеджмента информации

Процесс измерений

## Технические процессы



Определение требований правообладателей

Анализ системных требований

Проектирование архитектуры системы

Процесс реализации системы



Процесс реализации аппаратных средств и вычислительной техники

Процесс реализации системного программного обеспечения

Процессы реализации программных средств

Процесс реализации других элементов системы

## Технические процессы



Определение требований правообладателей

Анализ системных требований

Проектирование архитектуры системы

Процесс реализации системы

Процесс комплексирования системы

Процесс квалификационного тестирования системы

Процесс инсталляции программных средств

Процесс поддержки приемки программных средств

Процесс функционирования программных средств

Процесс сопровождения программных средств

Процесс прекращения применения программных средств

## Процессы реализации программных средств



Процесс анализа требований к программным средствам

Процесс проектирования архитектуры программных средств

Процесс детального проектирования программных средств

Процесс конструирования программных средств

Процесс комплексирования программных средств

Процесс квалификационного тестирования программных средств

Графическая интерпретация процесса создания программного продукта

## Графическая интерпретация процесса создания программного продукта



Оценка качества системы/программного продукта в процессе разработки



## Процессы поддержки программных средств



Процесс менеджмента документации программных средств

Процесс менеджмента конфигурации программных средств

Процесс обеспечения гарантии качества программных средств

Процесс верификации программных средств

Процесс валидации программных средств

Процесс ревизии программных средств

Процесс аудита программных средств

Процесс решения проблем программных средств

Процесс обеспечения качества в ЖЦ разработки программного продукта



## Лекция 6

### Особенности количественной оценки качества продукции на основе комплексного метода квалиметрии

#### Содержание

Методология оценки качества программного обеспечения, основанная на комплексном методе квалиметрии

Основные принципы квалиметрии, предложенные Г.Г. Азгальдовым

Алгоритм комплексной оценки качества

Классификационные признаки процесса оценки качества

Методы определения комплексных показателей качества

#### Особенности количественной оценки качества продукции на основе комплексного метода квалиметрии

**Азгальдов все методы квалиметрии подразделяет на 2 группы:**

Дифференциальные – применяются при оценке основных свойств качества. Частный случай комплексного

Комплексные – применяются в большинстве случаев

**Основные принципы комплексного метода квалиметрии предложенные Г.Г. Азгальдовым:**

В квалиметрии качество рассматривается как некоторая иерархическая совокупность свойств

Для удобства можно принять, что качество рассматривается на самом верхнем нулевом уровне иерархической совокупности свойств. А составляющие его менее обобщенные свойства на более низком - первом уровне иерархии свойств. Каждое из этих свойств может состоять из некоторого числа еще менее общих свойств, лежащих на втором уровне рассмотрения, а в некоторых случаях и на низших уровнях. Последние также могут быть разложены на менее общие свойства следующего сверху вниз уровня и т.д. Возникает иерархическое дерево свойств, число уровня рассмотрения которого может неограниченно возрастать. Струя иерархическую

структуре свойств, желательно опуститься до такого низкого уровня рассмотрения, на котором находятся не разлагаемые на составляющие простые свойства. Простые свойства являются такими только в данный момент времени при данном уровне знаний. При развитии простые свойства могут разлагаться и становиться сложными.

Качество – верхний уровень иерархии свойств

Составляющие качества – нижние иерархические свойства

Н. П. Бусленко: «При формальном подходе к сложным системам элементом считается объект, не подлежащий дальнейшему расчленению на части (при данном рассмотрении системы). Внутренняя структура элемента не является предметом изучения. Существенны только такие свойства, которые определяют его взаимодействие с другими элементами системы или влияют на свойства системы в целом».

Простые свойства качества играют роль элементов большой системы

Простые свойства могут подвергаться различным физическим измерениям

Метрология – наука, разрабатывающая правила и методы таких измерений

**Первый принцип квалиметрии:**

**Свойства  $i$ -го уровня определяются соответствующими свойствами  $(i+1)$ -го уровня ( $i = 0, 1, 2, \dots, m$ )**

Простые свойства качества играют роль элементов большой системы

Простые свойства могут подвергаться различным физическим измерениям

Метрология – наука, разрабатывающая правила и методы таких измерений

**Первый принцип квалиметрии:**

**Свойство  $i$ -го уровня определяется  
соответствующими свойствами  $(i+1)$ -го уровня ( $i=0, 1, 2, \dots, m$ )**

Отдельные свойства, могут получать численные характеристики  $P_{ij}$

$P_{ij}$  – абсолютные показатели этих свойств ( $j$  – число свойств, лежащих на  $i$ -ом уровне;  $j = 1, 2, \dots, n$ )

Абсолютные показатели не дают возможность определить уровень

Оценка или уровень, дает наиболее законченную и важную информацию о свойстве вообще и качестве – в частности

Конечным результатом квалиметрических расчетов является не абсолютный показатель  $P_{ij}$ , а относительный – оценка  $K_{ij}$

**Оценка  $K_{ij} = f(P_{ij}; P_{ij}^{\text{баз}})$ ,**

$$K_{ij} = f\left(\frac{P_{ij}}{P_{ij}^{\text{баз}}}\right)$$

Таким образом в квалиметрии могут производиться действия двух видов: абсолютные измерения свойств (нахождения абсолютного показателя  $P_{ij}$ ) и относительные измерения (оценка) – определение относительного показателя

Если величина  $P_{ij}$  является постоянной характеристикой, присущая каждому свойству, то  $K_{ij}$  зависит не только от самого свойства, но и от выбранной для сравнения базы (эталона)

При постоянном значении  $P_{ij}$  могут быть разные значения  $P_{ij}$  с индексом баз. Это означает, что оценка для любого  $K_{ij}$  зависит от выбранного базового показателя  $P_{ij}$  баз, иначе говоря, вне выбранного эталона нельзя говорить об оценки качества

#### Второй принцип квалиметрии:

**Измерение отдельных свойства или самого качества в целом в конечном итоге должно завершаться вычислением относительного показателя (оценки) качества К**

#### Следствие второго принципа квалиметрии:

Неправильно оценивать качество какого-то объекта, предварительно не уточнив, какие к нему предъявляются требования

Всякая оценка качества какого-либо объекта зависит от того, для какой оценки и для каких условий применения делается эта оценка

Один и тот же объект может иметь несколько различных оценок качества

#### Третий принцип квалиметрии:

**Оценка (относительный показатель, уровень) качества К определяется в квалиметрии с точки зрения не индивидуальной потребности какого-то человека, а с точки зрения общественной потребности, в роли которой часто фигурирует средняя потребность большинства членов общества**

Каждое из простых свойств качества имеет свою специфическую шкалу измерения величины  $P_{mj}$  и соответствующую размерность, где  $m$  – нижний уровень свойств качества

Величины абсолютных показателей простых свойств  $P_{mj}$  не зависят от времени измерения

Измерение абсолютных показателей простых свойств характеризуется двумя особенностями:

Каждое простое свойство имеет свою, отличающуюся от других свойств, размерность

Значение абсолютного показателя простого свойства  $P_{mj}$  не зависит от времени измерения, если не считать различий в точности измерений

Свойства любого уровня – от нулевого до  $(m-1)$ -го – в конечном счете определяются свойствами  $m$ -го уровня

Показатели любого свойства зависят от абсолютных показателей простых свойств  $P_{mj}$

Чтобы вычислить показатель качества надо свести воедино показатели простых свойств  $P_{mj}$ . Но такое сведение невозможно, потому что они имеют разную размерность

Поэтому, чтобы от абсолютных показателей свойств  $m$ -го уровня  $P_{mj}$  перейти к показателям всех остальных свойств, вплоть до нулевого уровня, необходимо перевести все простые свойства из шкал разной размерности в шкалу, имеющую единую размерность, в частном случае – в безразмерную шкалу

Эта операция носит название – **нормализация**

Пример приведения абсолютных показателей простых свойств  $P_{mj}$  к одному общему показателю, без операции трансформации шкал

В этом случае математическая модель абсолютного показателя обобщенного свойства  $P(m-1)j$  абсолютные показатели простых свойств  $P_{mj}$  входят в виде слагаемых со множителями показателей степеней

Измерение характеристики степени совершенства измерительных устройств с использованием комплексного показателя – энергетический порог чувствительности ( $C$ ):

$$C = \gamma^2 P t, \text{ где}$$

$\gamma$  – погрешность измерительного устройства

$P$  – потребляемая мощность

$t$  – время установления результата измерения

#### Четвертый принцип квалиметрии:

Различные шкалы измерения абсолютных показателей свойств качества  $P_{ij}$  обязательно должны быть трансформированы в одну общую шкалу

#### Пятый принцип квалиметрии:

**Каждое свойство качества определяется двумя числовыми параметрами – относительным показателем К и весомостью w ( $\omega$ )**

Примечание:

В некоторых методиках оценки качества весомость вообще не учитывается, и это можно рассматривать как частный случай, характеризующимся выражением  $\omega_{ij} = \text{const}$

Весомость всех свойств, находящихся на одном и том же  $i$ -ом уровне рассмотрения, подчиняется зависимости

Весомость всех свойств, находящихся на одном и том же  $i$ -ом уровне рассмотрения, подчиняется зависимости

$$\sum_{j=1}^n \omega_{ij} = 1, \text{ где } n \text{ — число свойств качества на } i\text{-ом уровне.}$$

Весомость любого свойства заключена в интервале  
 $0 \leq \omega_{ij} \leq 1.$

В некоторых других методиках весомость принимает значение больше единицы.

Например:

$$\sum_{j=1}^n \omega_{ij} = 10 \quad \sum_{j=1}^n \omega_{ij} = 100 \quad \sum_{j=1}^n \omega_{ij} = 18$$

Весомости свойств, находящихся на одном уровне, связаны друг с другом так, что сумма весомостей всегда остается постоянным, заранее заданным числом

Увеличение весомости одного свойства может происходить лишь за счет уменьшения весомости каких-то других свойств этого же уровня рассмотрения

**Шестой принцип квалиметрии:**

**Сумма весомостей свойств одного уровня есть величина постоянная:**

$$\sum_{j=1}^n \omega_{ij} = \text{const}$$

**Для всех свойств на одном и том же уровне рассмотрения должен быть единый принцип построения шкалы весомостей  $\omega_{ij}$**

**Седьмой принцип квалиметрии:**

**Весомость и оценка свойств  $i$ -го уровня определяются требованиями со стороны связанного с ними свойства  $(i-1)$ -го уровня**

**Изложенные принципы можно рассматривать как принципиальную основу количественной оценки качества**

#### **Алгоритм комплексной оценки качества продукции**

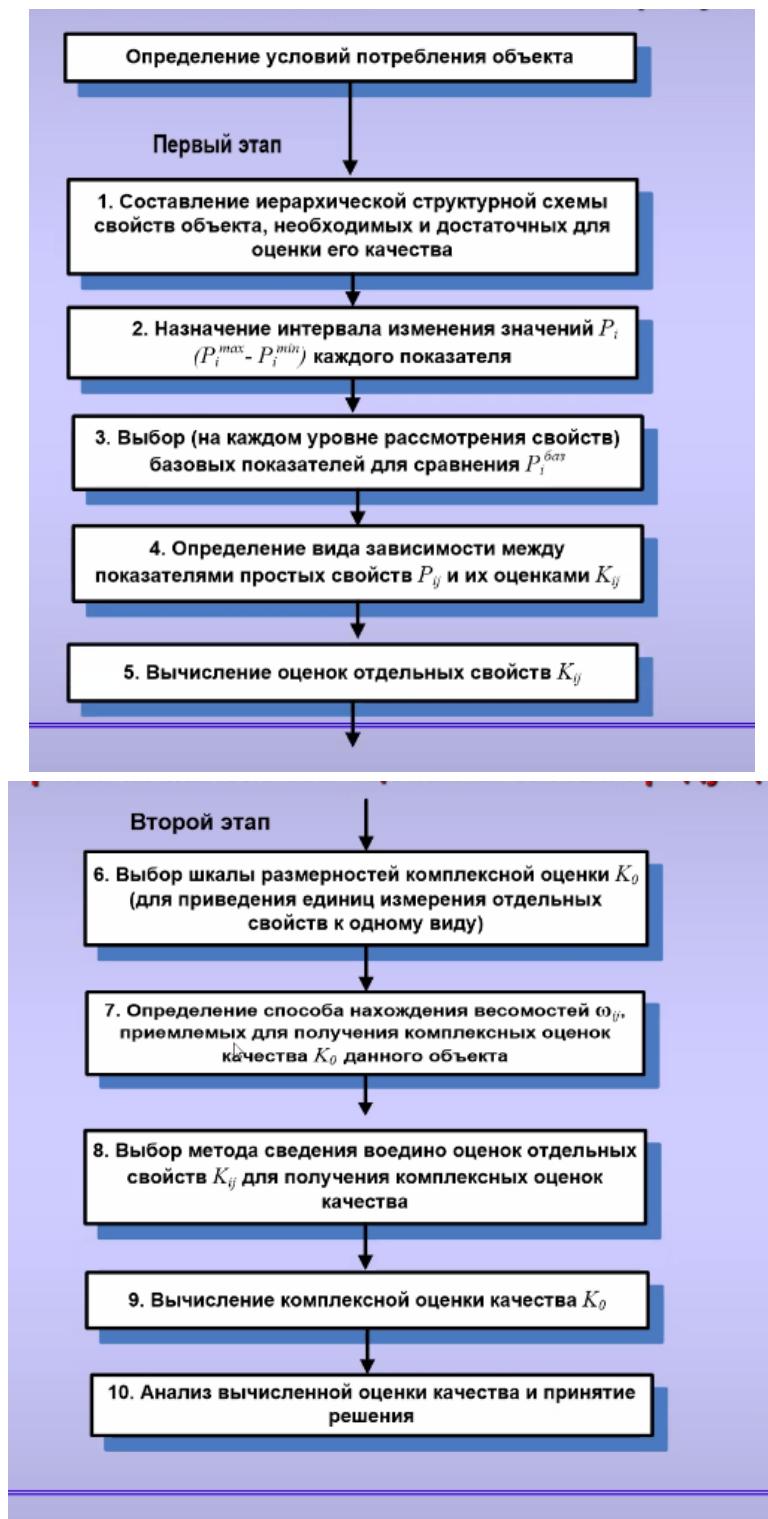
Комплексную оценку качества можно рассматривать как двухэтапный процесс:

Первый – оценка простых свойств

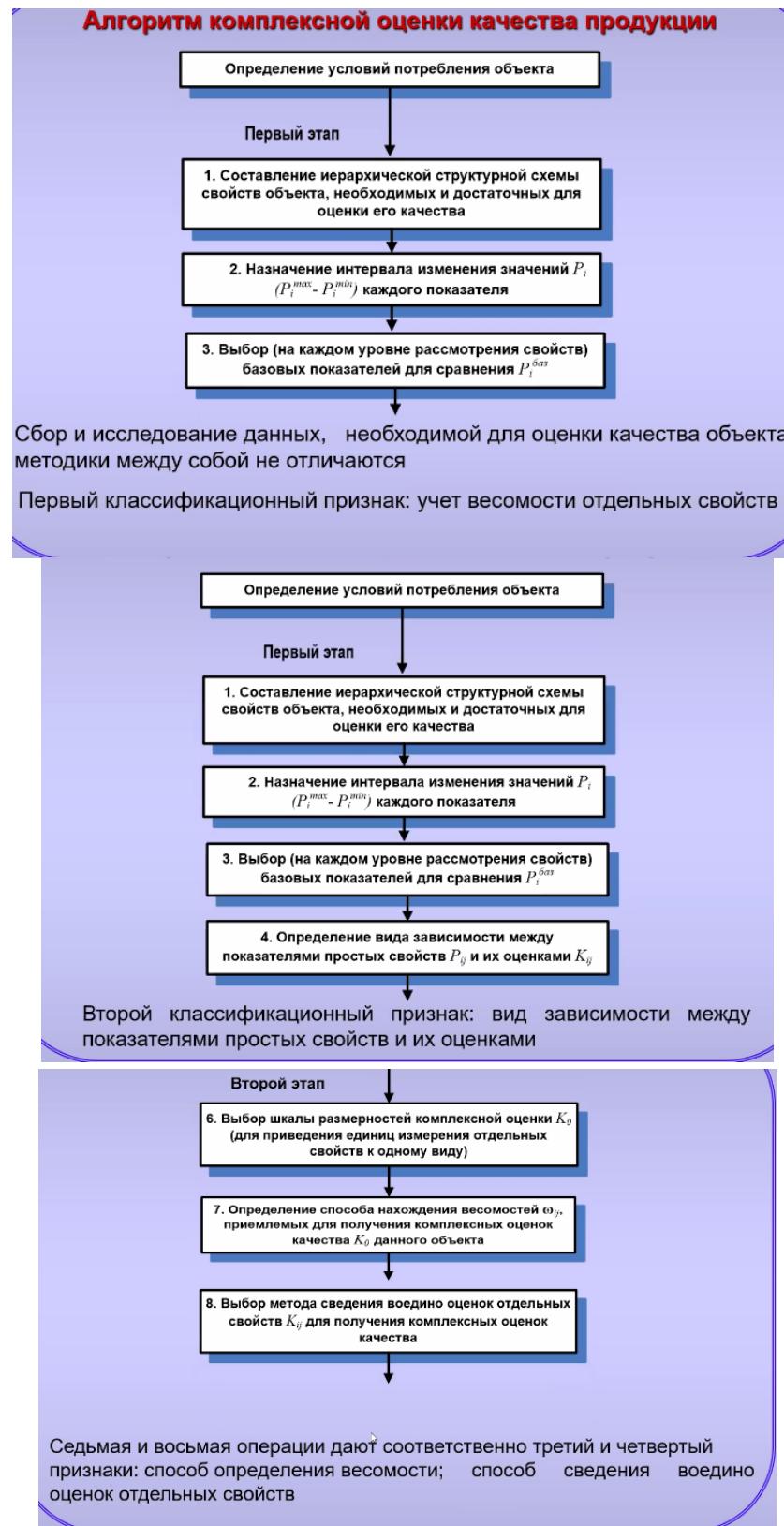
Второй – оценка сложных свойств

При выполнении каждого этапа нужно произвести ряд операций, который перечислены в алгоритме комплексной оценки качества любого объекта (предмета или процесса).

Анализ этих операций и должен помочь ответить на вопрос: какие главные признаки целесообразно положить основу классификационных признаков процесса оценки качества?



Классификационные признаки:



### Классификационные признаки процесса оценки качества:

Учет весомости отдельных свойств

Вид зависимости между показателями простых свойств и их оценками

Способ определения весомости

Способ сведения воедино оценок отдельных свойств

### Методы определения комплексных показателей качества

По способу учета весомостей отдельных свойств на способы

не учитывающие весомость;  
учитывающие весомость.

**По виду зависимости между показателями  $R_{ij}$  и их оценками  $K_{ij}$  на способы:**

использующие линейную зависимость (линейная);  
использующие нелинейную зависимость (нелинейная);  
в которых вид зависимости в явном виде не определяется (неявная), т. е. зависимости, определяемые экспертным путем или основанные на экономической эффективности использования продукции.

**По способу определения весомостей отдельных свойств, базирующийся:**

на стоимостном принципе определения весомостей;  
на эвристическом (экспертном);  
на вероятностных оценках и статистическом подходе;  
на комбинированном принципе определения весомости (смешанные методы).

**По способу сведения воедино оценок отдельных свойств, основанные на использовании, например:**

средней геометрической величины;  
средней арифметической величины;  
средней гармонической величины;  
принципов теории распознавания образов.

## Лекция 7

### Разработка требований и моделей оценки качества системы/программный продукт

#### Содержание

Принципы формирования требований, в том числе к качеству системы и программного продукта

Принципы разработки моделей требований и оценки качества ПП

Основа разработки требований к качеству ПП - модель качества по ISO/IEC 25010

Функциональная модель разработки требований к ПП

Классификация структур моделей требований к качеству ПП

Процесс создания структуры модели требований к качеству программного продукта

Принципы разработки модели оценки качества ПП

Особенности формирования требований к безопасности и качеству ПП

#### Процесс обеспечения качества в ЖЦ разработки ПП

Сейчас находимся на «Разработка требований»

## Процесс обеспечения качества в жизненном цикле разработки программного продукта



3

### Стандарты в области разработки требований к качеству программной продукции

**ISO/IEC 25030:2019.** Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Структура требований к качеству

**ISO/IEC 26551:2016.** Разработка программного обеспечения и проектирование систем. Средства и методы для разработки требований к линейке продуктов

**ГОСТ Р ИСО/МЭК 25051-2017.** Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения. Требования к качеству готового к использованию программного продукта и инструкции по тестированию

**ISO/IEC/IEEE 29148:2018.** Программная и системная инженерия. Процессы жизненного цикла. Разработка требований

**ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000.** Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование

**ГОСТ 34.602-2020.** Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы

### Требования к компьютерным системам включают:

1) требования к целевым компонентам системам – требования, определяющие необходимые целевые и нецелевые функции системы, а также требования к характеристикам и показателям, обеспечивающие качество выполнения этих функций;

2) требования к нецелевым компонентам системы (системные требования) – требования, определяющие перечень и характеристики системной среды функционирования целевых компонентов системы ????????

### Основа разработки требований к программной продукции (ПП):

Международные стандарты

Национальные стандарты

Стандарты организаций

Своды правил;

Документы содержащие требования к программному продукту (ПП);

На основе нормативно-технических документов может быть сформирован профиль требований к создаваемому ПП. Требования устанавливаются в спецификации требований. В самом общем случае **качество может быть определено как степень соответствия ПП этим требованиям.**

### **Требования к качеству системы/программный продукт**

Требования к качеству позволяют исследовать программный продукт в направлении обобщенных характеристик, подхарактеристик и атрибутов в соответствии с стандартизованными моделями качества система/программный продукт

На основе стандартизованной модели качества может строится модель требований к качеству и соответствующая ей модель оценки качества

### **Требования к качеству ПП разрабатываются на основе:**

Целевых потребностей заказчиков ПП

Подразумеваемых потребностях пользователей

Существующих лучших аналогов ПП (лучшие практики)

Стандартизированного профиля требований

### **Требования к качеству ПП**

**Требования к качеству программного продукта** – взаимосвязанный набор требований к ПП, позволяющий определить его качество или его уровень качества в соответствии со стандартизированной моделью качества система/программный продукт.

Требования могут устанавливаться в виде формулировок требований и требований к значениям свойств ПП. Требования к качеству – относительные значения показателей свойств (функциональная зависимость оцениваемого и нормативного значения, которые могут быть представлены в виде допустимых уровней качества или допустимых уровней в соответствии с требованиями)

Требования должны разрабатываться в терминах характеристик качества (в рамках структур моделей требований к качеству система/программный продукт)

### **Это позволит:**

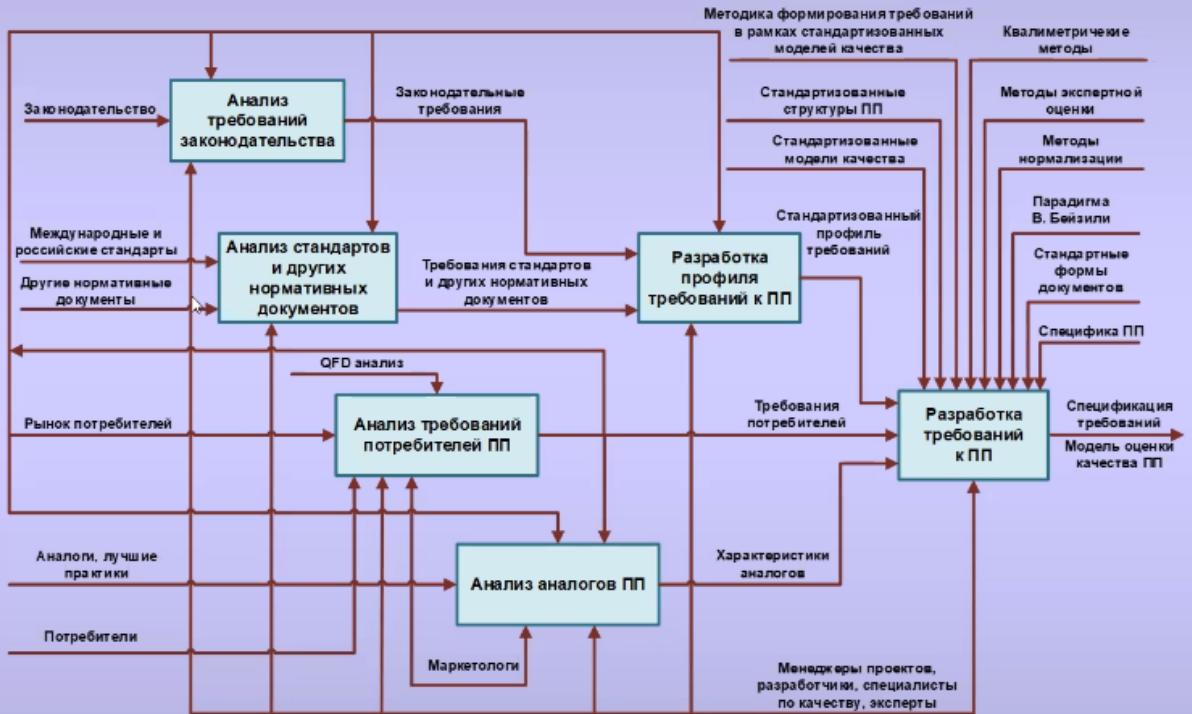
Обеспечить исчерпывающую классификацию требований;

Существенно снизить фактор недостаточности или избыточности требований;

Обеспечить локализацию общих требований относительно требований к характеристикам качества

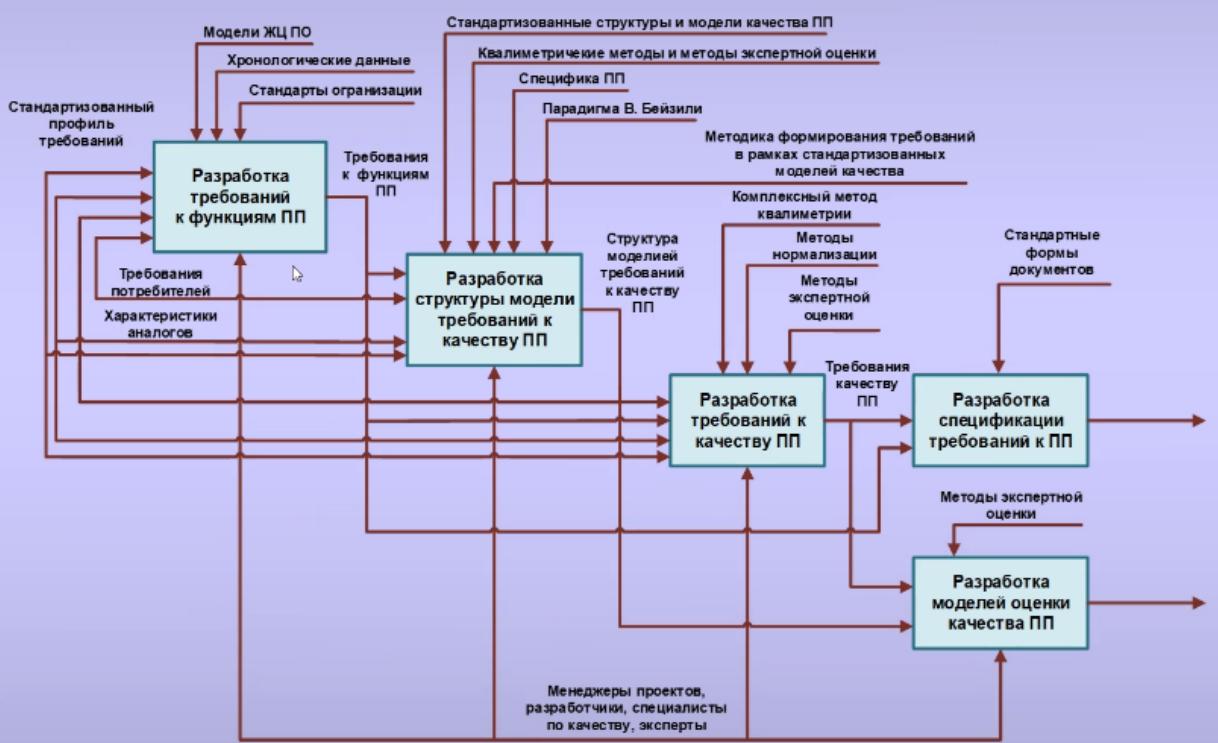
### **Процесс разработки стандартизированного профиля требования и требований к программной продукции**

## Процесс разработки стандартизованного профиля требований и требований к программной продукции



Процесс разработки требований к программной продукции (раскрытие последнего блока на схеме сверху)

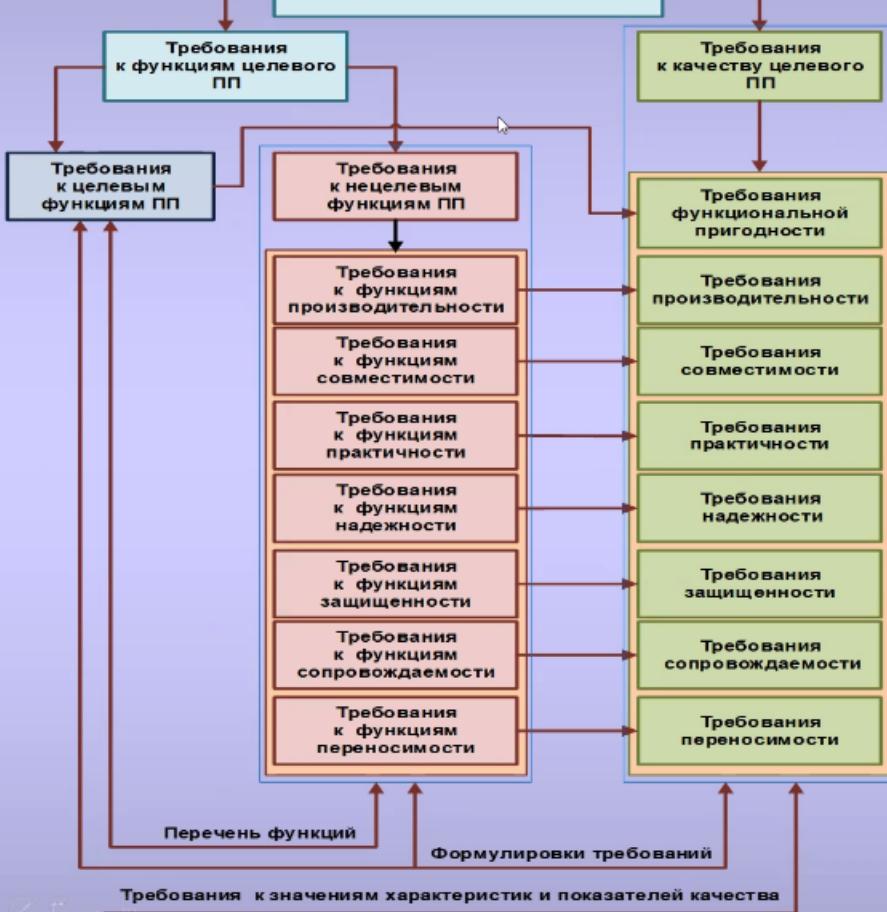
## Процесс разработки требований к программной продукции



Структура требований к целевому программному продукту

Вы просматриваете экран Поляков Сергей Дмитриевич / Настройки просмотра

## Структура требований к целевому программному продукту



10

Предполагается что спецификация функции целевого программного продукта будет включать две компоненты: перечень целевых функций системы и перечень нецелевых функций, включающие нормативные формулировки требований, распределенные в рамках характеристик качества, сформированной модели качества ПП, а сама модель требований к качеству будет содержать установленные нормативные числовые значения показателей достижимого качества ПП

Требования к качеству должны стать неотъемлемой составной частью спецификации требований ПП

### Требования к качеству программной продукции

#### Требования к свойствам качества ПП:

Установленные формулировки требований к свойствам качества

Установленные количественные значения единичных и/или обобщенных показателей свойств качества

#### Требования к качеству ПП:

Установленные нормативные количественные значения метрических показателей качества

Установленные нормативные количественные значения комплексных показателей качества

### Особенности разработки структур моделей требований к качеству

**Модель требований к качеству программного продукта** – иерархическая совокупность компонентов требований и их нормативных значений, установленных спецификацией требований, разработанная на основе стандартизованных моделей качества (ИСО МЭК 25010) и учитывающая специфику создаваемого программного продукта

#### При разработке требований можно выделить:

модель требований к качеству системы/программный продукт в использовании;

модель требований к качеству программного продукта, которая может быть представлена:

- моделью требований к внутреннему качеству программного продукта;
- моделью требований к внешнему качеству программного продукта.

**Можно выделить, также:**

общую (стандартизованную) модель требований к качеству программного продукта;  
модель требований к качеству с учетом специфики создаваемого программного продукта.

**Можно предложить два различных принципа при формировании общих структур моделей качества программного продукта:**

от атрибутов качества программного продукта;

от элементов программного продукта.

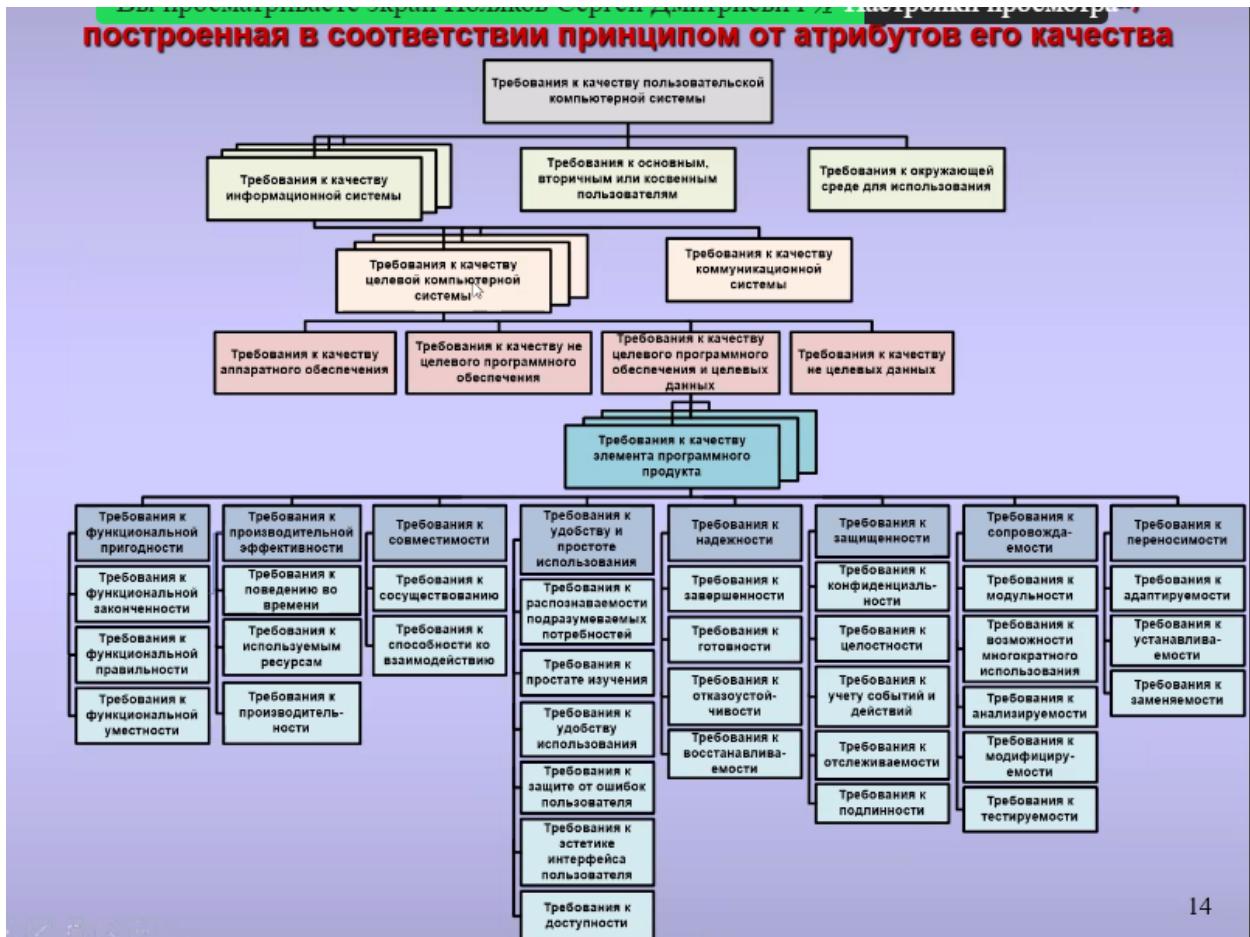
### Структура модели требований качества в использовании



13

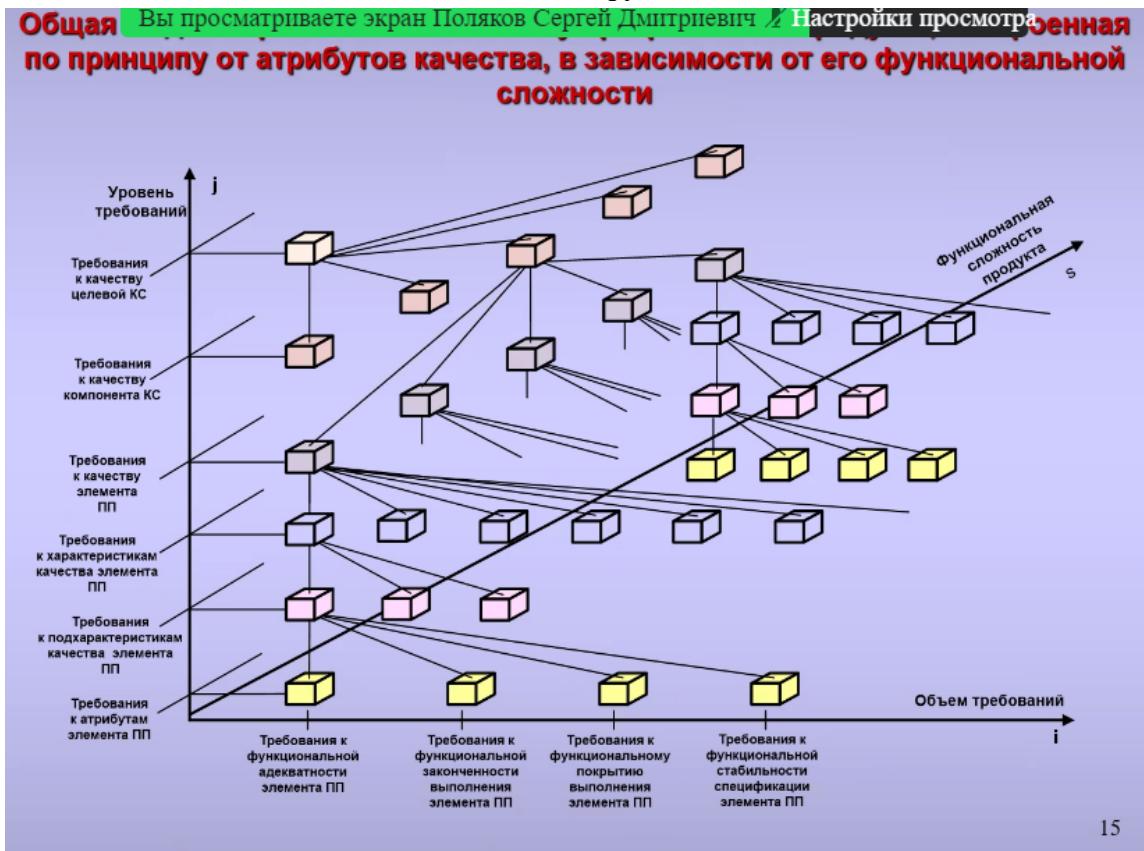
**Общая модель требований к качеству программного продукта, построенная в соответствии принципом от атрибутов его качества**

## Общая модель требований к качеству программного продукта, построенная в соответствии принципом от атрибутов его качества



Общая модель требований к качеству программного продукта, построенная по принципу от атрибутов качества, в зависимости от его функциональной сложности

## Общая модель требований к качеству программного продукта, построенная по принципу от атрибутов качества, в зависимости от его функциональной сложности



Модель требования к качеству ПП построенную от атрибутов его качества целесообразно применять при последовательной поэлементной разработки ПП

### Принципы индексации компонентов требований программного продукта в модели, построенной на основе принципа от атрибутов качества

Обозначим через  $N^s = \{N_0^s, N_1^s, \dots, N_n^s\}$  – совокупность компонентов требований ПП со сквозной нумерацией слева направо по уровням иерархии в рамках требований к элементу s программного продукта в модели требований

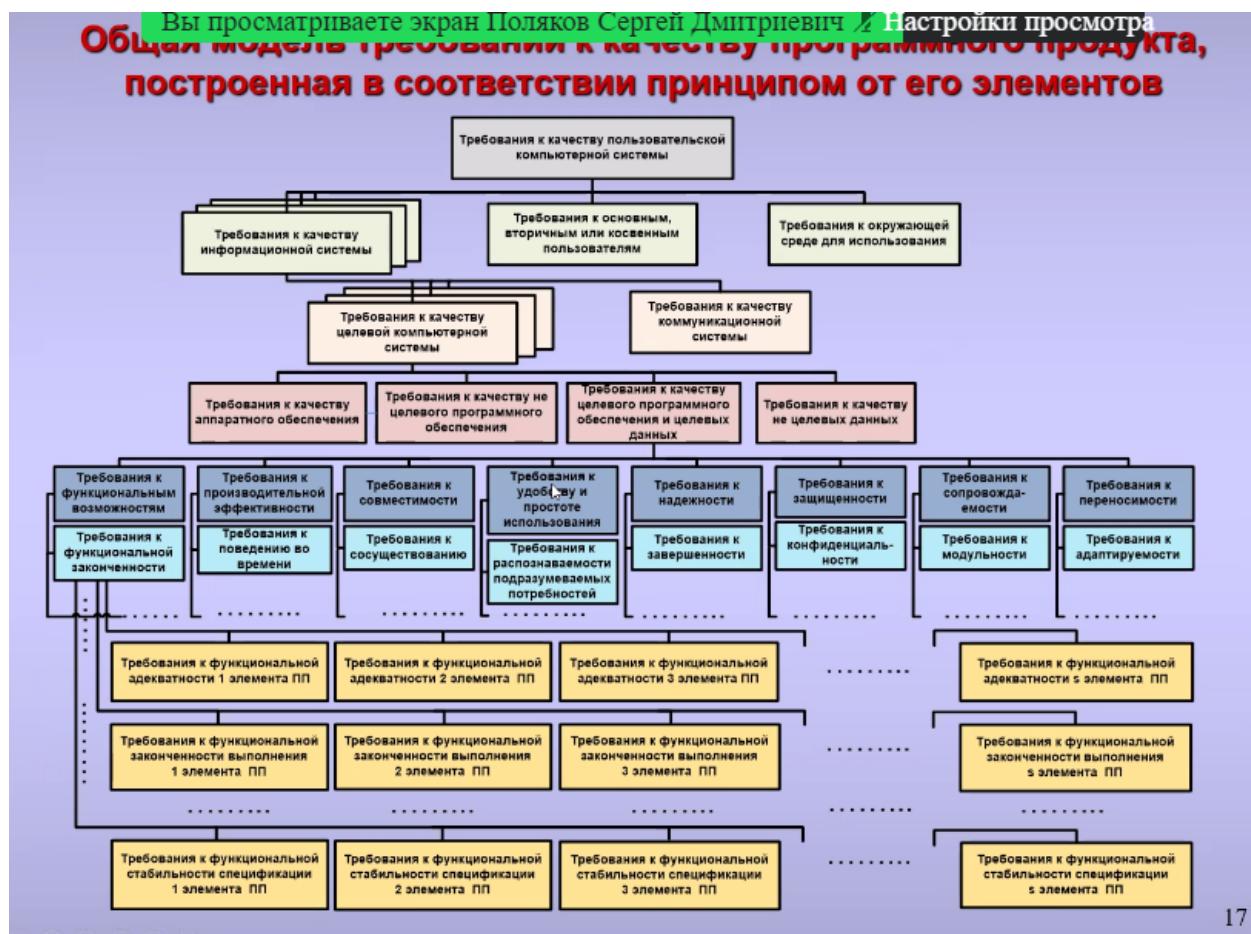
Каждый компонент  $N_i^{ks}$  характеризуется своим номером i в рамках требований к элементу s программного продукта в модели требований, где  $i=0, 1, \dots, n$ , а n – общее число компонентов требований, относящихся к элементу s программного продукта. Верхний индекс k определяет номер родственного компонента требований  $N_j^s$ , расположенного на предыдущем уровне иерархии.

Обозначим через  $N = \{N_0^1, N_0^2, \dots, N_0^t\}$  – совокупность требований к качеству программного продукта.

Каждый компонент требований  $N_0^s$  характеризуется своим номером  $s=1, 2, \dots, t$ , где t – общее число элементов программного продукта компьютерной системы

(верхний индекс – зависимость от верхнего элемента показывает)

### Общая модель требований к качеству программного продукта, построенная в соответствии принципом от его элементов

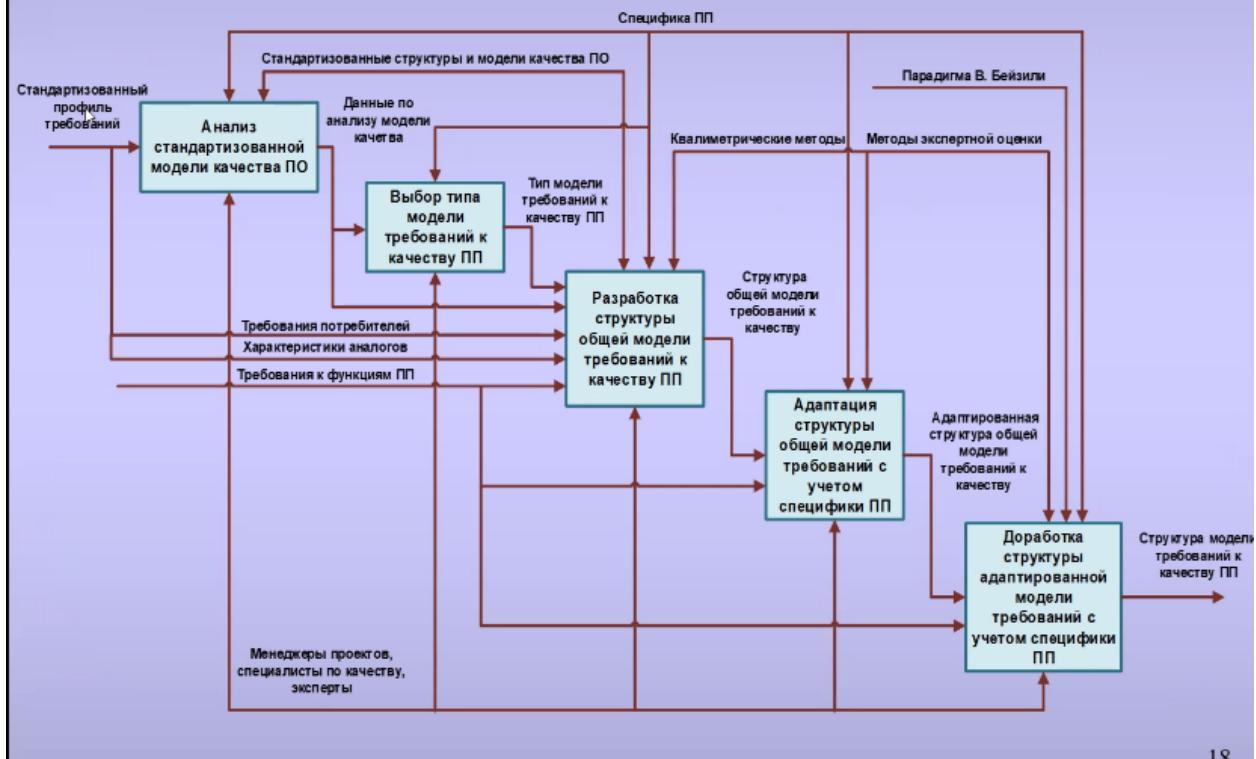


17

Модель требований к качеству ПП, построенная от его элементов, целесообразно применять при одновременной параллельной во времени разработки элементов ПП

### Процесс разработки структуры модели требований к качеству программного продукта

## Процесс разработки структуры модели требований к качеству программного продукта



18

На первом этапе осуществляется анализ требований к ПП, на основе результатов этого анализа и специфики ПП определяется тип создаваемой модели качества. Адаптируемая структура модели требований к качеству строится на основе общей модели качества путем исключения компонентов из этой модели требований, не являющихся необходимыми для конкретного программного продукта.

Исключение компонентов требований может быть осуществлено на основе использования известных методов экспертной оценки. А экспертная оценка получает весовые коэффициенты. Компоненты требований после применения соответствующих методов, имеющие весовые коэффициенты предельно малых значений (омега мало стремится к нулю), исключаются из модели требований. Адаптированные структуры модели требований к качеству является основой для доработки структуры модели требований, обеспечивающей еще более полный учет специфики ПП путем включения/добавления специфических компонентов в модель требований. Доработанная модель требований дополнительно взвешивается на основе применения тех же методов экспертной оценки

### Разработка модели оценки качества ПП

**Модель оценки качества программного продукта** – иерархическая совокупность компонентов оценки программного продукта, построенная на основе модели требований к программному продукту, учитывающая степень оценочного покрытия требований в процессе оценки программного продукта

**В процессе разработки модели оценки качества ПП могут участвовать:**

Специалисты по качеству

Менеджеры проекта

Независимые эксперты

Компоненты требований  $N_i$  отображаются в компоненты оценки  $P_i$ , а совокупности  $N_1, N_2, \dots, N_n$  в  $P_1, P_2, \dots, P_n$ .

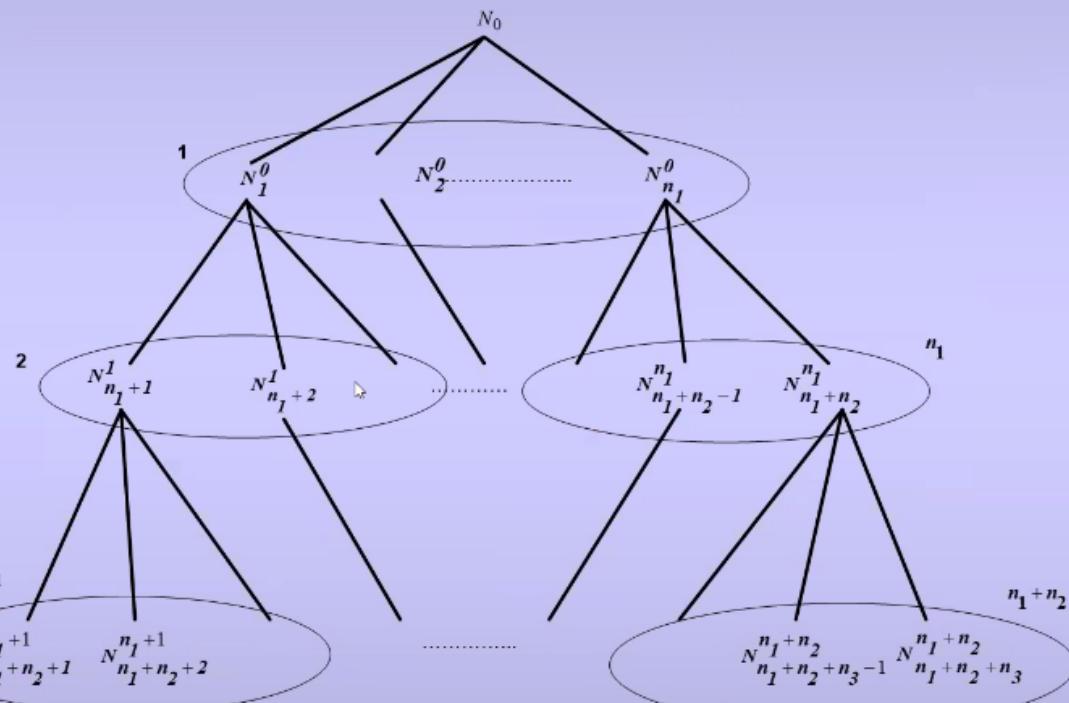
Индексация компонентов моделей оценки осуществляется аналогично индексации моделей требований ПП

В случае недостаточности ресурсов для проведения полноценного оценивания программного продукта в соответствии с моделью требований модель оценки может быть упрощено путем исключения менее значимых компонент из модели оценки

Компоненты оценки ПП после применения соответствующих методов экспертной оценки, имеющие весовые коэффициенты предельно малых значений (омега стремится к 0) исключаются из модели оценки, тем самым формируя необходимое оценочное покрытие

#### Последовательность взвешивания совокупности компонентов иерархической модели требований

### Последовательность взвешивания совокупности компонентов иерархической модели требований



С целью оптимизации, применение процедур взвешивания совокупностей  $N_1, N_2, \dots, N_n$  и  $P_1, P_2, \dots, P_n$  осуществляется последовательно, начиная с верхних иерархических уровней моделей требований и моделей оценки

#### Подходы к разграничению требований к программной продукции

**Классификация требований к программной продукции в соответствии с международным стандартом ISO/IEC 12207:**

- функциональные возможности;
- требования к качеству;
- спецификации защищенности;
- требования к внешним интерфейсам;
- спецификации безопасности;
- эргономические спецификации;
- требования к определению данных и базе данных;
- требования к установке и приемке поставленного ПП;
- требования к документации пользователя;
- требования к работе пользователя и ее выполнению;
- требования к поддержке пользователя.

#### Особенности формирования требований к безопасности и качеству

**Продукция может попадать под действия технических регламентов, в которых установлены требования в целях:**

- защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;

охраны окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений;  
предупреждения действий вводящих в заблуждение потребителей;  
энергетической эффективности.

**Особенности формирования требований к безопасности и качеству программной продукции**

**Программная продукция должна соответствовать требованиям безопасности и защищенности в составе номенклатуры объектов, в том числе:**

товары (работы, услуги), а также средства, обеспечивающие безопасность жизни и здоровья потребителя;  
производственные объекты;  
пожарно-техническая продукция;  
оборудование, изделия и технологии для ядерных установок, радиационных источников или пунктов хранения;  
космическая техника;  
космическая техника военного назначения;  
информационные системы, базы и банки данных для информационного обслуживания граждан и организаций;  
информационные системы органов государственной власти, субъектов РФ, других государственных организаций;

**Программная продукция должна соответствовать требованиям безопасности и защищенности в составе номенклатуры объектов, в том числе:**

энергопотребляющая продукция любого назначения;  
объекты, продукция транспорта и дорожного движения;  
подвижной состав;  
технические устройства, применяемые на опасном производственном объекте;  
геодезическая, картографическая и топографическая продукция;  
радиотехническое, светотехническое, метеорологическое оборудование, устанавливаемое на гражданских аэродромах, аэродромах совместного базирования гражданских воздушных судов и аэродромах совместного использования, а также объекты единой системы организации воздушного движения.

**Федеральные органы власти, обеспечивающие контроль безопасности продукции:**

Федеральное агентство по техническому регулированию

Федеральные органы исполнительной власти Российской Федерации в соответствии с действующим Законом «О государственной тайне»

Федеральная служба по безопасности Российской Федерации

Федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный в области противодействия техническим разведкам и технической защиты информации на соответствие требованиям к государственным информационным системам в соответствии Федеральным законом РФ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»

Федеральная служба по техническому и экспортному контролю

При разработке требований к безопасности программной продукции в качестве **основных характеристик безопасности** могут быть использованы атрибуты:

Защищенности

Надежности;

Снижения рисков

Защищенность и надежность – атрибуты в модели внутреннего и внешнего качества система/ программный продукт

Характеристика безопасности – атрибут модели качества в использовании компьютерных систем, включающий программный продукт

**Графическая интерпретация требований к безопасности и качеству программной продукции**

## Графическая интерпретация требований к безопасности и качеству программной продукции



### Особенности разработки требований к качеству документации программной продукции

Модели качества в соответствии с ИСО/МЭК 25010 в явном виде не содержат характеристик программной документации и документации пользователя.

При формировании моделей требований эти характеристики могут быть добавлены в стандартизованную модель в рамках характеристики удобства и простоты использования ПП.

#### Стандарты в области разработки требований к качеству документации программной продукции

**ГОСТ Р ИСО/МЭК 25051-2017.** Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения. Требования к качеству готового к использованию программного продукта и инструкции по тестированию

**ISO/IEC/IEEE 26511:2018.** Системная и программная инженерия. Требования к администраторам информации для пользователей систем, программного обеспечения и услуг

**ISO/IEC/IEEE 26512:2018.** Системная и программная инженерия. Требования к закупщикам и поставщикам информации для пользователей

**ISO/IEC/IEEE 26513:2017.** Системная и программная инженерия. Требования к тестировщикам и экспертам пользовательской документации

**ISO/IEC/IEEE 26514:2022.** Системная и программная инженерия. Проектирование и разработка информации для пользователей

**ISO/IEC/IEEE 26515:2018.** Системная и программная инженерия. Информация для пользователей в гибкой среде разработки

**ГОСТ Р ИСО 9127-94.** Системы обработки информации. Документация пользователя и информация на упаковке для потребительских программных пакетов

**ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000.** Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование

## Лекция 8

### Методы экспертной оценки для решения задач определения качества ПП

#### Содержание

Основные методы экспертной оценки:

метод экспертного ранжирования;

метод непосредственной оценки;

метод экспертных предпочтений (парных сравнений).

#### Методы экспертной оценки для решения задач определения качества для решения задач определения качества ПП

##### Метод экспертного ранжирования

Объектами ранжирования являются компоненты требований на различных иерархических уровнях декомпозиции

#### Постановка задачи

N1, N2, ..., Nn – совокупность компонентов требований вышележащего родственного компонента на каком-либо уровне иерархии

Qij – значение ранга i- ого компонента в зависимости от мнения j – го эксперта

Число рангов равно количеству компонентов, в рамках одной системы ранги не могут повторяться

Цель – получение множества весовых коэффициентов ω1, ω2, ..., ωn, поставленных в соответствие компонентам N1 , N2 , ..., Nn .

Нашей целью является получение на основе значения ранга Qij множества весовых коэффициентов

#### Решение задачи

Численное значение показателя ранга Qij присваивается компоненту от 1 до n, где n – количество компонент требований, m – количество экспертов, i = 1, ..., n; j = 1, ..., m

Чем больше ранг, тем лучше. Самый низкий ранг равен 1

Далее определим суммы рангов каждого из ранжированных компонент требований

$$Q_i^{\Sigma} = \sum_{j=1}^m Q_{ij}, \text{ где } Q_i^{\Sigma} \text{ – сумма рангов } i\text{-го компонента}$$

$$Q_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_{ij}, \text{ где } Q_{\Sigma} \text{ – сумма рангов всех ранжируемых компонент}$$

Весовые коэффициенты рассчитываются по формуле

$$\omega_i = \frac{Q_i^{\Sigma}}{Q_{\Sigma}}, \text{ причем } \sum_{i=1}^n \omega_i = 1$$

Точность экспертных оценок определяется по согласованности мнений экспертов. Степень совпадения оценок экспертов характеризует качество экспертизы и выражается коэффициентов конкордации

### Расчет согласованности мнений экспертов

Коэффициент конкордации:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}$$
, где  $S$  – сумма квадратов отклонения рангов каждого компонента от среднеарифметического значения

$$S = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^m Q_{ij} - Q_{cp} \right]^2$$
, где  $Q_{ij}$  – ранг, назначенный  $j$ -ым экспертом  $i$ -му компоненту,  $Q_{cp}$  – среднеарифметическое значение рангов

Должны подсчитать сумму каждой строки минус среднеарифметическое всех рангов (сумму рангов делить на количество компонентов)

Полная запись формулы коэффициента конкордации:

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=1}^m Q_{ij} - Q_{cp} \right]^2}{m^2(n^3 - n)}$$
,  $W$  – определен диапазоном [0;1].

Если  $W = 1$ , то это полное совпадение мнений экспертов. Если  $W = 0$ , то это абсолютное несогласованность экспертов

### Метод непосредственной оценки

#### Постановка задачи

$N_1, N_2, \dots, N_n$  – совокупность компонентов требований вышележащего родственного компонента на каком-либо уровне иерархии

Цель – получение на основе оценок  $a_{ij}$ , назначенных каждому компоненту  $m$  экспертами, множества весовых коэффициентов  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m$ , поставленных в соответствие компонентам  $N_1, N_2, \dots, N_n$ .

#### Первый этап решения

Составляется матрица «эксперты-компоненты»  $A = (a_{ij})$ , ( $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $j = 1, 2, \dots, m$ )

В этой матрице проставляется оценки компонентов требований, полученный от каждого эксперта

Таблица 1

		Эксперты			
		$\mathcal{E}_1$	$\mathcal{E}_2$	...	$\mathcal{E}_m$
Компоненты	$N_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1m}$
	$N_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2m}$
	...	...	...	...	...
	$N_n$	$a_{n1}$	$a_{n2}$	...	$a_{nm}$

Причем у каждого из экспертов может иметься своя шкала предпочтений. Шкалы предпочтений могут быть разные (например, может быть от 0 до 1, а может от 0 до 5)

### Второй этап решения (нормирование экспертных оценок)

Для каждого эксперта в отдельности рассчитывается относительная значимость  $W_{ij}$  всех компонентов. Нормирование оценок приводит к тому, что суммарная значимость  $W_{ij}$  по каждому эксперту становится равной 1

С этой целью оценки  $a_{ij}$ , полученные от эксперта, суммируются по всем компонентам (находится сумма элементов  $j$  столбца матрицы A), а затем каждая из оценок делится на полученную сумму:

$$W_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}.$$

В результате получается матрица нормированных оценок B

### Третий этап решения

Вычисляется усредненная оценка, данная всеми экспертами каждому компоненту, рассчитывается множество искомых весовых коэффициентов  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ .

Для этого нормированные оценки каждого компонента, полученные на предыдущем этапе (матрица B), суммируются (по строкам матрицы i), а затем полученная сумма делится на число экспертов:

$$\omega_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m W_{ij} \quad \text{или} \quad \omega_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}.$$

(Сумму нормированной строки делим на кол-во экспертов)

Недостаток определяемых весовых коэффициентов – получение одного и того же результата при различной значимости компонент за счет компенсации одного из компонентов другим

Для повышения согласованности весовых коэффициентов большое значение имеет выявление связей между значимыми компонентами

### Метод последовательных сравнений

### Согласование весовых коэффициентов

## **Методы экспертной оценки**

### **Метод последовательных сравнений**

#### **Согласование весовых коэффициентов**

**Исходные данные:** совокупность компонентов требований  $N_1, N_2, \dots, N_n$  вместе с найденными весовыми коэффициентами  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ .

Общая процедура метода последовательных сравнений состоит из следующих шагов:

1. Ряд весовых коэффициентов упорядочивается  $\{\omega_i^1, \omega_j^2, \dots, \omega_k^n\}$ , где  $\omega_t^s = \omega_t$  и  $\omega_i^1 \geq \omega_j^2 \geq \dots \geq \omega_k^n$ .
2. Наиболее значимому компоненту  $N_i$  с коэффициентом  $\omega_i^1$ , присваивается вес  $\tilde{\omega}_i^1$ , равный 1, другим компонентам присваиваются веса  $\tilde{\omega}_t^s$ , пропорциональные  $\omega_t^1$ .

3. Производится сравнение компонента  $N_i$  с группой остальных компонентов.

#### **Метод последовательных сравнений**

Если  $N_i$  предпочтительнее комбинации всех остальных компонентов, то предлагается изменить значение так, чтобы выполнялось неравенство:

$$\tilde{\omega}_i^1 > \sum_{s=2}^n \tilde{\omega}_t^s$$

Если  $N_i$  и группа из остальных компонентов – равноценны, то необходимо изменить  $\tilde{\omega}_i^1$  чтобы выполнялось равенство:

$$\tilde{\omega}_i^1 = \sum_{s=2}^n \tilde{\omega}_t^s$$

Если  $N_i$  менее предпочтителен, то значение  $\tilde{\omega}_i^1$  изменяется так, чтобы выполнялось неравенство:

$$\tilde{\omega}_i^1 < \sum_{s=2}^n \tilde{\omega}_t^s$$

## МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ

### Метод последовательных сравнений

$N_i$  сравнивается с меньшей группой компонентов, имеющих веса  $\{\omega_j^2, \dots, \omega_l^{n-1}\}$ , и, если  $\tilde{\omega}_i^1 \geq \sum_{s=2}^{n-1} \tilde{\omega}_s^s$ , то перейти к следующему шагу.

В противном случае, необходимо повторять сравнительную процедуру  $N_i$  с меньшей группой компонентов, имеющих веса  $\{\omega_j^2, \dots, \omega_q^{n-r}\}$ , до тех пор, пока  $N_i$  не станет предпочтительнее ее или равноценен ей.

4. Сравнивается следующий компонент  $N_i$  с  $\tilde{\omega}_j^2$  и группой компонентов, имеющих веса  $\{\omega_p^3, \dots, \omega_l^{n-1}\}$ .

5. Продолжать выполнение шага 3 до тех пор, пока не будет выполнено сравнение последних компонентов с наименьшими весовыми оценками.

6. Полученные весовые значения нормируются делением на их общую сумму

### Метод экспертных предпочтений

Предполагает использование в качестве исходных данных консолидированных суждений группы экспертов, однако, учитывая эффективный механизм согласованности парных сравнений, в качестве исходных данных может использоваться мнение одного эксперта

Этот метод может быть использован в случае сомнений в достаточной компетентности мнений экспертов

Для реализации метода за основу принят метод анализа иерархии в части определения собственного вектора и главных собственных значений приоритетов

#### Постановка задачи

$N_1, N_2, \dots, N_n$  – совокупность компонентов требований какого-либо уровня иерархии. Количественные суждения о компонентах ( $N_i, N_j$ ) представляется квадратной матрицей парных сравнений  $A = (a_{ij})$ , ( $i, j = 1, 2, \dots, n$ ).

Здесь сравниваются пары компонентов

Элементы  $a_{ij}$  определяются по следующим правилам:

Для любых  $i$ :  $a_{ii} = 1$  (все элементы по диагонали равны 1)

Если  $a_{ij} = \alpha$ , то  $a_{ji} = 1/\alpha$ ,  $\alpha \neq 0$

Общий вид матрицы парных сравнений:

Общий вид матрицы парных сравнений:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Цель – получение на основе количественных суждений о парах ( $N_i$ ,  $N_j$ ) множества весовых коэффициентов  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ , поставленных в соответствие компонентам  $N_1, N_2, \dots, N_n$

Вектор  $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$

Т.е. надо найти зависимость веса от суждения

Один из основного метода определения вектора основывается на утверждении линейной алгебры. Согласно этим суждениям, искомый вектор приоритетов является собственным вектором матрицы парных сравнений, соответствующим наибольшему собственному значению этой матрицы

Если  $A$  – матрица, то нужно найти вектор  $\omega$ , который удовлетворяет соотношению

**Наибольшее собственное значение матрицы  $\lambda_{\max}$**

Если  $A$  – матрица, то нужно найти вектор  $\omega$ , который удовлетворяет соотношению  $A\omega = \lambda_{\max}\omega$  (1)

$$A\omega = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \vdots \\ \omega_n \end{bmatrix} = \lambda_{\max} \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \vdots \\ \omega_n \end{bmatrix} \text{ или } \sum_{j=1}^n (a_{ij}\omega_j) = \lambda_{\max} \omega_i \quad \text{где } i = 1, 2, \dots, n.$$

### Точный метод решения

$$\lambda_{\max}$$

Первый этап - нахождение

$\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ , удовлетворяющие условию  $Ax = \lambda_{\max} x$ , называются собственными значениями матрицы  $A$ , а ненулевой вектор  $x$  – ее собственным вектором

Лямбды называются собственными характеристическими значениями матрицы  $A$ , а ненулевой вектор  $x$  – ее собственным характеристическим вектором

Для получения ненулевого (нетривиального) решения уравнения матрица должна быть вырождена, т.е. ее определитель должен быть равен 0

**Уравнение  $(A - \lambda E)x = 0$ , матрица  $A - \lambda E$ , определитель  $\det = 0$**   
 **$\det$  - полином  $n$ -ой степени от  $\lambda$**

Условие равности определителя 0 приводит к уравнению  $n$ -степени. КОРНИ ЭТОГО ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ являются искомыми собственными значениями матрицы  $A$

**Корни характеристического уравнения матрицы  $A$ :**

$$\det(A - \lambda E) = \lambda^n + b_1\lambda^{n-1} + b_2\lambda^{n-2} + \dots + b_n = 0$$

Второй этап

$$A\omega = \lambda_{\max}\omega$$

Решение векторного уравнения относительно собственного вектора  $\omega$

Матрица  $(A - \lambda_{\max}E)$  – вырожденная

Т.к. матрица вырожденная, существует зависимость между ее строками

Однако в большинстве случаев надо иметь нормализованное решение, поэтому одно из уравнений системы можно заменить на свойство весовых коэффициентов:

Одно из уравнений решаемой системы:  $\omega_i = \frac{1}{\lambda_{\max}} \sum_{j=1}^n (a_{ij} \omega_j)$   
 можно заменить на:  $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$

Это обеспечит единственность решения системы уравнений

Из данной системы находится искомый собственный вектор омега

### Третий этап

Требуется оценить уровень доверия к полученному результата с помощью индекса согласованности

ИС - индекс согласованности – выражает степень отклонения рассогласованной матрицы от идеально согласованной

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

Минимальное значение индекса **меньше либо равное 0.1** свидетельствует о приемлемой степени согласованности суждений. Достаточно большой индекс может служить основанием для пересмотра суждения эксперта

Для плохо согласованной матрицы А с собственным вектором  $\omega$ , соответствующему наибольшему собственному значению  $\lambda_{\max}$ , формируется новая матрица В абсолютных разностей:

$$B = (b_{ij}), \text{ где } b_{ij} = |a_{ij} - \omega_i / \omega_j|, i, j = 1, 2, \dots, n.$$

Надо найти самую несогласованную строку k в матрице В

Нахождение самой несогласованной строки  $k$  в матрице  $B$ ,  
 т.е. такой, что:

$$\sum_{j=1}^n |a_{kj} - \omega_k / \omega_j| = \max_i \left\{ \sum_{j=1}^n |a_{ij} - \omega_i / \omega_j| \right\}$$

После чего все элементы k строки матрицы А заменяются соответствующими отклонениями элементов собственного вектора

$$a_{kj} = \omega_k / \omega_j, (j=1, \dots, n)$$

После замены осуществляется перерасчет вектора приоритета

Процедуру пересмотра можно повторять несколько раз, если индекс согласованности превышает приемлемый уровень

**Метод экспертных предпочтений.**

**Приближенные методы решения**

## **Методы представлены по повышению точности (первый самый неточный, последний самый точный)**

Методы основаны на приближенном построении собственного вектора матрицы A, и нахождении его приближенного собственного значения

**Метод 1.** Суммировать элементы каждой строки и нормализовать делением на сумму всех элементов матрицы. То есть собственный вектор  $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n)$  определяется, как:

$$\omega_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}}$$

**Метод 2.** Суммировать элементы каждого столбца и получить обратные величины этих сумм. Нормализовать так, чтобы их сумма равнялась 1, разделив каждую обратную величину на сумму всех обратных величин

$$\omega_i = \frac{\left( \sum_{i=1}^n a_{ij} \right)^{-1}}{\sum_{j=1}^n \left( \sum_{i=1}^n a_{ij} \right)^{-1}}$$

**Метод 3.** Нормализовать столбцы, разделив элементы каждого столбца на сумму элементов каждого столбца

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

Сложить элементы каждой строки полученной матрицы и усреднить их по числу элементов строки

$$\omega_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a'_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

**Метод 4 (самый точный).** Умножить элементы каждой строки и извлечь корень n-ой степени. Нормализовать полученные числа

$$\omega_i = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}$$

## **Лекция 9**

### **Верификация и валидация (V&V) – системы/программного продукта**

## **Содержание**

Методы оценки качества в процессах верификации и валидации (аттестации)

Статическая экспертная оценка (статическое тестирование)

Тестирование (динамическое тестирование)

Взаимосвязь результатов тестирования с внешними и внутренними атрибутами и атрибутами качества в использовании

Функциональные модели для определения внешних и внутренних атрибутов (метрик) и атрибутов качества в использовании

**Процесс верификация** – оценивается состояние программного продукта (ПП) и системной среды его функционирования (компьютерная система) на определенной стадии ЖЦ разработки, для определения его соответствия, условиям, сформулированным в начале выполнения этой стадии и требованиям спецификации

Проведение процесса верификации уместно на протяжении всего ЖЦ разработки ПП

Верификация выполняется запланированное число раз в течение процесса разработки ПП

На каждой стадии процесса верификации оценивается достигаемый уровень качества ПП

**Процесс валидации (аттестации)** подразумевает фактические оценивания компонентов ПП для конкретного применения в среде использования на соответствие требованиям потребителей (конечных пользователей)

Это действие как правило выполняется завершающих этапах разработки, например, при квалификационных испытаниях ПП и системы, включая в процесс тестирования представителей заказчика или пользователей. Именно это включение и предполагает, что именно это будет определять процесс валидации (если представителей заказчиков нет, то это процесс верификации).

**Термин V&V** применяется для обозначения всех действий, направленных на достижение соответствия требованиям, сформулированным по отношению к системе и программному продукту

**Основные действия процесса V&V:**

Экспертные оценки;

Тестирование;

Мониторинг потребителей

**Процесс V&V имеет два уровня существования:**

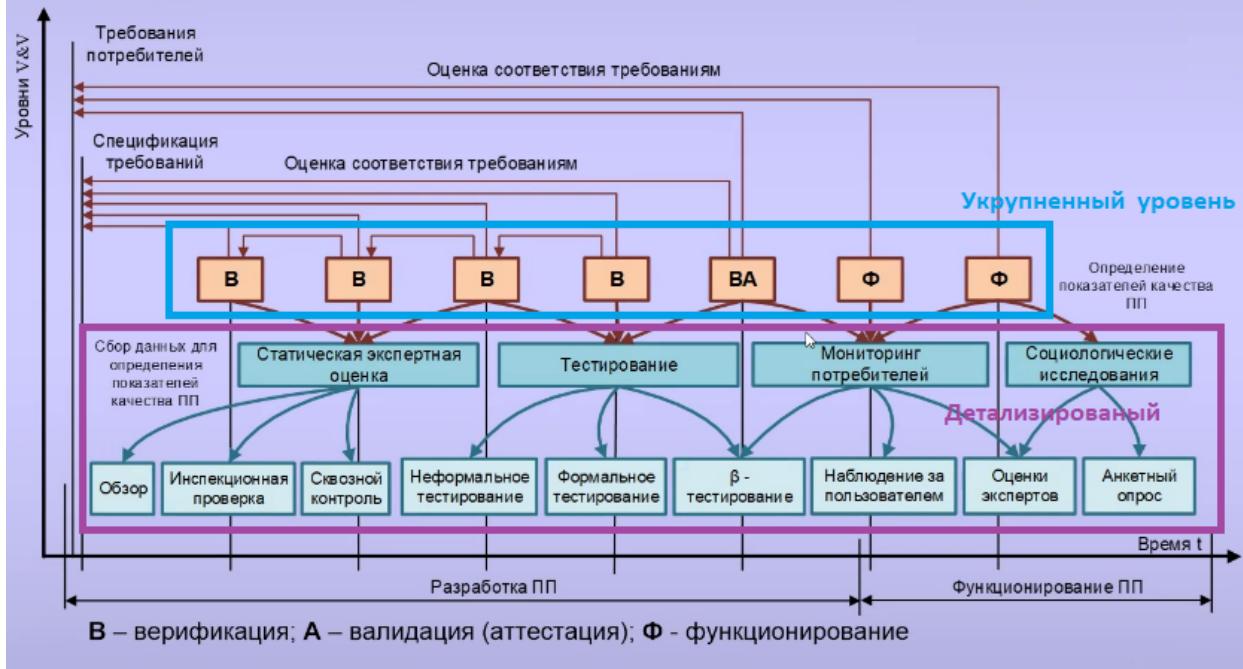
Укрупненный (дифференцированный процесс V&V) - характеризующегося установленным набором последовательных оценок ПП и системы требований

Детализированный (непрерывный процесс V&V) – при проведении статического и динамического тестирования целевого по с необходимыми данными и мониторинге потребителей.

**Дифференцированный процесс – определение показателей качества ПП**

**Непрерывный процесс – сбор данных для определения показателей качества ПП**

## Верификация и валидация (V&V) – реперные точки оценки качества ПП



Верификация и валидация идут до поставки, после поставки они превращаются в оценку функционирования

### Стандарты в области тестирования ПП

**ISO/IEC/IEEE 29119-1:2013.** Разработка программного обеспечения и проектирование систем. Тестирование программного обеспечения. Часть 1. Понятия и определения

**ГОСТ Р 56920-2016 (ISO/IEC/IEEE 29119-1:2013).** Системная и программная инженерия. Тестирование программного обеспечения. Часть 1. Понятия и определения

**ISO/IEC/IEEE 29119-2:2013.** Разработка программного обеспечения и проектирование систем. Тестирование программного обеспечения. Часть 2. Процессы тестирования

**ГОСТ Р 56921-2016 (ISO/IEC/IEEE 29119-2:2013).** Системная и программная инженерия. Тестирование программного обеспечения. Часть 2. Процессы тестирования

**ISO/IEC/IEEE 29119-3:2013.** Разработка программного обеспечения и проектирование систем. Тестирование программного обеспечения. Часть 3. Документация для тестирования

**ГОСТ Р 56922-2016 (ISO/IEC/IEEE 29119-3:2013).** Системная и программная инженерия. Тестирование программного обеспечения. Часть 3. Документация тестирования

**ISO/IEC/IEEE 29119-4:2015.** Разработка программного обеспечения и проектирование систем. Тестирование программного обеспечения. Часть 4. Методы тестирования

**ISO/IEC/IEEE 29119-5:2016.** Разработка программного обеспечения и проектирование систем. Тестирование программного обеспечения. Часть 5. Тестирование на основе ключевого слова

**ГОСТ Р 58143-2018.** Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Детализация анализа уязвимостей программного обеспечения в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 18045. Часть 2. Тестирование проникновения

### Общие термины, относящиеся к тестированию (ГОСТ Р 56920-2016)

**Элемент тестирования** – рабочий продукт, который является объектом тестирования

**Тестирование** – набор операций, проводимых для обеспечения выявления и/или оценки свойств одного или более элементов тестирования

**Тестовое требование (тестовое условие)** – тестируемый аспект компонента или системы, такой как функция, транзакция, возможность, атрибут качества или структурный элемент, идентифицированные как базис тестирования

**План тестирования** – подробное описание требуемых цепей тестирования, средств и расписания их достижения, предназначенное для координации тестирующих действий для отдельного элемента тестирования или совокупности элементов тестирования

**Сценарий тестирования** – спецификация процедуры тестирования для ручного или автоматизированного тестирования

**Процесс тестирования** – обеспечивает информацию о качестве программного продукта, состоит из множества действий, сгруппированных в один или несколько подпроцессов тестирования

**Уровень тестирования** – конкретная реализация подпроцесса тестирования

**Фаза тестирования** – определенная реализация подпроцесса тестирования

**Менеджмент тестирования** – планирование, составление графика, оценка, мониторинг, отчетность, управление и выполнение действий по тестированию

**Методика тестирования** – концептуальная основа, применимая к организационным процессам тестирования, процессам менеджмента тестирования и/или процессам динамического тестирования, чтобы упростить тестирование

**Набор тестов** – один или совокупность нескольких контрольных примеров с общими ограничениями на их выполнение

**Результат тестирования** – индикатор того, прошел ли определенный контрольный пример успешно или нет, то есть, соответствует ли фактический результат элемента тестирования ожидаемому результату или наблюдались отклонения

**Тестовая среда** – различные средства, аппаратное и программное обеспечение, встроенное микропрограммное обеспечение, процедуры и документация, предназначенные или используемые для выполнения тестирования программного обеспечения

**Тестовое покрытие** – степень, выраженная в процентах, в которой специфицированные элементы тестового покрытия были проверены контрольным примером или контрольными примерами

### **Статическая экспертная оценка**

**Статическое тестирование** – тестирование, при котором элемент тестирования анализируется с использованием совокупности критериев качества или других свойств без выполнения кода (ГОСТ Р ИСО 56920-2016)

**Статическая экспертная оценка (статическое тестирование)** – это процесс обнаружения ошибок в программном обеспечении на ранних стадиях его разработки. Относят:

инспекционная оценка,

формальный и неформальный обзор

В модели SMMI экспертные оценки относят к процессу 3-ого уровня (устоявшийся процесс)

Экспертные оценки включают методологические исследования программного обеспечения экспертами фирмы разработчика с целью определения ошибок, а также идентификации предметных областей, в которые необходимо внести изменения

### **Термины**

**Ошибка** – проблема, обнаруживаемая в момент ее возникновения

**Дефект (вторичная ошибка)** - проблема, которая была выявлена не на этапе ее возникновения, а гораздо позже

**Инспекционная проверка (инспекционный контроль, сквозной контроль)** – это подробные обзоры продукта поэтапно или по принципу линейности кода согласно строго установленному набору правил с целью обнаружения ошибок

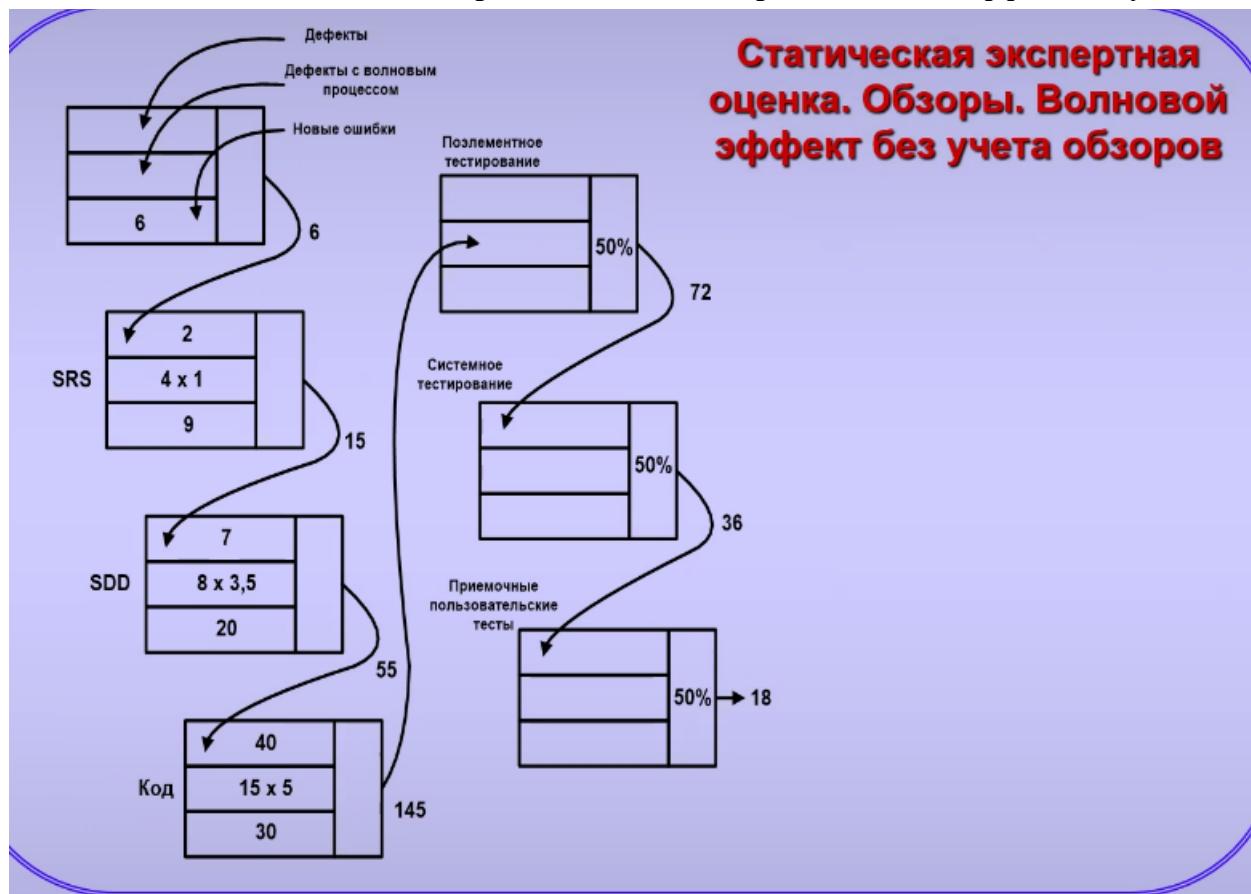
**Формальная инспекционная проверка** (наиболее полезный способ обнаружения ошибок, Майкл Феган) – последовательно происходит оценивание пп. Такой процесс осуществляется командой, каждый из которых выполняет определенную роль. Роль лидера играет координатор, также привлекается корректор, который руководит командой на всем протяжении анализа объекта, привлекаются один или несколько рецензентов ???, которые ищут недостатки, регистратор, фиксирующий найденный недостатки, а также автор объекта, который помогает объяснить особенности поведения инспектированного объекта. Преимущества: эффективность при обнаружении и устранению ошибок, метод используется для любого продукта (в том числе документация и программный код), непосредственная обратная связь с разработчиком за счет привлечения автора => значительное повышение характеристики качества разрабатываемого продукта.

**Обзоры (оценки)** – методологические осмотры рабочих программных продуктов экспертами производителей, направленные на установление дефектов и, в частности, тех областей, в которые необходимо внести изменения. **Формальный обзор** проводится в конце каждой стадии ЖЦ. Этот процесс осуществляется в том случае, когда автор считает, что продукт не содержит ошибок. Выполняется согласно официально установленному регламенту, при этом фиксируется полученный результат.

**Неформальный обзор** может проводиться в не плане, сведения или данные могут носить неформальный характер.

Обзоры являются наиболее эффективным средством, предохраняющим от необходимости повторной переделки кода

### Статическая экспертная оценка. Обзоры. Волновой эффект без учета обзоров



### Статическая экспертная оценка. Обзоры. Волновой эффект с учетом обзоров

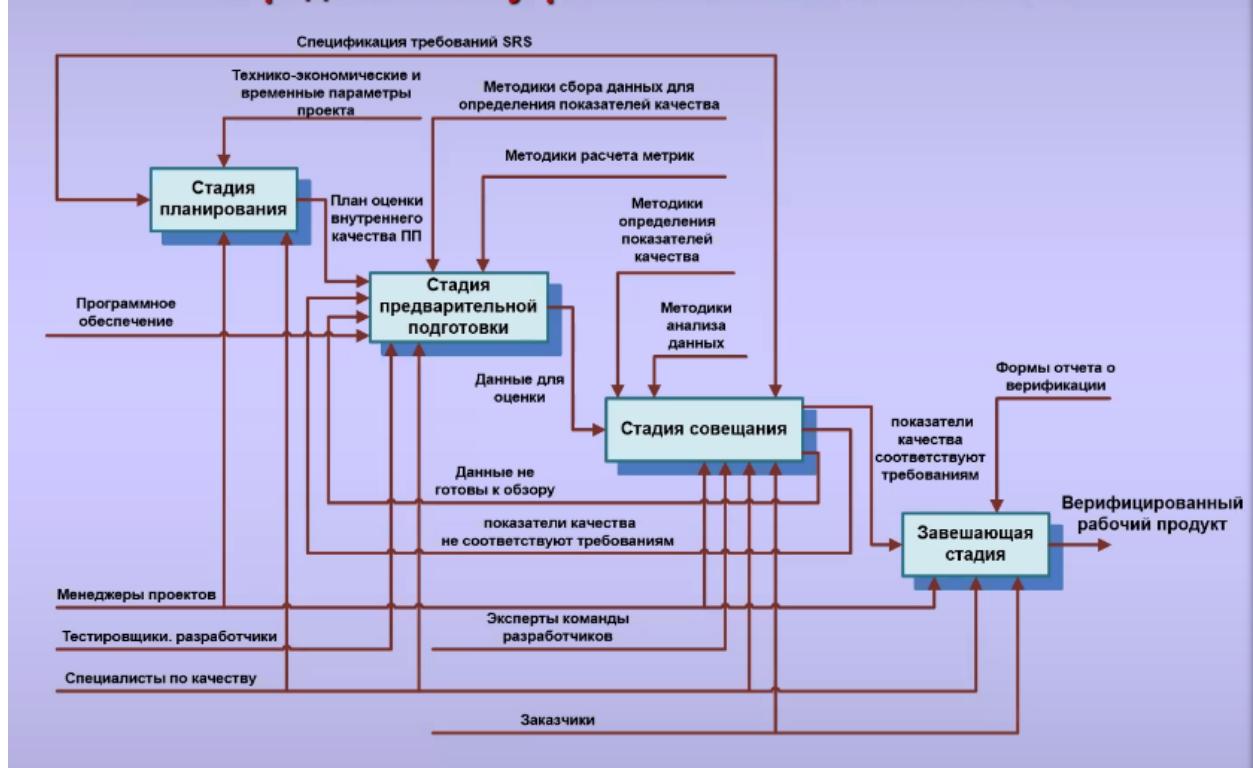
### Статическая экспертная оценка. Обзоры. Волновой эффект с учетом обзоров

## Статическая экспертная оценка. Обзоры. Волной эффект с учетом обзоров



Функциональная модель обзора (экспертной оценки) для определения внутренних показателей качества

### Функциональная модель обзора (экспертной оценки) для определения внутренних показателей качества



Сбор данных для последующего определения показателя качества ПП осуществляется при статическом и динамическом тестировании ПО, мониторинге потребителей

При статическом тестировании ПО осуществляется сбор данных и определение внутренних показателей качества ПП в форме неформальных и формальных обзоров программного кода, документации, спецификации, концепции, архитектурного проекта

Точкой верификации показателей качества ПП является стадия совещания функциональной модели обзора ПО

### **Тестирование (динамическое тестирование)**

**Динамическое тестирование** – это процесс создания выполняемых тестовых случаев, используемых в процессе тестирования функционирующей системы

#### **Термины и определения**

**Динамическое тестирование** – тестирование, при котором требуется выполнение элемента тестирования (ГОСТ Р 56920-2016)

Процесс тестирования ПО осуществляется на основе фактических или смоделированных входных данных при определенных контролируемых условиях. Если ПП не соответствует требованиям, идентифицируются значительные отличия между ожидаемыми и фактическими результатами.

**Неформальное тестирование** – осуществляется разработчиками для того, чтобы оценить выполняемый процесс разработки ПП, а также промежуточной качество ПП

**Формальное тестирование** – демонстрация готовности к эксплуатации ПП с учетом требований спецификации. Предполагает наличие утвержденного плана процедур тестирования, состава наблюдателей, регистрации всех расхождения, составление акта о результате выполнения тестирования. Цель – продемонстрировать соответствия программ установленным требованиям

**Тестирование методом белого ящика** – метод динамического поэлементного модульного восходящего тестирования с подробным изучением программного кода (Смотрим как работает и изучаем код)

**Структурное тестирование** – динамическое тестирование, для которого тесты являются результатом анализа структуры элемента тестирования (ГОСТ Р 56920-2016) (можно сказать что это тестирование методом белого ящика)

**Тестирование методом черного ящика** – метод динамического поэлементного, модульного нисходящего тестирования без изучения содержания тестируемых компонентов

**Тестирование на основе спецификации** – тестирование, основным базисом которого является внешние вводы и выводы элемента тестирования, обычно на основе спецификации, а не ее реализация в исходном коде или исполнимом программном обеспечении (ГОСТ Р 56920-2016) (синоним методом черного ящика или методом закрытого ящика)

**Мутационное тестирование** – это метод, позволяющий определить, является ли пригодным набор тестовых данных или случаев

**Сравнительное тестирование** – сравнивает недостатки и преимущество ПП с однотипными продуктами

**Исследовательское тестирование** – тестирование, основанное на опыте, при котором тестер спонтанно разрабатывает и выполняет тестирование на основе существующих соответствующих знаний тестера, предшествующих исследований элемента тестирования (включая и результаты предыдущих тестирований) и эвристических «эмпирических правил» для общего поведения программного обеспечения и типов отказа (ГОСТ Р 56920-2016)

**Тестирование по принципу «заглушек»** - аналогично исследовательскому тестированию, и применяется тогда, когда испытатели уже имеют достаточное представление о программном продукте до начала его тестирования. Обычно тестируются покупные изделия

**Функциональное тестирование** – это тип тестирования методом черного ящика, имеющий отношение к функциональным требованиям прикладной программы

**Тестирование производительности** – тип тестирования, проводимого для оценки степени, в которой элемент тестирования выполняет свои определенные функции при заданных ограничениях времени и других ресурсах (ГОСТ Р 56920-2016)

**Нагрузочное тестирование** – тип тестирования уровня производительности, проводимого для оценки поведения элемента тестирования при ожидаемых условиях переменной загрузки, обычно для ожидаемых условий низкого, типичного и пикового использования (ГОСТ Р 56920-2016)

**Стрессовое тестирование** – тип тестирования уровня производительности, проводимого для оценки поведения элемента тестирования при условиях загрузки, выше ожидаемой или указанной в требованиях к производительности, или при доступности ресурсов, ниже минимальной, указанной в требованиях (ГОСТ Р 56920-2016)

**Тестирование потенциальных возможностей** – тип тестирования уровня производительности для оценки уровня, при котором с увеличением нагрузки (числа пользователей, транзакций, элементов данных и т.д.) элемент тестирования подвергается угрозе не обеспечивать требуемую производительность (ГОСТ Р 56920-2016)

**Объемное тестирование** – тип тестирования уровня производительности, проводимого для оценки способности элемента тестирования обработать определенные объемы данных (обычно равных или близких к максимальным указанным потенциальным возможностям) с точки зрения потенциальных возможностей пропускной способности, емкости памяти или того и другого (ГОСТ Р 56920-2016)

**Тестирования совместимости** – тип тестирования, который измеряет степень того, насколько удовлетворительно элемент тестирования может функционировать параллельно с другими независимыми продуктами в общей среде (существование) и, по мере необходимости, обменивается информацией с другими системами или компонентами (функциональная совместимость) (ГОСТ Р 56920-2016)

**Тестирование доступности** – тип тестирования удобства использования, предназначенный для оценки степени возможности управления элементов тестирования пользователями с самыми разными характеристиками и способностями (ГОСТ Р 56920-2016)

**Тестирование надежности** – тип тестирования, проводимый для оценки возможности элемента тестирования выполнять свои требуемые функции, включая оценку частоты, с которой происходят отказы при использовании в установленных условиях в течение заданного периода времени (ГОСТ Р 56920-2016)

**Тестирование копирования и восстановления** – тип тестирования надежности, который измеряет степень состояния системы, до которой в случае отказа может быть произведено восстановление из резервной копии при указанных параметрах времени, стоимости, полноты и точности (ГОСТ Р 56920-2016)

**Тестирование защищенности** – тип тестирования, проводимый для оценки степени защищенности элемента тестирования и связанных с ним данных и информации от доступа посторонних лиц или систем для использования, чтения или изменения их при том, что доверенным лицам или системам доступ к ним обеспечивается (ГОСТ Р 56920-2016)

**Интеграционное тестирование** – это проверка скомбинированных компонентов программного продукта с целью определения корректности их совместного функционирования

**Системное тестирование** – тип тестирования методом «черного ящика», которое основывается на спецификациях общих требований и которому подвергаются все скомпонованные части системы

**Приемочное испытание** – это завершающее тестирование, основанное на технологических требованиях конечных пользователей/заказчиков, или основанное на применении продукта конечными пользователями/заказчиками

**Альфа-тестирование** – означает тестирование прикладной программы, когда процесс разработки приближается к завершению и выполняется независимыми специалистами внутри организации разработчика ПП

**Бета-тестирование** – означает тестирование, при котором разработка и тестирование, по существу, завершены и до окончательного выпуска продукта необходимо обнаружить оставшиеся ошибки и проблемы, и выполняется конечными пользователями или заказчиком

**Тестирование устанавливаемости** – тип тестирования переносимости для оценки того, могут ли должным образом элемент тестирования или совокупности элементов тестирования быть установлены во всех указанных средах (ГОСТ Р 56920-2016)

**Тестирование сопровождаемости** – тип тестирования, проводимого для оценки степени эффективности и продуктивности возможных изменений элемента тестирования (ГОСТ Р 56920-2016)

**Инкрементное интеграционное тестирование** – непрерывное тестирование прикладного программного обеспечения при внесении него новых функциональных возможностей

**Регрессивное тестирование** – тестирование после изменений элемента тестирования или его рабочей среды для определения того, происходят ли регрессивные отказы (ГОСТ Р 56920-2016)

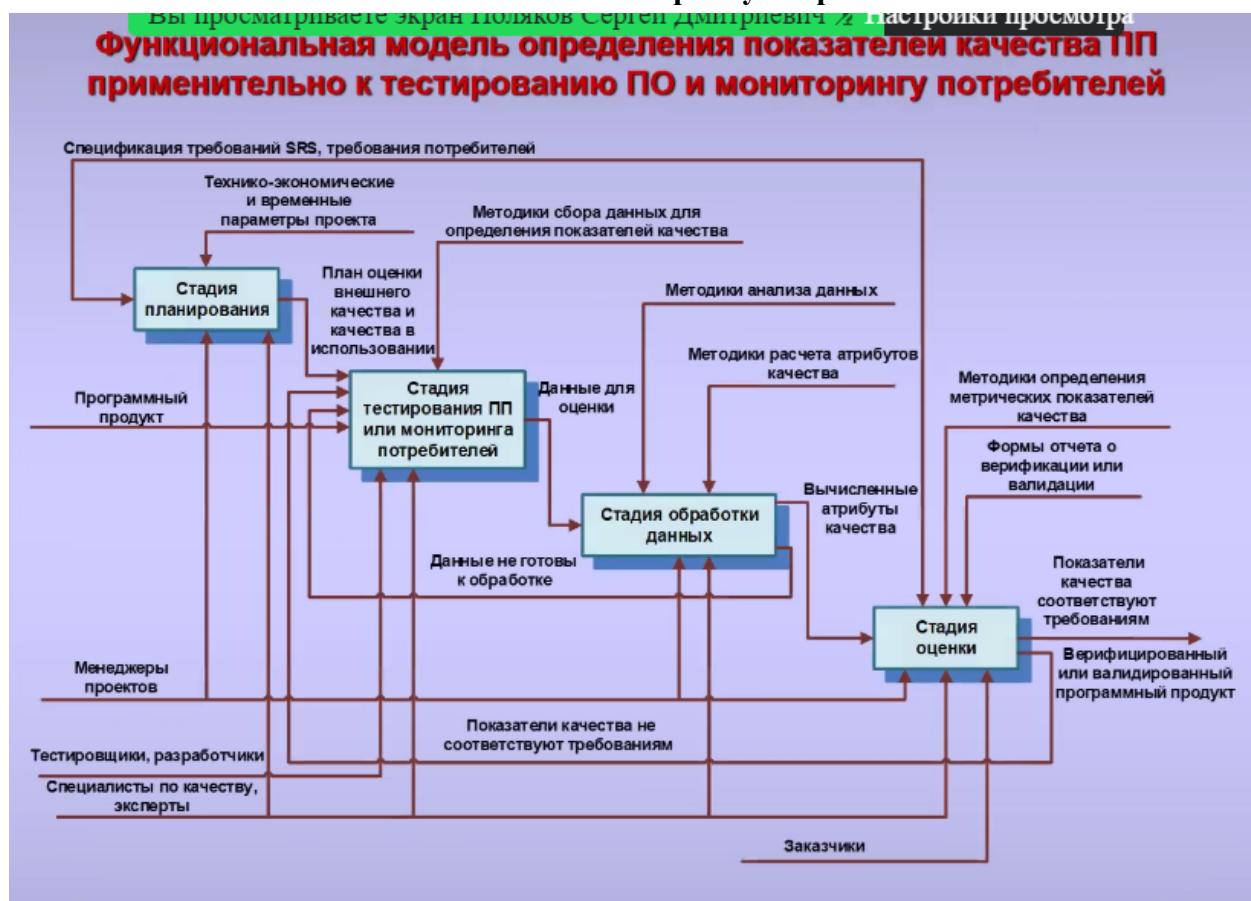
**Повторное тестирование** – повторное выполнение контрольных примеров, для которых ранее был получен результат «сбоя» для оценки эффективности произведенных корректирующих действий (ГОСТ Р 56920-2016)

**Тестирование переносимости** – тип тестирования, проводимого для оценки простоты переноса элемента тестирования из одних аппаратных средств или программной среды в другие, включая уровень его изменений, необходимых для выполнения в средах различных типов (ГОСТ Р 56920-2016)

При динамическом тестировании осуществляется сбор данных для определения внешних атрибутов качества ПП в форме тестирования программного обеспечения методом белого ящика или черного ящика с использованием указанных способов тестирования

Сбор данных для определения показателей качества в использовании осуществляется при  $\beta$ -тестировании ПО, мониторинге и социологических исследованиях взаимодействия потребителей с ПП в среде использования

**Функциональная модель определения показателей качества ПП применительно к тестированию ПО и мониторингу потребителей**



Точной верификации или валидации показателей качества ПП является стадия оценки функциональной модели определения внешних показателей качества программного продукта и показателей качества в использовании

Процесс статического тестирования является основой для формирования внутренних показателей качества продукта и последующей оценки внешнего прогнозируемого качества на ранних стадиях его разработки

В процессе динамического тестирования осуществляется подготовка данных для определения внешних показателей качества ПП и прогнозируется его качество в использовании

Показатели качества в использовании определяются в промежуточных планируемых точках валидации ПП с привлечением к тестированию конечных пользователей (потребителей) и наблюдение за ними в смоделированной среде его функционирования на стадии разработки продукта, а также после поставки ПП в процесс его функционирования на основе мониторинга его работы в реальной среде эксплуатации

В процессе функционирования для определения показателей качества в использовании могут применяться социологические методы исследования поведения ПП в использовании и эвристические методы обработки результатов исследований

## Лекция 10

### Разработка плана и методов сбора данных для оценки качества системы и программного продукта

#### Содержание

Функциональная модель разработки плана оценки качества

Функциональная модель разработки методов сбора данных для определения показателей качества

Процесс сбора данных для оценки качества ПП



#### Разработка плана оценка качества ПП

План оценки качества формируется после разработки спецификации требований применительно к качеству ПП

План оценки качества разрабатывается с учетом технико-экономических и временных параметров выполнения программного проекта

Входными данными для начала планирования мероприятий по оценке качества является спецификаций требований, которая включает разработанные необходимые наборы требований оценки качества. На основе модели оценки качества ПП определяют необходимый и достаточный перечень собираемых данных для полноценной оценки внутреннего, внешнего качества и качества в использовании ПП

## План оценки качества включает:

Результаты расчета необходимого количества точек процесса верификации и валидации

График оценки качества – результаты расчета временных интервалов...

Установленные нормативные значения уровней качества в последовательных точках оценки качества при верификации (валидации). При необходимости установлении кривых прогнозирования качества

Результаты расчета необходимых ресурсов достаточных для полноценного сбора данных и проведение последовательных оценок качества ПП

Методы и порядок сбора данных для определения показателей качества ПП

Методы и порядок оценки качества ПП

## Функциональная модель разработки плана оценки качества



Ключевые слова – анализ модели требований и модели оценки качества ПП, анализ ресурсного обеспечения оценки качества ПП, разработка методов сбора данных для оценки качества, расчет ресурсов, порядка и графика сбора, методов и порядка оценки качества

Для сбора данных используется методы **статического и динамического тестирования, мониторинг потребителей, социологические методы исследования**

При **статическом тестировании** осуществляется сбор данных для определения **внутренних показателей качества ПП**

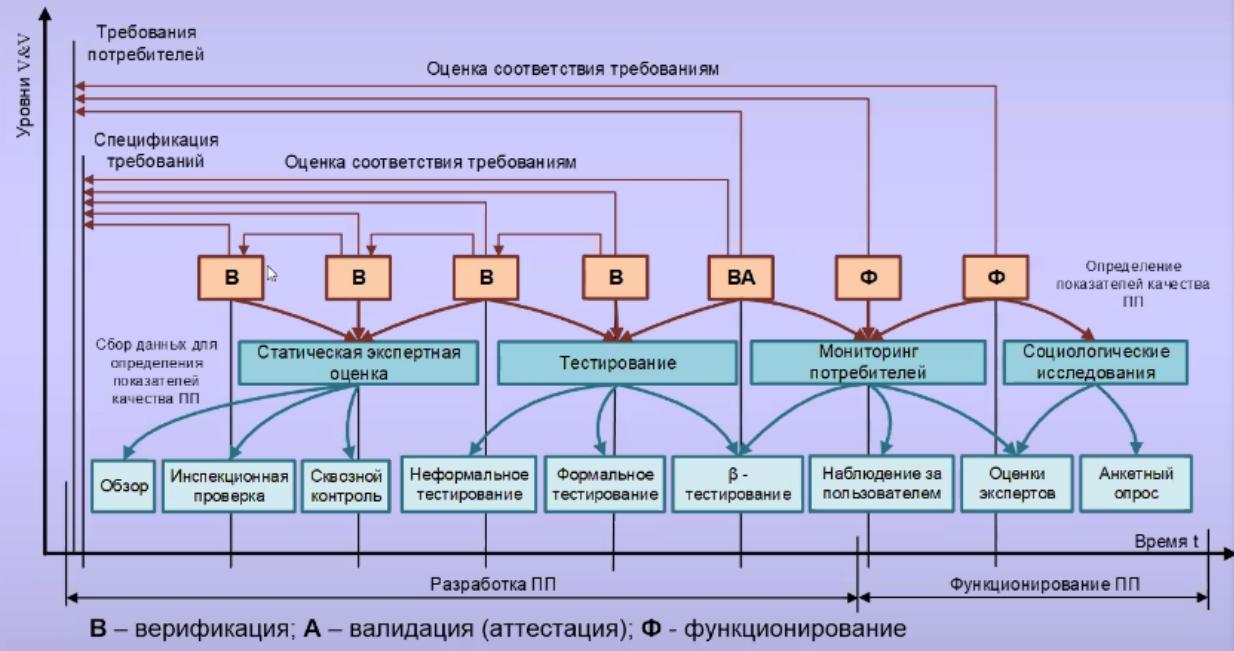
При **динамическом тестировании** осуществляется сбор данных для определения **внешних атрибутов качества и атрибутов качества в использовании ПП**

При **мониторинге потребителей** осуществляется сбор данных для определения **атрибутов качества в использовании** в форме мероприятий по наблюдению за пользователем

При проведении **социологических исследований** результатов взаимодействия пользователей система/программный продукт также определяются **атрибуты качества в среде функционирования**

**Верификация и валидация (V&V) – рейперные точки оценки качества**

## Верификация и валидация (V&V) – рейтлерные точки оценки качества ПП



**Необходимость и достаточность данных**, собираемых в процессе статического и динамического тестирования, мониторинге пользователей и социологических исследованиях, определяется исходя из установленных единичных и/или обобщенных показателей свойств качества, формирующих атрибуты качества на самом нижнем уровне иерархии модели требований и оценки качества

Поскольку статическое тестирование осуществляется в самом начале разработке и применяется к неисполняемому программному коду, то Сбор необходимых данных для последующего определения внутренних показателей качества ПП производится раньше всего.

По мере отладки и интеграции компонентов ПП применяется динамическое тестирование и наблюдение за пользователем, и появляются необходимые данные для определения внешних показателей качества и показателей качества в использовании

**Статические и динамические тесты** должны идентифицироваться и, если необходимо, разрабатываться дополнительные тесты и тестовые случаи, а также **мероприятия, связанные с мониторингом потребителей**, для формирования полноценного источника данных и вычисления значений атрибутов качества, определенных моделью оценки качества

### Разработка методов сбора данных для оценки качества ПП

## Разработка методов сбора данных для оценки качества ПП



Организационная оптимизация сбора данных для оценки показателей качества может также рассматриваться как методы сбора данных. В плане оценки качества должны быть представлены основные организационные и временные параметры сбора данных на основе планируемых проведению тестов и тестовых случаев для оптимизации статического, динамического тестирования, мониторинга потребителей и социологических исследований для последующей оценки качества

### Примеры методов сбора данных для внутренних атрибутов качества

атрибуты качества	методы сбора данных
альная адекватность	число функций, которые являются не адекватными предписанных задач программным обеспечением
альная законченность выполнения	число отсутствующих функций в спецификации обнаруженных при обзоре
альная точность	число функций, в которых требованиями данной точности были соблюдены
ость данными (основанная на форматах)	число форматов данных интерфейса, которые были правильно, как требуется в спецификациях
льность интерфейса	число протоколов интерфейса, которые были правильно, как требуется в спецификациях
ение отказа	число обнаруженных типов ошибок, которые могут привести к отказу ПО
ваемость	число осуществленных требований восстановления в обзоре

### Примеры методов сбора данных для внешних атрибутов качества

атрибуты качества	методы сбора данных
-------------------	---------------------

	ьная адекватность	число функций, пригодных для выполнения указаний
	ьное покрытие (охват) выполнения	функциональные тесты (тест черного ящика) систематизированным образом число неправильно выполненных или пропущенных случаев, обнаруженных при тестировании
	ьная стабильность (изменчивости)	число функций, описанных в функциональных требованиях, которые пришлось изменить после того, как они были введены в эксплуатацию
	идания	ходные–выходные тесты и сравнить выходные результаты с разумно ожидаемыми
	число случаев, с неприемлемым отличием от разумно ожидаемых результатов в определенный период времени	
	па	число “доступов” пользователя к системе и данные о каждом из них, хранящиеся в базе данных истории доступа, сделанного пользователем
	имость доступа	число обнаруженных различных типов незаконных действий, связанных с доступом к системе
	отказов	число обнаруженных отказов во время выполнения тестов

#### Примеры методов сбора данных для атрибутов качества в использовании

атрибуты качества в использовании	методы сбора данных
нность задачи	число отсутствующих или ошибочных ответов на вопросы, при выполнении задачи пользователями
вадачи	количество завершенных задач пользователями
бок	количество ошибок, сделанных пользователем за определенное время или по отношению к определенным задачам
сть задачи	число отсутствующих или ошибочных ответов за время выполнения задачи пользователями
кая производительность	число отсутствующих или ошибочных ответов и общую стоимость выполнения заданий
ь людей при использовании системы	общее количество людей работающих в системе, общее количество людей, подвергающихся опасности в системе
ние в анкетном опросе	количество положительных ответов в анкетах, связанных с удовлетворением пользователей, общее количество ответов данных пользователями

Организационная и времененная оптимизация сбора данных для оценки качества ПП может также рассматриваться как методы сбора данных, в плане оценки качества должны быть представлены основные организационные и временные параметры сбора данных на основе планируемых к проведению тестов и тестовых случаев для оптимизации статического, динамического тестирования, мониторинга потребителей и социологических исследований для последующей оценки качества ПП.

## Сбор данных для качества ПП

Сбор данных в соответствии с моделью и планом оценки качества, осуществляется для последующей оценки:

Внутреннее и внешнего качества - тестировщиками на основании методов сбора данных при процедурах статического и динамического тестирования

Качества в использовании - тестировщиками, экспертами и социологами на основе методов сбора данных при динамическом тестировании, мониторинге потребителей и социологическом исследовании

**Входные данные процесса:**

Система/ программный продукт

Документация

План оценки качества

**Выходные данные процесса:**

Данные для оценки качества, включая отчеты по мониторингу потребителей

Коэффициенты полноты сбора данных

Объем проведения дополнительных действий для получения полных данных

Ресурсы для проведения дополнительных действий

Таблицы регистрации в соответствии с компонентами модели оценки качества ПП

### Процесс сбора данных для оценки качества ПП



Специалисты по качеству при участии менеджеров проектов осуществляют предварительный контроль собранных данных, на основе анализа данных формируется необходимый и достаточный их объем для оценки качества на определенном этапе верификации, валидации или функционирования

При недостаточном сборе данных могут рассчитываться коэффициенты полноты сбора данных, на основе значений этих коэффициентов может рассчитываться необходимый объем проведения дополнительных тестов и тестовых случаев, мероприятий и ресурсов по сбору данных

На этапе подготовки данных для оценки качества формируются таблицы регистрации данных в соответствии с компонентами модели качества ПП. На этом этапе также осуществляется дополнительный контроль полноты и корректности собранных данных; в случае недостаточности данных и/или их некорректных значений соответствующие запросы отправляются на этап контроля данных или непосредственно в процесс тестирования и мониторинга

## Лекции 11-12

### Оценивание качества системы/программного продукта

#### Содержание

Определение атрибутов качества в соответствии с принципами ISO/IEC 9126, ISO/IEC 25022, ISO/IEC 25023

Методы нормализации атрибутов качества

Принципы определения метрических показателей качества программного продукта

Принципы получения комплексных значений показателей качества программного продукта

Методы определения уровня качества программного продукта

Принятие решений по обеспечению качества

#### Процесс обеспечения качества в жизненном цикле разработки программного продукта

Мы находимся на оценивание качества

#### Процесс обеспечения качества в жизненном цикле разработки программного продукта



#### Процесс оценивания качества ПП

Декомпозиция



Оценивание качества предполагает собой комплекс работ, направленный на комплексную проверку соответствия ПП требованиям на всех этапах его ЖЦ и всех уровнях декомпозиции

### Определение атрибутов

Данный вид работ выполняет специалист по качеству. Атрибуты определяют нижний уровень декомпозиции модели качества системы/ПП. Значения стандартизованных атрибутов определяются на основе принципов, установленных в исо/мэк 9126, а также определение внутренних и внешних атрибутов в исо/мэк 25023, определение атрибутов качества в использовании в исо/мэк 25022

### Определение внутренних атрибутов

атрибуты качества	данных	формула и вычисления	измерен
альная адекватность	число функций, которые не адекватными предписанных м обеспечением	= число функций, которые адекватными для решених задач программ В = общее ческое количество функций	Чем ближе к 1, тем функции.
альная законченность	число отсутствующих в спецификациях обнаруженных	A = Число отсутствующих в спецификациях требований при обзоре. В = Ошибки, описанных в спецификациях требований	Чем ближе к 1, тем функциональнее выполнения.
альная точность	число функций, требования ной точности	число функций, в которых вычислительной точностью обеспечиваются требования точности должны	Чем ближе к 1, тем выше точность.
ность данных на формате данных	число форматов данных, которые	Число форматов данных, некоторые из которых были осуществлены как требуется	Чем ближе к 1, тем выше качество интерфейса.

		ы правильно, спецификациях	яях В=Число форм интерфейса с установленными в спецификациях	
	льность интерфейса	число протоколов, которые правильно, спецификациях	число протоколов интерфейса, соответствующих требованиям	. Чем ближе к 1, тем лучше.
	ение отказа	число обнаруженных, которые приводят (или) к отказу ПО	=Число типов ошибок, которых может привести к отказу критический отказ ПО в ошибок, которые могут быть связаны с отказами, оговоренными в спецификациях.	Чем больше X, тем лучше. Медотвращение отк
	ваемость	число осуществленных восстановлений в обзоре	=Число осуществленных восстановлений в обзоре В=Число восстановления	Чем X больше, тем лучше. Активизируется

### Определение внешних атрибутов

## Определение внешних атрибутов

Таблица 2

№	Внешние атрибуты качества	Метод сбора данных	Измерение, формула и вычисления элемента данных	Интерпретация измеренного значения
1	Восстанавливаемость	Подсчитать число функций, пригодных для выполнения указанных задач после отказа	X = 1–A/B A = Число функций, обнаруженных при тестировании после отказа, которые не пригодны для выполнения указанных задач B = Число протестированных функций	0 <= X <= 1 Чем ближе к 1, тем лучше.
2	Функциональное покрытие (охват) выполнения	Сделать функциональные тесты (тест черного ящика) системы согласно спецификациям требований. Подсчитать число неправильно выполненных или пропущенных функций, обнаруженных при тестировании	X = 1–A/B A = Число неправильно выполненных или отсутствующих функций, обнаруженных при тестировании B = Число функций, описанных в спецификациях требований	0 <= X <= 1 Ближе к 1.0 – лучше.

## Определение внешних атрибутов

Таблица 2 (продолжение)

№	Внешние атрибуты качества	Метод сбора данных	Измерение, формула и вычисления элемента данных	Интерпретация измеренного значения
3	Функциональная стабильность (изменчивость) спецификации	Подсчитать число функций, описанных в функциональных спецификациях, которые пришлось изменить или добавить, после того, как система введена в эксплуатацию	X = 1 - A/B A = Число измененных функций, обнаруженных при тестировании B = Число функций, описанных в спецификациях требований	0 <= X <= 1 Ближе к 1.0 – лучше.
4	Точность ожидания	Провести входные–выходные тесты и сравнить выходные результаты с разумно ожидаемыми. Подсчитать число случаев, с неприемлемым отличием от разумно ожидаемых результатов в определенный период времени	X = A / T A = Число случаев, с неприемлемым различием от разумно ожидаемых результатов. T = Время эксплуатации	0 <= X Ближе к 0 – лучше.

## Определение внешних атрибутов

Таблица 2 (продолжение)

№	Внешние атрибуты качества	Метод сбора данных	Измерение, формула и вычисления элемента данных	Интерпретация измеренного значения
5	Аудит доступа	Подсчитать число “доступов пользователя к системе и данным”, зарегистрированное в базе данных истории доступа, сделанное за время тестирования	X = A / B A = Число “доступов пользователя к системе и данным” B = Число “доступов пользователя к системе и данным”, сделанных во время оценивания	0 <= X <= 1 Ближе к 1.0 – лучше.
6	Контролируемость доступа	Подсчитать число обнаруженных различных типов незаконных действий, связанных с доступом к системе	X = A / B A = Число обнаруженных различных типов незаконных действий B = Число типов незаконных действий в спецификации	0 <= X <= 1 Ближе к 1.0 – лучше.
7	Плотность отказов	Подсчитать число обнаруженных отказов во время выполнения тестов	X = A1 / A2 A1 = Число обнаруженных отказов A2 = Число выполненных тестов	0 <= X Зависит от стадии испытания. На поздних стадиях, меньше – лучше.

## Определение атрибутов качества в использовании

## Определение атрибутов качества в использовании

Таблица 3

№	Атрибуты качества в использовании	Метод сбора данных	Измерение, формула и вычисления элемента данных	Интерпретация измеренного значения
1	Результативность задачи	Подсчитать число отсутствующих или ошибочных компонентов при выполнении задачи пользователями	$M1 = 1 - \sum Ai$ $Ai$ – весовое значение отсутствующего или ошибочного компонента при выполнении задачи пользователями	$0 \leq M1 \leq 1$ Ближе к 1.0 – лучше.
2	Завершение задачи	Подсчитать количество завершенных задач пользователями	$X = A / B$ $A$ = количество завершенных задач $B$ = общее количество задач	$0 \leq X \leq 1$ Ближе к 1.0 – лучше.
3	Частота ошибок	Подсчитать количество ошибок, сделанных пользователем за определенное время или по отношению к определенному количеству задач	$X = A/T$ , $A$ = количество ошибок, сделанных пользователем, $T$ = время или число задач	$0 \leq X$ , чем ближе 0, тем лучше

## Определение атрибутов качества в использовании

Таблица 3 (продолжение)

№	Атрибуты качества в использовании	Метод сбора данных	Измерение, формула и вычисления элемента данных	Интерпретация измеренного значения
4	Эффективность задачи	Подсчитать число отсутствующих или ошибочных компонентов за время выполнения задачи пользователями	$X = M1/T$ , $M1$ = результативность задачи, $T$ = время выполнения задачи $X$ = весовое значение / время	$0 \leq X$ , чем больше, тем лучше
5	Экономическая производительность	Подсчитать число отсутствующих или ошибочных компонентов и общую стоимость выполнения задачи пользователями	$X = M1/C$ , $M1$ = результативность задачи, $C$ = общая стоимость выполнения задачи $X$ = весовое значение / стоимость	$0 \leq X$ , чем больше, тем лучше

## Определение атрибутов качества в использовании

Таблица 3 (продолжение)

№	Атрибуты качества в использовании	Метод сбора данных	Измерение, формула и вычисления элемента данных	Интерпретация измеренного значения
6	Безопасность людей при использовании системы	Выявить число людей подвергающихся опасности при работе с системой. Определить общее количество людей работающих в системе	X=1-A/B, A = число людей подвергающихся опасности при работе с системой, B = общее количество людей, работающих с системой	0 <= X <= 1 Ближе к 1.0 – лучше.
7	Удовлетворение в анкетном опросе	Подсчитать количество положительных ответов данных в анкете пользователем, связанной с удовлетворением пользователей, а также общее количество ответов данных пользователем	X=Σ(Ai)/n, Ai = положительный ответ на вопрос, n = количество ответов	0 <= X <= 1 Ближе к 1.0 – лучше.

## Нормализация

### атрибутов. Общие положения

**Нормализация** – это процесс приведения значений свойств объектов исследований в единой безразмерной шкале

Нормализация необходима для последующей математической обработки этих значений, с целью получения комплексных значений свойств, определенных характеристиками и подхарактеристиками в модели оценки качества системы/ПП

#### Методы нормализации:

Векторный

Линейный

Нелинейный (метод Белтуша)

Наиболее предпочтительная – линейная, она позволяет нормировать значения различных свойств объекта на основе приведения их не только к общей безразмерной шкале, но и к единому интервальному диапазону от 0 до 1

В общем виде, при постановке задачи линейной нормализации, определяется матрица свойств объектов вида:  $|a_{ij}|$

Линейная нормализация, используя шкалу существующих свойств объекта преобразует значения  $a_{ij}$  в нормализованные значения  $b_{ij}$

$$[a_{ij \min}; a_{ij \max}]$$

Расчетные нормализованные значения зависят от интервала

Общие формулы получения нормализованных значений:

$$b_{ij} = \frac{a_{ij} - a_{ij\min}}{a_{ij\max} - a_{ij\min}}, \text{ если } b_{ij} \text{ максимизируются } 0 \leq b_{ij} \leq 1$$

$$b_{ij} = \frac{a_{ij\max} - a_{ij}}{a_{ij\max} - a_{ij\min}}, \text{ если } b_{ij} \text{ минимизируются } 0 \leq b_{ij} \leq 1,$$

где  $a_{ij\max}$  – максимальное значение нормализуемого свойства,  
 $a_{ij\min}$  – минимальное значение нормализуемого свойства

**Задача линейной нормализации атрибутов** – определение вектора полученных измеренных или оцененных значений  $|P_i|$

Значения вектора  $P_i$  преобразуются в нормализованные значения  $b_i$

$$[P_{i\min}; P_{i\max}]$$

Нормализованные значения атрибутов зависят от интервала и определяется:

$$b_i = \frac{P_i - P_{i\min}}{P_{i\max} - P_{i\min}}, \text{ если } b_i \text{ максимизируется } 0 \leq b_i \leq 1$$

$$b_i = \frac{P_{i\max} - P_i}{P_{i\max} - P_{i\min}}, \text{ если } b_i \text{ минимизируется } 0 \leq b_i \leq 1$$

где  $P_{i\max}$  – максимальное значение атрибута,

$P_{i\min}$  – минимальное значение атрибута

**Нормализация атрибутов с учетом допустимых значений**

$$[P_{i\min}^k; P_{i\max}^k] \text{ и } [P_{i\min}^k; \infty]$$

Атрибут измеряется в интервале

$$0 \leq b_i \leq 1, \text{ то } b_i = \frac{P_i^k - P_{i\min}^k}{P_{i\min\text{don}}^k - P_{i\min}^k}$$

Если  $b_i$  максимизируется ( $P_i^k$  - улучшается)

При  $P_i^k \geq P_{i\min\text{don}}^k$   $P_i^k$  принимает значение  $P_{i\min\text{don}}^k$  и  $b_i = 1$

$$0 \leq b_i \leq 1, \text{ то } b_i = \frac{P_{i\max}^k - P_i^k}{P_{i\max}^k - P_{i\max\ don}^k}$$

Если  $b_i$  минимизируется

При  $P_i^k \leq P_{i\max\ don}^k$   $P_i^k$  принимает значение  $P_{i\max\ don}^k$  и  $b_i = 1$

### Вычисление нормализованных значений атрибутов

## Вычисление нормализованных значений атрибутов

№	Область принимаемых значений атрибутов	Интерпретация области принимаемых значений атрибутов	Вычисление нормализованного значения атрибутов
1.	$0 \leq P_i^k \leq P_{i\max}^k$ ( $P_i^k \rightarrow P_{i\max}^k$ )	Компонент может принимать значение от 0 до $P_{i\max}^k$ (чем ближе значение к $P_{i\max}^k$ , тем лучше)	$b_i = \frac{P_i^k}{P_{i\max}^k}$
2.	$0 \leq P_i^k \leq P_{i\max}^k$ ( $P_i^k \rightarrow 0$ )	Компонент может принимать значения от 0 до $P_{i\max}^k$ (чем ближе значение к 0, тем лучше)	$b_i = 1 - \frac{P_i^k}{P_{i\max}^k}$
3	$0 \leq P_i^k (\rightarrow \infty)$	Компонент может принимать значения от 0 и выше (чем большее значение, тем лучше)	при $P_i^k \geq P_{i\min\ don}^k$ , $b_i = 1$ при $P_i^k < P_{i\min\ don}^k$ , $b_i = \frac{P_i^k}{P_{i\min\ don}^k}$
4.	$0 \leq P_i^k (\rightarrow 0)$	Компонент может принимать значения от 0 и выше (чем меньшее значение, тем лучше)	при $P_i^k \leq P_{i\max\ don}^k$ , $b_i = 1$ при $P_i^k > P_{i\max\ don}^k$ , $b_i = \frac{P_{i\max\ don}^k}{P_i^k}$

### Определение метрических показателей

Метрический показатель качества ( $M_i^k$ ) определяется как функция измерения значений единичного или обобщенного показателя свойств качества, и значений таких же показателей базового образца или таких же нормативно установленных значений

В соответствии с комплексным методом квалиметрии (оценка свойства  $k$  определяется функциональной зависимости показателей свойств от базовых показателей свойств объекта, т.е. аналогов объектов исследования):

В соответствии с комплексным методом квалиметрии:

$K_{ij} = f(P_{ij}; P_{ij\text{баз}})$ , при линейной зависимости:

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{ij}^{\text{баз}}}$$

В большинстве методик эта функциональная зависимость имеет линейную форму и определяется

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{ij}^{\text{баз}}}$$

Если принять  $P_{ij} = P_i^k$ , а  $P_{ij\text{баз}} = P_i^k_{don}$ , то  $M_i^k = K_i^k$ .

М -метрический показатель качества, k – относительный показатель качества (оценка качества)

Тогда  $K_i^k = f(P_i^k; P_i^k_{don})$ , а, в случае линейной зависимости:

$$K_i^k = \frac{P_i^k}{P_i^{k\text{доп}}} \text{, при условии } b_i = \frac{P_i^k - P_{i\min}^k}{P_{i\min don}^k - P_{i\min}^k}, \quad b_i = \frac{P_{i\max}^k - P_i^k}{P_{i\max}^k - P_{i\max don}^k},$$

В соответствии с линейной нормализации нормализованные значения атрибутов могут быть определены по формулам

$$b_i^k = \frac{P_i^k}{P_{i\min don}^k}, \quad b_i^k = \frac{P_{i\max don}^k - P_i^k}{P_{i\max}^k - P_i^k}, \text{то } M_i^k = K_i^k \cdot b_i^k$$

Метрические показатели качества представляют собой нормализованные значения атрибутов качества (б)

#### Получение комплексных значений показателей качества ПО

Комплексный показатель качества есть показатель, получаемый как средневзвешенное числовое значение его составляющих метрических или самих же комплексных показателей качества, расположенных на нижележащих уровнях иерархии модели требований и оценки качества

Комплексные значения показателей качества определяются на основе комплексного метода квалиметрии, а также метода анализа иерархии

Комплексные показатели качества определяются показателями качества нижележащих уровней в модели оценки качества ПП

$$K_i^k$$

- обозначение всех показателей в модели оценки

$$M_i^k$$

- обозначение показателей в модели оценки нижнего уровня иерархии

Все метрические и комплексные показатели качества являются оценками (в соответствии с определением оценки качества)

$$(K_i^k; M_i^k) = K_i^k$$

Цель комплексирования – получение обобщенных значений показателей качества  $K_i^k$  (комплексных оценок атрибутов качества) на основе известных значений метрических показателей качества  $M_i^k$  (оценок атрибутов качества) с использованием соответствующих весовых коэффициентов  $\omega_i^k$

**Индексация показателей качества  $K_i^k$  (оценка качества) соответствует индексации атрибутов качества  $P_i^k$**

## **Способы вычисления комплексных показателей качества:**

## Средневзвешенный арифметический

## Средневзвешенный геометрический

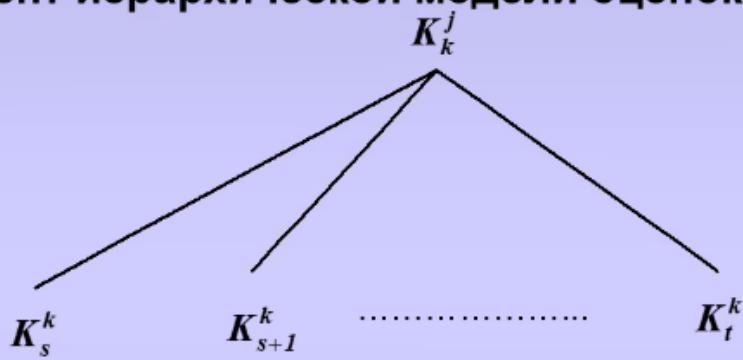
## Средневзвешенный гармонический

Вычисления значений любой средневзвешенной арифметической оценки атрибутов качества:

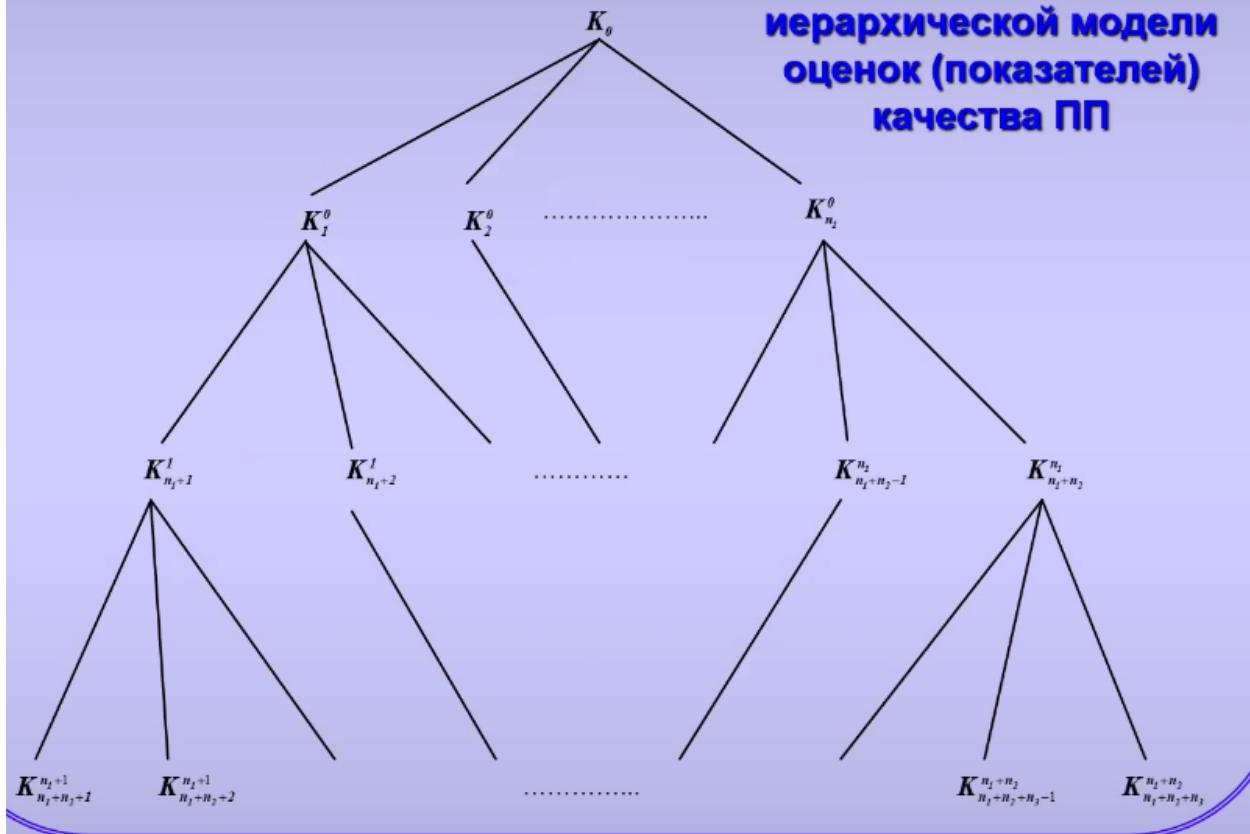
$$K_k^j = \sum_{i=s}^t \left( K_i^k \omega_i^k \right)$$

Где  $s$  – номер первой оценки родственного атрибута качества на следующем уровне иерархии, а  $t$  – номер последней оценки родственного атрибута

## Фрагмент иерархической модели оценок качества



**Общая структура  
иерархической модели  
оценок (показателей)  
качества ПП**



Итоговая комплексная оценка качества ПО вычисляется средневзвешенным арифметическим способом:

$$K_0 = \sum_{i=1}^{n_1} (K_i^0 \omega_i^0)$$

$n_1$  – число компонентов на первом уровне иерархии

Вычисление средневзвешенного геометрического показателя:

$$K_k^j = \prod_{i=s}^t (K_i^k)^{\omega_i^k} \quad K_0 = \prod_{i=1}^{n_1} (K_i^0)^{\omega_i^0}$$

Вычисление средневзвешенного гармонического показателя:

$$K_k^j = \frac{\sum_{i=s}^t \omega_i^k}{\sum_{i=s}^t \frac{\omega_i^k}{K_i^k}} \quad K_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} \omega_i^0}{\sum_{i=1}^{n_1} \frac{\omega_i^0}{K_i^0}}$$

**Определение уровня качества ПП**

Качество программного продукта может быть оценено с двух точек зрения:

По отношению к базовым аналогам, соответствующим лучшим практикам (1)

По отношению к потребностям заказчиков или потенциальных пользователей (2)

### **Определение уровня качества по отношению к базовым аналогам (1)**

#### Основные характеристики:

При наличии определенных исследований в области лучших практик при создании аналогичных ПП могут устанавливать шкалы градаций качества на основе базовых образцов. Требования к качеству ПП на основе базовых аналогов или образцов могут устанавливаться в нормативных документах в соответствии с градациями качества лучших практик (установление шкалы градаций качества на основе базовых образцов)

Для корректной оценки качества методики вычисления показателей лучших практик (базовых образцов) методики вычисления качества оцениваемого ПП должны быть согласованы (корректность оценки качества должна быть обеспечена единством методов и подходов оценки рассматриваемого ПП и базовых образцов)

В случае оценки ПП по отношению к базовым образцам допускается возможность компенсации одних характеристики качества за счет других характеристик (нет нормализации)

#### Метод оценки:

Сравнение значений оцениваемого ПП с соответствующими значениями аналогичного программного продукта

#### Результат оценки:

Определяется место оцениваемого ПП в ранжированном ряду качества аналогичных объектов

### **Пример циклограммы, отражающей уровень качества программного продукта по отношению к лучшим практикам**



Красный – уровень качества базового образца

### **Оценка соответствия требованиям, определенными условиями договоров или потенциальными пользователями ПП (2)**

#### Основные характеристики процесса:

Качественным может считаться программный продукт, соответствующий любым требованиям, установленным в нормативно-технических документах

Необходима разработка (на основе требований заказчиков, которые могут не совпадать с базовыми) и установка минимально необходимых и достаточных требований к качеству ПП в нормативно-технических документах

Показатели качества ПП представляют собой степень оцененного соответствия атрибутов качества требованиям

Качество определяется на любом декомпозиционном уровне иерархии модели оценки, однако, в основном, его оценка осуществляется на нижнем иерархическом уровне (метрические показатели качества выражают степень соответствия атрибутов требованиям на самом нижнем уровне)

Показатели качества ПП на более высоких уровнях иерархии модели оценки представляют собой результаты комплексной обработки метрических показателей и характеризуют обобщенное производное качество

Нормативные значения компонент требований устанавливаются на самом нижнем уровне декомпозиции в модели требований, а вышележащие компоненты требований могут устанавливать лишь нормативные значения их оценок

Значения компонентов требований в нормативном документе могут быть представлены значениями характеристик соответствующих аналогов ПП

Взаимная компенсация различных характеристик при оценке соответствия требованиям недопустима. В этом случае предполагается лучшие значения характеристик ограничивать допустимыми нормативными значениями, которые установлены в нормативных документах (если значения больше, то нужно взять значение из нормативов)

Полная степень соответствия требованиям характеризует высокий уровень качества ПО

В большинстве случаев не полная степень соответствия. При не полной степени соответствия требованиям ПП – введение нормативных показателей качества, характеризующих допустимые уровни соответствия требованиям

#### Метод и результат оценки:

Сравнение вычисленных показателей качества ПП с установленным допустимыми уровнями соответствия в модели требований позволяют определить приемлемый уровень соответствия исследуемого программного продукта

В нормативных документах могут устанавливаться нормативные уровни качества, отражающие степень достижения требований оцениваемым ПП

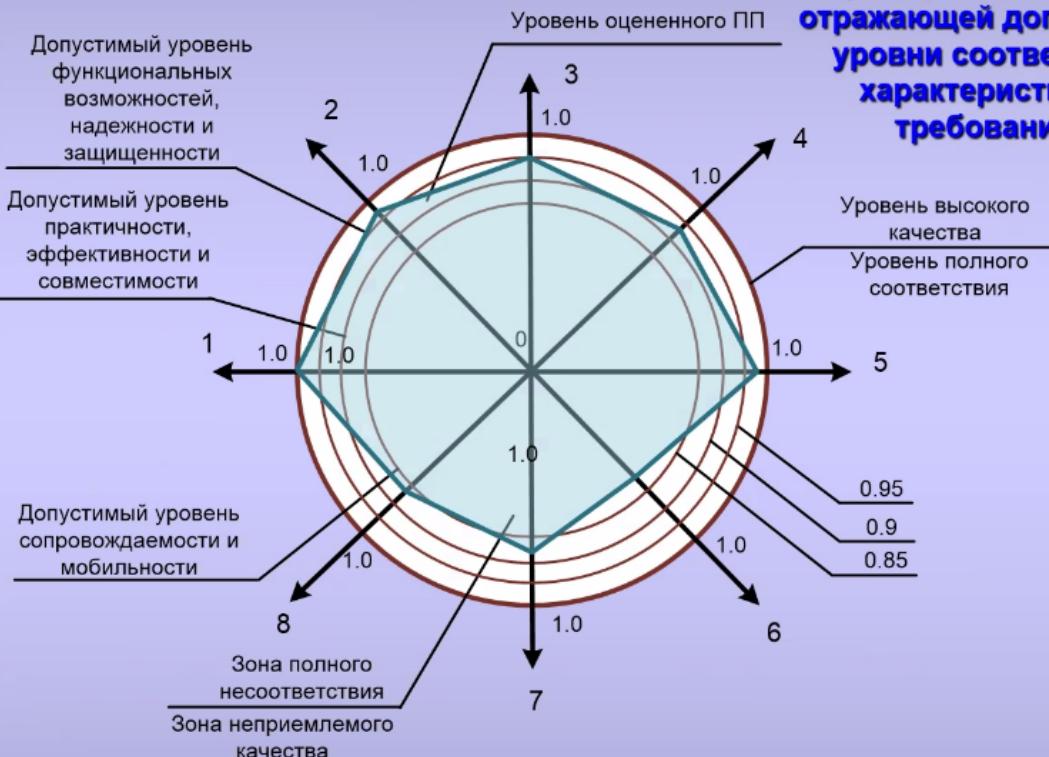
Сравнение вычисленных показателей качества ПП с установленными уровнями качества позволяют определить приемлемый уровень качества исследуемого ПП

#### Вывод

**Качество** программного продукта определяется как степень соответствия установленным требованиям, а **уровень качества** как проекция степени соответствия ПП требованиям на установленную шкалу уровней качества

**Пример циклограммы, отражающей допустимые уровни соответствия характеристик ПП требованиям**

### Пример цикограммы, отражающей допустимые уровни соответствия характеристик ПП требованиям



### Пример цикограммы, отражающей достижимые уровни качества характеристик ПП

### Пример цикограммы, отражающей достижимые уровни качества характеристик ПП



### Принятие решений по обеспечению качества ПП

Принятие решений по обеспечению качества связано с необходимостью достижения соответствия требованиям и/или требуемого уровня качества, установленные в спецификации требований, в промежуточных точках контроля качества, а также определенные потребностями потребителей

Достижение требуемого качества обеспечивается на основе постоянного измерения и мониторинга качества разрабатываемого ПП

Оценка осуществляется в специально определенных точках ЖЦ, такими точками могут являться точки верификации

Достижение требуемого качества ПП возможно только при его полноценном всестороннем тестировании на соответствие всем установленным требованиям в спецификациях, а также наблюдением за пользователями в конкретной среде использования ПП

Такая ситуация возможна на завершающей стадии разработки в момент поставки и к началу функционирования ПП, на завершающих циклах процесса верификации и в процессе валидации ПП, мониторинге потребителей и социологических исследований

Наиболее полный сбор данных для оценки качества (в модели системы/ПП) обеспечивается к концу процесса верификации, а для оценки качества в использовании в процессе функционирования ПП

Валидация заканчивается с поставкой, но это начала оценка качества в использовании

Достижение требуемого качества длительный процесс, который необходимо постоянно отслеживать в поддерживающих процессах верификации, валидации, а также в процессе функционирования

Для оценки качества на промежуточных этапах необходимо в соответствующих точках ЖЦ установить планируемые нормативные значения уровня качества ПП и определить объем собираемых данных при статическом и динамическом тестировании, мониторинге потребителей и социологических исследований.

Сбор данных должен быть достаточен для оценки качества

Для соответствующих категорий качества (внутреннее, внешнее качество, качество в использовании) должны быть определены их нормативные значения. Нормативные значения планируемого промежуточного внутреннего, внешнего качества и качества в использовании могут быть установлены в плане оценки качества ПП, спецификации требований к ПП, в плане статического и динамического тестирования, в плане мониторинга потребителей и социологических исследований

**Нормативные значения внутреннего, внешнего качества и качества в использовании могут быть установлены:**

Экспертными методами

Прогнозированием на основе прошлого опыта

Поэтапным прогнозированием качества ПП

С использованием статистических методов:

Сбор статистических данных на основе имитационного и математического моделирования

Установление вида зависимости факторов, влияющих на качество с использованием корреляционного анализа

Установление функциональной зависимости факторов на основе регрессионного анализа

**К основным факторам, влияющим на качество ПП и его прогнозирование, можно отнести:**

Размер и функциональная сложность проекта создания ПП

Оптимальное количество и компетентность разработчиков

Время выполнения работ

Трудоемкость статического и динамического тестирования, работ, связанных с мониторингом и социологическими исследованиями по отношению к общей трудоемкости работ, связанных с созданием ПП

Степень повторного использования продукта в новом проекте

Объем финансовых затрат

Материально-техническая база и уровень нормативно-технического обеспечения работ

**Принцип общего и поэтапного прогнозирования качества**

Для определения внутреннего качества необходимо подбирать данные для расчета внутренних атрибутов наиболее сильно связанных с целевыми внешними атрибутами

Прогнозирование качества в использовании основано на оценки промежуточного или полного внешнего качества

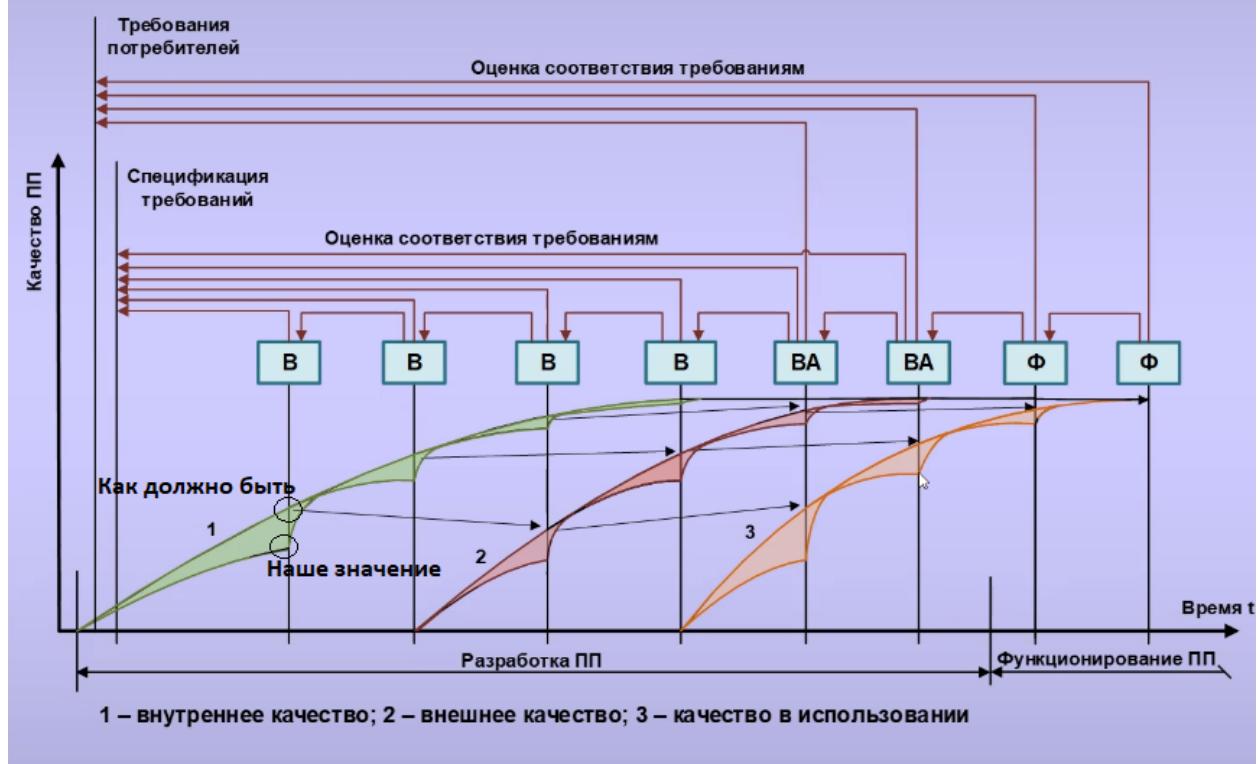
На ранних этапах разработки общее (комплексное) качество стремиться к нулю, а достигает своего максимума на последнем этапе верификации или при функционировании программного продукта

Кривые возрастания качества зависят от специфики ПП, организационно-технических и экономических факторов

Планируемые нормативные значения должны выполнять роль эталона при оценке промежуточного качества программного продукта

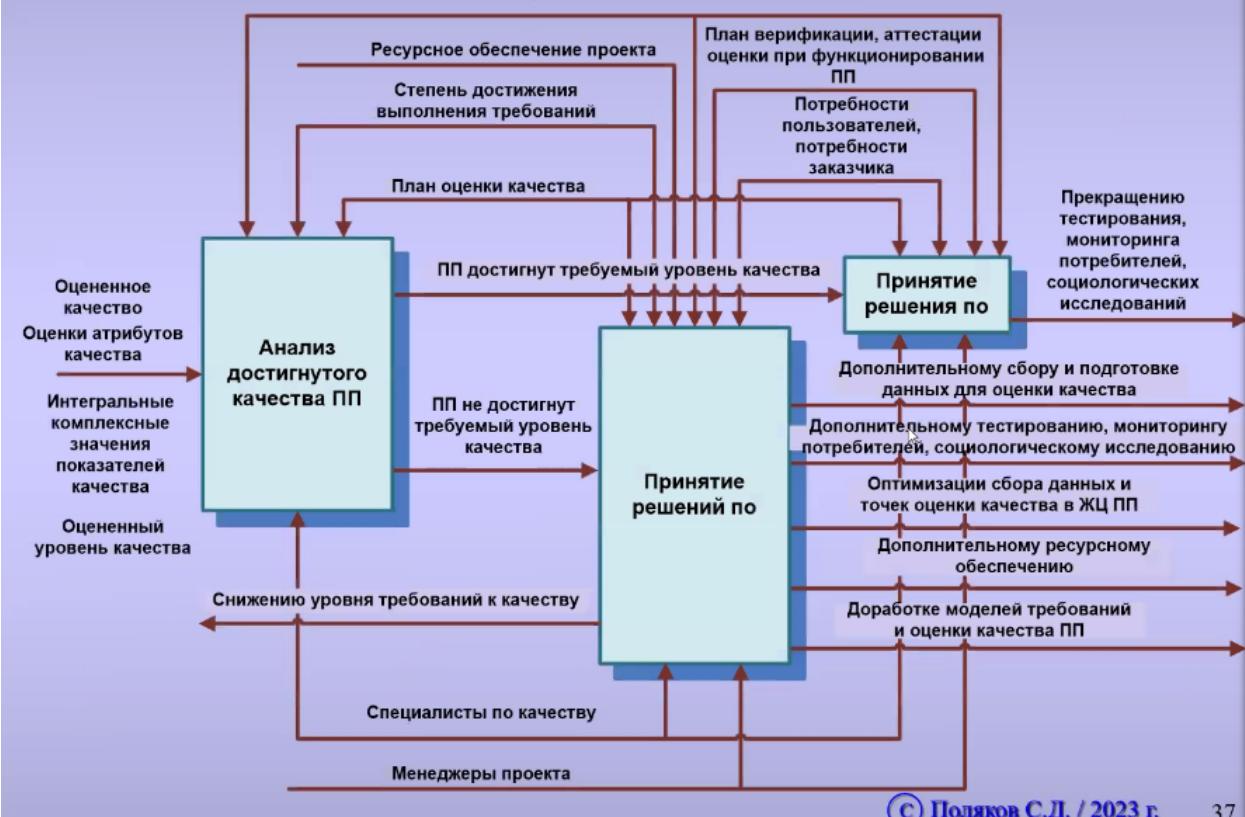
### Планируемое и оцененное качество в ЖЦ ПП

#### Планируемое и оцененное качество в жизненном цикле программного продукта



Кривая – это как должно быть, дуга снизу – это наше значение

### Процесс принятия решений по обеспечению качества ПП



Достижение на промежуточных стадиях соответствующих категорий качества может рассматриваться как сигнал прекращения процессов нижнего уровня верификации, валидации и оценки при функционировании, т.e статическое и динамического тестирование, мониторинг потребителей и социологических исследований для соответствующих точек для оценки промежуточного качества

Сэкономленные ресурсы могут быть задействованы для достижения запланируемого качества на следующих этапах оценки ПП

## **Лекции 13-14 (Лекция 12)**

# **Сертификация ПП. Принципы поддержки процесса сертификации программной продукции**

## Содержание

Независимая оценка качества - подтверждение соответствия (добровольная сертификация) программной продукции (ПП)

## Специальные модели оценки соответствия ПП

## Особенности тестирования программной продукции при сертификационных испытаниях

## Особенности нормализации и обобщения компонент оценки в модели оценки при сертификации программной продукции

Жесткая и гибкая схемы оценки соответствия. Циклограммы оценки соответствия

## Общие положения

## Нормативные документы в области сертификации:

Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «О техническом регулировании» (принят ГД ФС РФ 15.12.2002)

Постановление Госстандарта РФ от 10.05.2000 №26 (ред. от 05.07.2002) «Об утверждении Правил по проведению сертификации в Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 27.06.2000 № 2284)  
 Постановление Госстандарта РФ от 21.09.1994 № 15 (ред. от 11.07.2002) "Об утверждении "Порядка проведения сертификации продукции в Российской Федерации" (Не применяется с 13 мая 2017 года на основании приказа Минпромторга России от 5 апреля 2017 года N 1037)

### Формы подтверждения соответствия

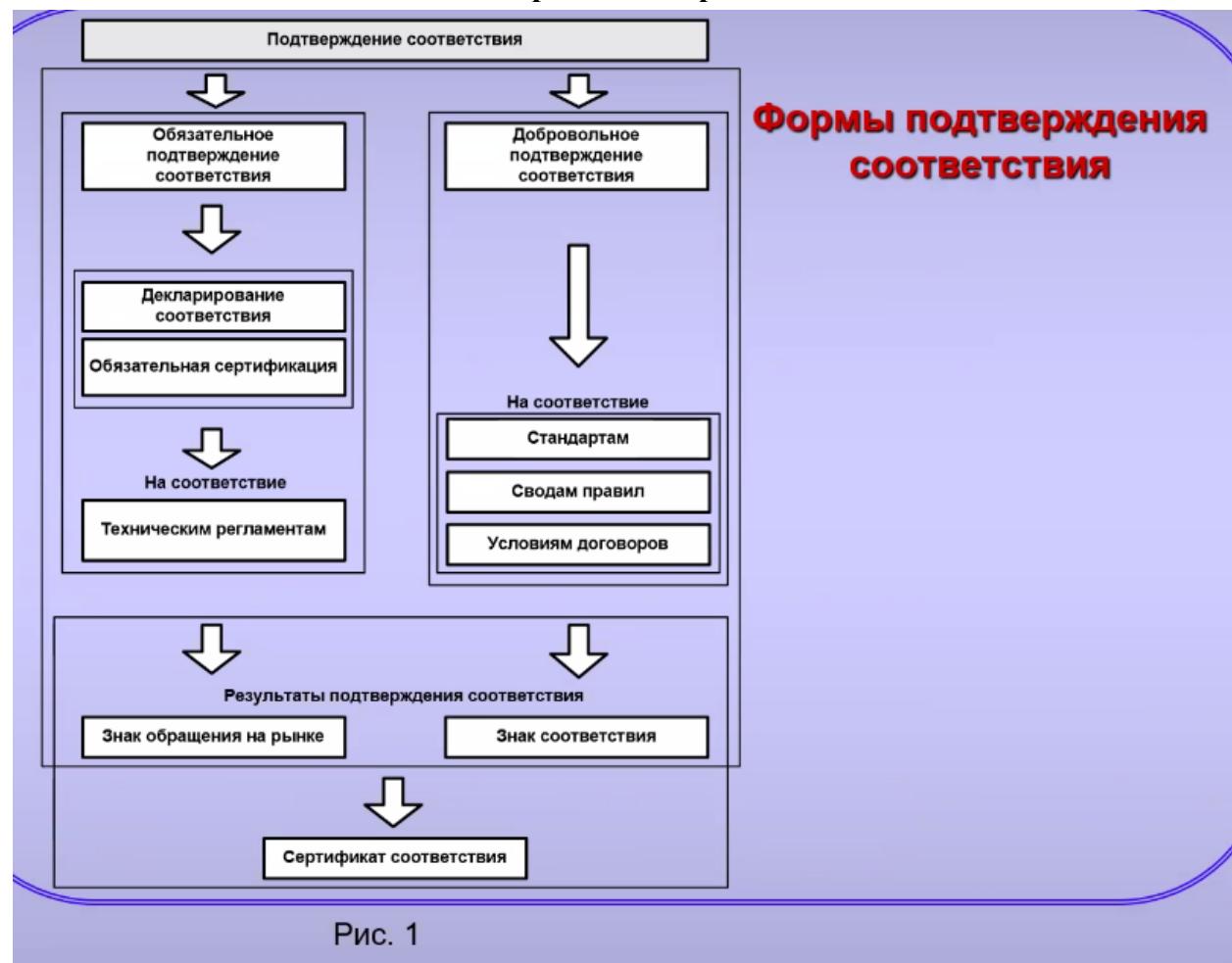


Рис. 1

### Последовательность проведения сертификации продукции

Стрелка вниз

и на сертификацию
шения по заявке, выбор схемы сертификации
ификация образцов и их испытания
здовства, если это предусмотрено схемой сертификации
ченных результатов и принятие решения о выдаче сертификата соответствия
ификата и разрешения на право применения знака соответствия
ние инспекционного контроля за сертифицированной продукцией
ющие мероприятия при нарушении соответствия продукции установленным требованиям
ание о результатах сертификации

Функциональная модель процесса сертификации

## Функциональная модель процесса сертификации ПП

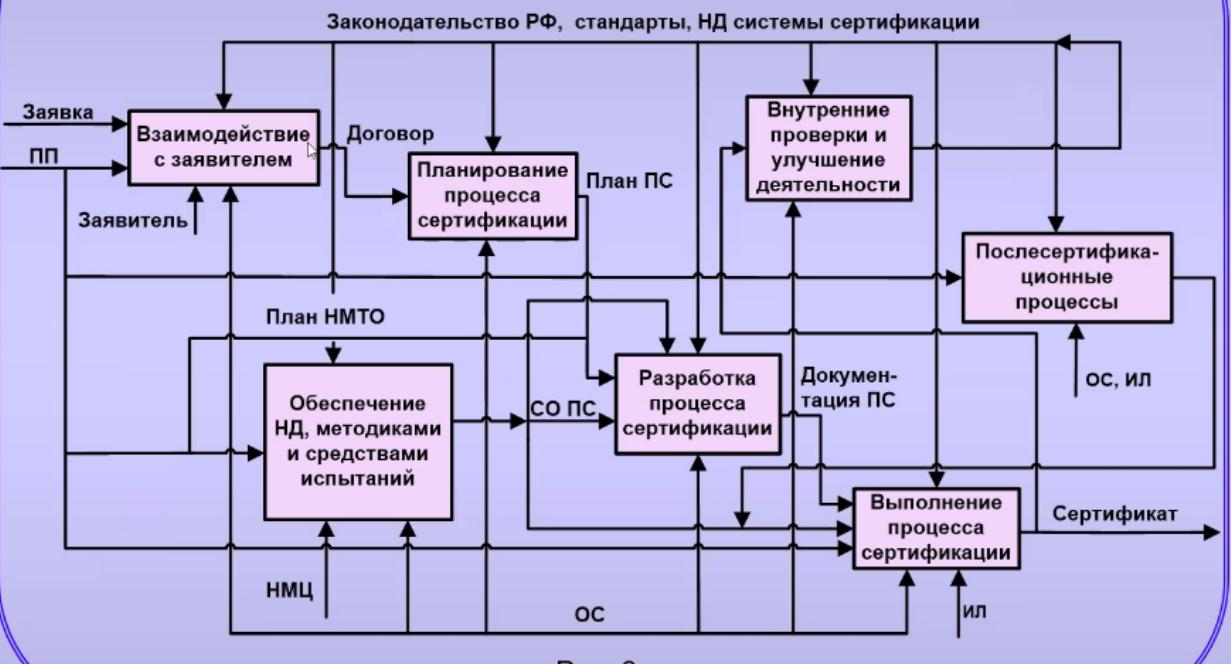


Рис. 3

6

### Принципы разработки моделей оценки ПП

#### Проблемы оценки соответствия программной продукции:

Сложность объекта – предполагает нетривиальность решения задачи разработки требований и методологии сертификации программной продукции

Слабая нормативно-техническая и методическая база Научно-методических центров систем сертификации  
Отсутствие системной поддержки со стороны международных и национальных стандартов обуславливает ряд существенных проблем, связанных с качеством оценки соответствия (сам процесс получается субъективный) при сертификации

Не согласованность требований нормативно-технических документов и применяемых методов оценки соответствия. Проблема не так существенна, когда требования нормативных документов свойственны конкретному ПП.

Не адекватность учета требований различных нормативных документов и специфики конкретных программных продуктов

При сертификации используются национальные стандарты, документы отраслевого уровня, которые содержат общие требования и не полностью учитывают специфику ПП. Для адекватности учета требований различных нормативных документов и специфики конкретных пп необходимо использовать формализованные иерархические модели оценки соответствия

#### Определения:

**Формулировка требований** – требование или комплекс требований в том числе к значениям характеристик, установленных в нормативном документе

**Требования к характеристике** – любое требование или комплекс требований, установленных к этой характеристике или ее значению

**Объект требований** – любой объект отличный от характеристики, к которому установлены в нормативном документе любое требование или комплекс требований

**Элемент требований** – любой объект требований или требования к характеристике нижнего уровня декомпозиции модели требований

Компонент требований – любой объект требований, требования к характеристике или элемент требований, установленные в нормативном документе

Объект оценки – оцениваемый объект, которому могут быть присущи те или иные характеристики или формулировки требований

Элемент оценки – любой тестируемый объект оценки или измеряемая характеристика (находится на самом нижнем уровне декомпозиции модели оценки)

Компонент оценки – любой объект оценки, характеристика или элемент оценки, который может быть объектом оценки на самом нижнем уровне декомпозиции

Элемент оценки соответствия – любой компонент оценки, являющийся отображением любого элемента требований

Оценка элемента – значение функции элемента оценки от его нормативного или допускаемого значения

Оценка компонента – оценка элемента или его комплексного значения (то что стоит на более высоком уровне)

### **Модель оценки программной продукции**

В следствии первичности компонента требований можно говорить о множестве компонентов оценки, являющийся отображением множества компонентов требований нормативного документов (множество компонентов оценки являются отображением множества компонентов требований нормативного документа)

Это отображение не четкое

### **Проблемы разработки нормативно технических документов для сертификации:**

Отсутствие единого подхода при формировании требований в нормативно-технических документах значительно усложняет оценку соответствия программной продукции

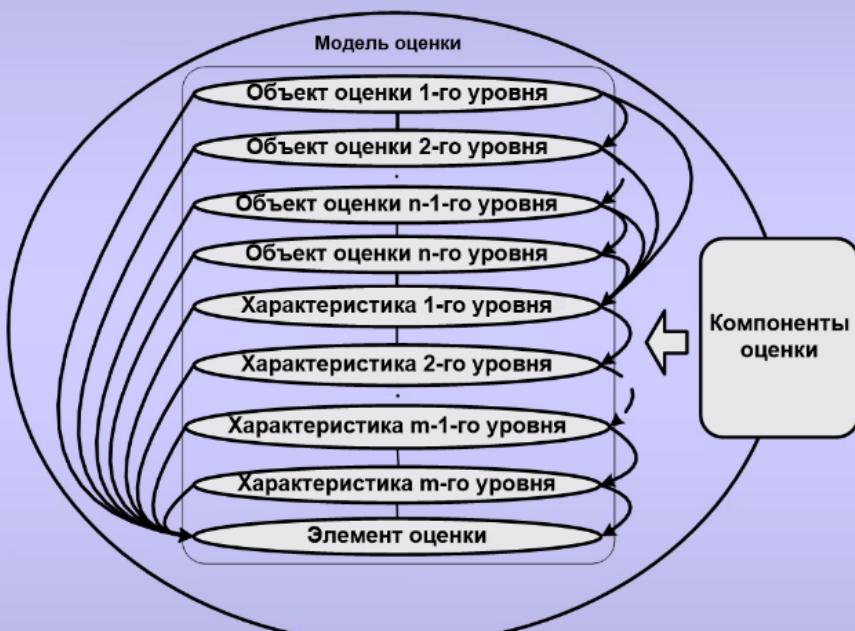
Недостаточный учет требований нормативного документа, может привести к неадекватно сформированным компонентам оценки, что на этапе сертификационных испытаний и последующей обобщенной оценке программной продукции может вызвать существенные искажения и несоответствия требованиям

Модель оценки представляет собой декомпозицию компонентов оценки, построенной на основе неформальной трансформации компонентов требований нормативного документа

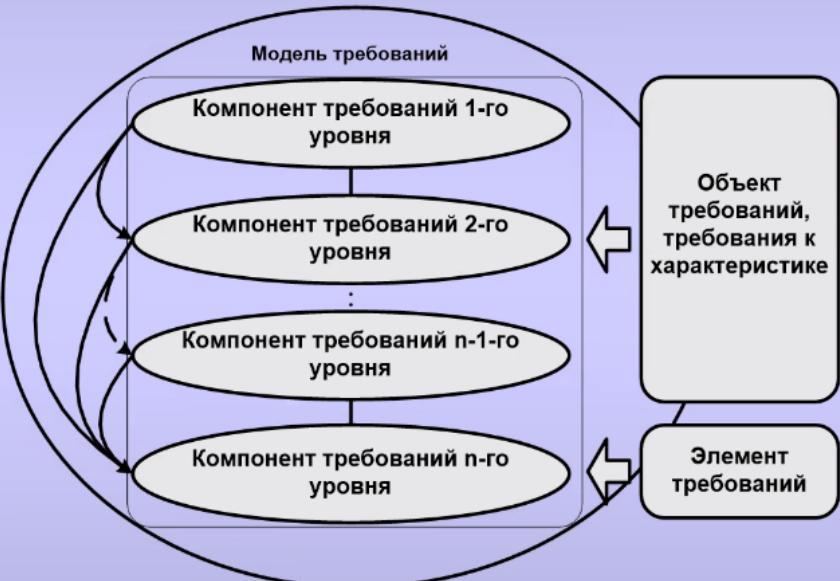
Результатом трансформации должна стать упорядоченная иерархическая совокупность объектов оценки, характеристик и элементов оценки

Основой для построения модели служит иерархия требований нормативного документа – модель требований

## Модель оценки программной продукции



## Модель требований программной продукции



Модель требований оригинальна для каждого конкретного нормативного документа и может включать различные компоненты требований

## Модель требований и оценки программной продукции

Наличие строгой иерархии компонентов требований нормативно-технических документов не может обеспечить их полную смысловую несогласованность на уровне объектов требований и требований к характеристикам

В общем случае, не представляется возможным формальное отображение компонентов требований в компоненты модели оценки

**Смысловая иерархическая несогласованность** – может наблюдаться у компонентов требований, когда они, не имея иерархической декомпозиции в нормативном документе, по смыслу предполагают такую иерархическую декомпозицию

**Смысловая семантическая несогласованность** – может наблюдаться у компонентов требований, когда их наименование по отношению к вышестоящему компоненту семантически различны

Для полного и адекватного учета требований нормативного документа при построении модели оценки, необходимо обеспечить иерархию компонентов оценки с «сильными связями» на основе их иерархической и семантической согласованности

**Иерархическое согласование может быть применено к характеристикам, семантическое согласование – к объектам оценки**

Если для построения модели оценки не требуется иерархическая согласованность компонентов, то не требуется и их семантическая согласованность

Если в нормативном документе присутствуют характеристики, то в соответствии с моделью оценки, они должны следовать после объектов оценки, характеристиками которых они являются, за исключением объектов оценки, являющиеся подмножеством элементов оценки

#### Модель оценки программной продукции



Рис. 4

14

В частном случае при иерархической согласованности требований компонентов требований в нормативно документе и полном покрытие требований элементов оценки конкретного ПП, мы можем говорить, что модель требований зеркально отображается на модель оценки

#### Модель требований оценки программной продукции

**Модель требований зеркально отображается на модель оценки при условии:**

иерархической согласованности компонентов требований в нормативном документе  
полном покрытии требованиями элементов оценки конкретного программного продукта  
В общем случае даже при наличии иерархической согласованности мы можем говорить лишь о зеркальном отображении модели требований только лишь на определенную часть модели оценки  
При не полном покрытии требованиями элементов оценки мы можем говорить лишь о зеркальном отображении модели требований на определенную часть модели оценки. Эта особенность характеризуется **степенью покрытия моделью требований модели оценки**, и может быть вычислена:

$$R = \frac{b - a}{b}, \quad 0 < a < b$$

a - число не покрытых компонент оценки компонентами требований, b - общее число компонентов оценки  
Если a = b, то это полное соответствие модели оценки и модели требований. A измеряется от 0 до b

#### **Модель оценки соответствия нормативному документу**

При разработке модели оценки из всего множества компонентов оценки выделим множество компонентов, покрытых и не покрытых компонентами требований

Для объектов оценки покрытые компоненты будут составлять подмножество по уровням иерархии от i = 1 до i = k, а для характеристики от j = 1 до j = s

**Модель оценки соответствия нормативному документу** – это подмножество модели оценки соответствия конкретного программного продукта

**Элемент оценки соответствия** – это любой объект оценки или характеристика, являющиеся отображением любого элемента требований

**Степень обобщения нормативного документа по отношению к специфике программного продукта:**

$$S + R = 1, \quad S = \frac{a}{b}, \quad 0 < a < b$$

#### **Модель оценки программного продукта**

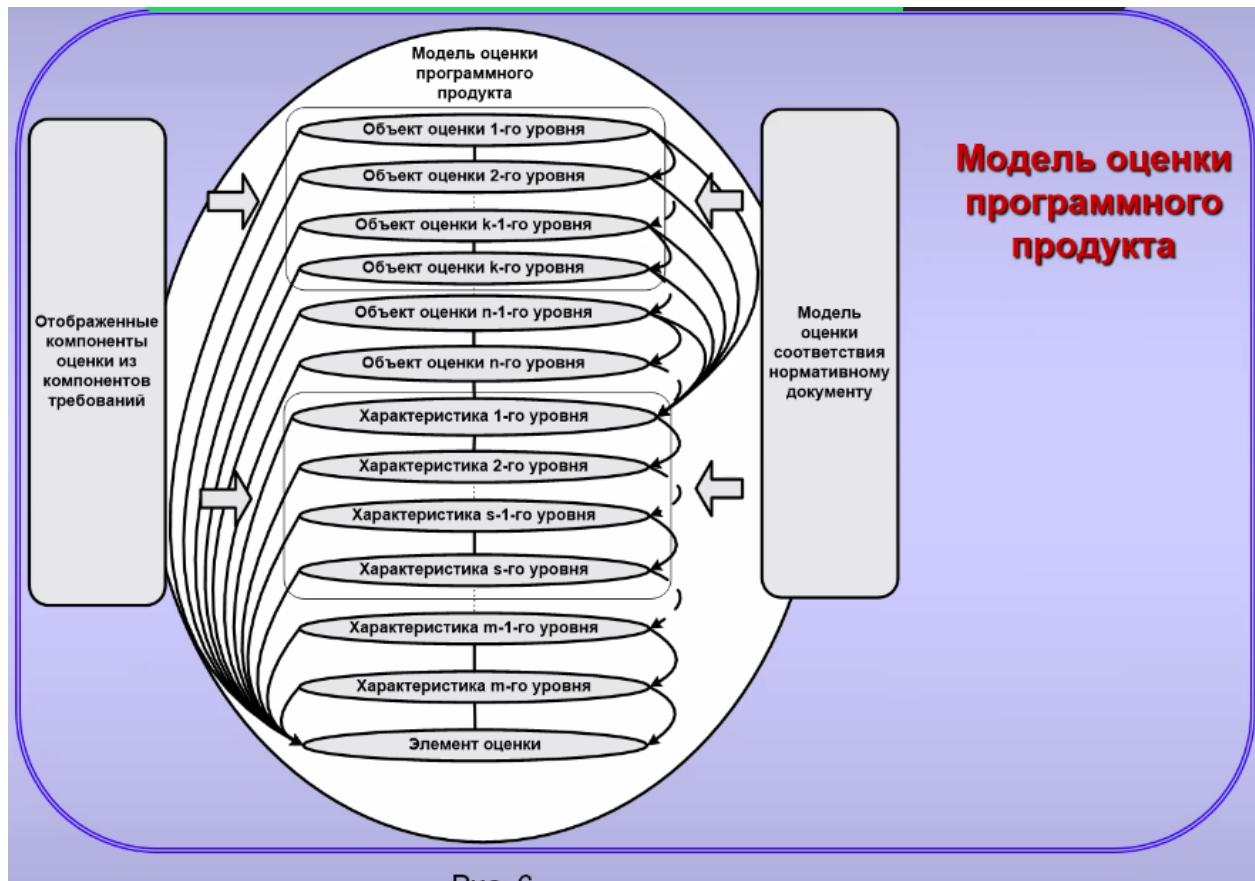


Рис. 6  
**Модель оценки соответствия нормативному документу**

При  $R = 1$  – полное покрытие требованиями оценочной модели и нулевая степень обобщения  $S = 0$  нормативного документа (характерно для спецификации требований или техническое задание)

При  $R$  не равно 1 не полное покрытие требованиями оценочной модели и не нулевая степень обобщения  $S$  не равно 0 нормативного документа относительно специфики программного продукта (примеры документов: технические условия, которые устанавливают общие требования к классу продуктов, национальные стандарты гост р исо 2501, 12119, гост р исо 9127)

Нормативно-технические документы в зависимости от  $R$  и  $S$

## Нормативно-технические документы в зависимости от *R* и *S*



В общем случае к разработанной модели соответствия нормативному документу можно достроить необходимые оценочные компоненты, которые будут специфические для конкретного ПП

Эти оценочные компоненты в совокупности будут составлять специфическую часть модели оценки

Нижние иерархические компоненты этой модели будут представлять элементы оценки, значения которых должны быть определены в ходе испытаний

По сути, эти элементы оценки будут являться элементами тестирования конкретного ПП

### Модели оценки программной продукции

**Элемент тестирования** – объект или совокупность объектов при испытаниях, сформированный на основе реализации программным продуктом той или иной его функциональной возможности или свойства выполнения этой функциональной возможности

Необходимость и достаточность тестовых элементов вытекает из модели оценки соответствия и ограничивается требованиями нормативного документа

Степень декомпозиции непокрытых иерархических оценочных компонентов может произвольно ограничиваться вплоть до исключения элементов оценки соответствия нормативному документу

### Индексация компонентов в модели оценки

$$P = \{P_0, P_1^0, \dots, P_n^m\} - \text{совокупность компонентов оценки}$$

Каждый компонент характеризуется своим номером  $i$  в пределах данной модели,  $i = 0, 1, \dots, n$ , где  $n$  – общее число компонентов оценки. Верхний индекс  $k$  определяет номер родственного компонента  $P_k^i$ , расположенного на предыдущем уровне иерархии

$$P_i^k \in P$$

весовой

В созданной модели необходимо поставить в соответствие каждому элементу

$$\omega_i^k$$

коэффициент

Весовые коэффициенты в каждой родственной группе компонентов оценки необходимо определять с помощью известных методов экспертной оценки

### **Методы экспертной оценки**

Применяемые методы экспертной оценки при сертификации программной продукции аналогичны методам, используемым при формировании модели требований и оценки в процессе разработки ПП

#### **Метод экспертного ранжирования**

Задача: Пусть  $P_1, P_2, \dots, P_n$  – совокупность компонентов оценки вышестоящего родственного компонента на каком-либо уровне иерархии.  $Q_{ij}$  – значение ранга  $i$ -го компонента в зависимости от мнения  $j$  – го эксперта

Цель – получение на основе значений рангов  $Q_{ij}$ , присвоенных каждому компоненту  $m$  экспертами, множества весовых коэффициентов  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ , поставленных в соответствие компонентам  $P_1, P_2, \dots, P_n$

Метод экспертного ранжирования может быть применен к компонентам модели оценки при сертификации программной продукции путем формальной замены компонентов требований  $N_1, N_2, \dots, N_n$  на компоненты оценки  $P_1, P_2, \dots, P_n$

#### **Метод непосредственной оценки**

Задача: Пусть  $P_1, P_2, \dots, P_n$  – совокупность компонентов оценки вышестоящего родственного компонента на каком-либо уровне иерархии

Цель – получение на основе оценок  $a_{ij}$ , назначенных каждому компоненту  $m$  экспертами, множества весовых коэффициентов  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$ , поставленных в соответствие компонентам  $P_1, P_2, \dots, P_n$ .

Метод непосредственной оценки может быть применен к компонентам модели оценки при сертификации программной продукции путем формальной замены компонентов требований  $N_1, N_2, \dots, N_n$  на компоненты оценки  $P_1, P_2, \dots, P_n$

#### **Метод экспертных предпочтений (парных сравнений)**

Задача: Пусть  $P_1, P_2, \dots, P_n$  – совокупность компонентов оценки какого-либо уровня иерархии. Количественные суждения об относительном весе каждой пары компонентов ( $P_i, P_j$ ) представим с помощью квадратной матрицы парных сравнений  $A = (a_{ij})$ , ( $i, j = 1, 2, \dots, n$ )

Метод парных сравнений может быть применен к компонентам модели оценки при сертификации программной продукции путем формальной замены компонентов требований  $N_1, N_2, \dots, N_n$  на компоненты оценки  $P_1, P_2, \dots, P_n$

### **Принципы тестирования программной продукции**

При сертификации программной продукции применяется динамическое тестирование

**Тестирование может включать:**

Функциональная проверка

Испытания для определения рабочих характеристик

Тестирование в предельных режимах (характерно при проверке функциональных возможностей и надежности ПП. Возможно при оценки характеристик практичности, мобильности, эффективности, сопровождаемости)

**Методы тестирования:**

Экспериментальный

Экспертный

Социологический

**Основы процесса сертификационных испытаний:**

Планирование испытаний

Определение среды тестирования (состоит из физических средств тестирования и операционная система, под управлением которой функционирует ПП)

Разработка тестов и тестовых случаев

Тестирование

### Процесс тестирования программной продукции



Архитектура тестов

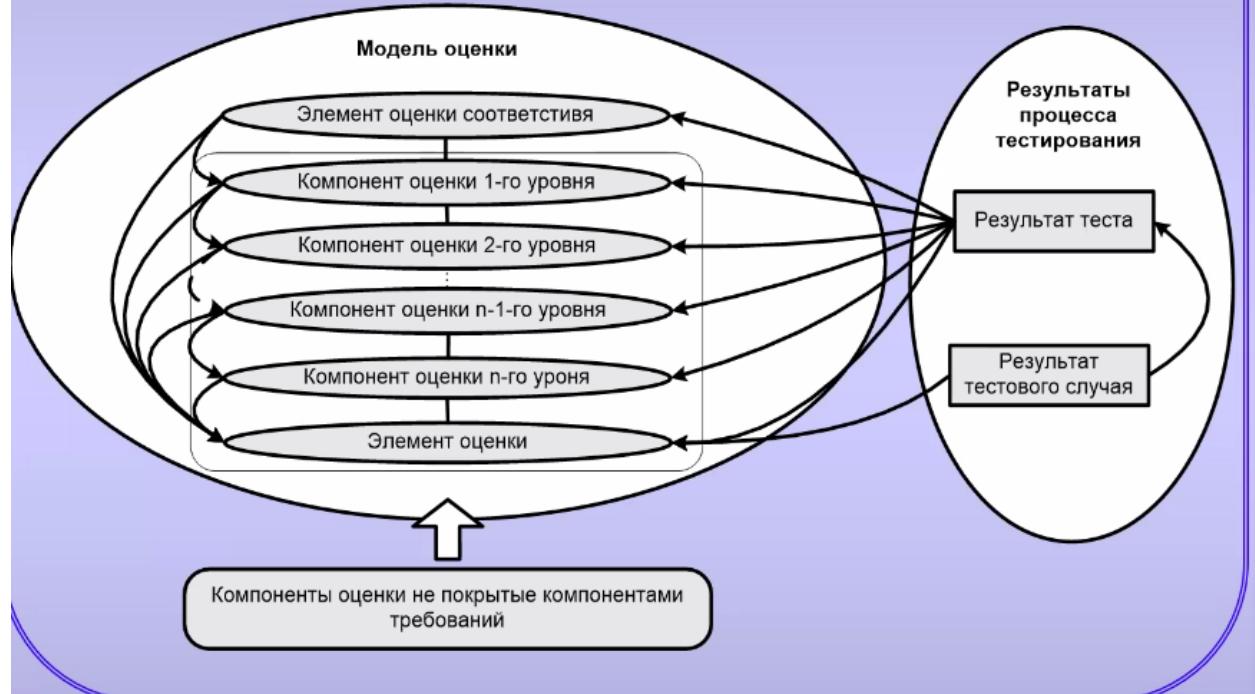


Компонентами при тестировании являются тест или тестовый случай с четко сформулированной целью, с определенностью средой тестирования, с известными начальными условиями для воспроизведимости результатов испытаний строго определенный ожидаемый результат с критериями успешного или неуспешного испытания

**Тестовый случай** - четко сформулированная цель тестирования, четко определенная среда тестирования, с известными начальными условиями, для воспроизводимости результатов испытаний строго определенный ожидаемый результат (выход) с критериями успешного или неуспешного испытания

Будем называть элементами тестирования элементы оценки в модели оценки, тогда значениями этих элементов оценки будут являться результаты выполнения тестов

## Взаимосвязь компонентов оценки и процесса тестирования



### Вычисление нормализованных значений элементов оценки в зависимости от области определения

Формула для определения нормализованных значений оценки формируются аналогично представленным в разделе лекции при нормализации атрибутов качества системы/ПП

## Вычисление нормализованных значений элементов оценки в зависимости от области определения

Таблица

№	Область определения элементов оценки	Интерпретация области определения элементов оценки	Вычисление нормализованного значения элемента оценки
1.	$P_{i\min}^k \leq P_i^k \leq P_{i\max}^k$ $(P_i^k \rightarrow P_{i\max}^k)$	Компонент может принимать значение от $P_{i\min}^k$ до $P_{i\max}^k$ (чем ближе значение к $P_{i\max}^k$ , тем лучше)	при $P_i^k \geq P_{i\min\text{don}}^k$ , $b_i = 1$ при $P_i^k < P_{i\min\text{don}}^k$ , $b_i = \frac{P_i^k - P_{i\min}^k}{P_{i\max\text{don}}^k - P_{i\min}^k}$
2.	$P_{i\min}^k \leq P_i^k \leq P_{i\max}^k$ $(P_i^k \rightarrow P_{i\min}^k)$	Компонент может принимать значения от $P_{i\min}^k$ до $P_{i\max}^k$ (чем ближе значение к $P_{i\min}^k$ , тем лучше)	при $P_i^k \leq P_{i\max\text{don}}^k$ , $b_i = 1$ при $P_i^k > P_{i\max\text{don}}^k$ , $b_i = \frac{P_{i\max}^k - P_i^k}{P_{i\max}^k - P_{i\max\text{don}}^k}$
3	$0 \leq P_i^k (\rightarrow \infty)$	Компонент может принимать значения от 0 и выше (чем больше значение, тем лучше)	при $P_i^k \geq P_{i\min\text{don}}^k$ , $b_i = 1$ при $P_i^k < P_{i\min\text{don}}^k$ , $b_i = \frac{P_i^k}{P_{i\min\text{don}}^k}$
4.	$0 \leq P_i^k (\rightarrow 0)$	Компонент может принимать значения от 0 и выше (чем меньше значение, тем лучше)	при $P_i^k \leq P_{i\max\text{don}}^k$ , $b_i = 1$ при $P_i^k > P_{i\max\text{don}}^k$ , $b_i = \frac{P_{i\max\text{don}}^k}{P_i^k}$

### Получение оценок элементов и их допустимых значений

В качестве формул линейной зависимости между значением элементов оценки  $P_i^k$  и его оценкой  $K_i^k$  можно предложить формулы линейной нормализации элементов оценки

$$\text{причем } b_i = K_i^k$$

Оценка качественных свойств осуществляется экспертизой от 0 до 1

$$\text{при } P_i^k \geq P_{i\min\text{don}}^k, b_i = 1; \text{ при } P_i^k < P_{i\min\text{don}}^k, b_i = \frac{P_i^k}{P_{i\min\text{don}}^k}, \text{ где } P_{i\min\text{don}}^k = P_{i\text{доп}}$$

Допускаемое максимальное или минимальное значение может назначаться экспертизой для каждого элемента оценки  $P_{i\text{доп}}^k$ .

Формула расчета относительных взаимосвязанных допускаемых значений элементов оценки:

$$P_{i\text{доп}}^k = \frac{\omega_i^k}{\omega_{i\max}^k} - \delta_i^k, \quad \text{где } P_{i\text{доп}}^k \quad \text{— компонент множества}$$

$\tilde{P}_{k\text{доп}}^j = \{P_{s\text{доп}}^k, P_{s+1\text{доп}}^k, \dots, P_{t\text{доп}}^k\}$  является допустимым значением компонента оценки  $P_i^k$  множества  $\tilde{P}_k^j = \{P_s^k, P_{s+1}^k, \dots, P_t^k\}$  с весовыми коэффициентами  $\omega_s^k, \omega_{s+1}^k, \dots, \omega_t^k$ .  $\omega_{i\max}^k = \max_{i=1}^n \omega_i^k$ ,  $\delta_i^k$  — допустимое

**Принципы комплексирования компонент программной продукции**

Цель – получение комплексных значений  $K_i^k$  оценок компонентов на основе известных значений  $\omega_i^k$  оценок элементов с использованием соответствующих весовых коэффициентов  $P_i^k$

Индексация оценок компонентов  $K_i^k$  соответствует индексации компонентов оценки  $P_i^k$  программной продукции

**В зависимости от степени разброса значений весовых коэффициентов  $\omega_i^k$  основными способами получения оценок являются:**

средневзвешенный арифметический;  
средневзвешенный геометрический;  
средневзвешенный гармонический.

Средневзвешенные значения оценок компонентов могут быть получены на различных уровнях иерархии модели оценки аналогично определению показателей качества в жизненном цикле ПО.

#### Разработка методических принципов оценки соответствия программной продукции

**Схемы оценки соответствия (в зависимости от степени обобщенности):**

Жесткая  
Гибкая

#### Условия жесткой схемы оценки соответствия

Нормативный документ  $\rightarrow S = 0$

Элементы оценки – элементы оценки соответствия

Элементам оценки соответствуют установленные нормативные значения (элементы требований), специфические для программного продукта

Нулевые значения коэффициентов весомости могут влиять только на тестовое покрытие при испытаниях программного продукта

Модель оценки соответствия нормативному документу тождественна всей модели оценки

#### Пример оценочной циклограммы для жесткой схемы оценки соответствия



#### Условия гибкой схемы оценки соответствия

Нормативный документы  $\rightarrow S$  не равно 0

Элементы оценки – не являются, в большинстве случаев, элементами оценки соответствия

Не используются нормативные значения элементов требований

Модель оценки соответствия нормативному документу может существенно изменяться в зависимости от специфики программного продукта

Нулевые значения коэффициентов весомости могут влиять не только на тестовое покрытие при испытаниях программного продукта, но и на модель оценки соответствия

#### Пример оценочной циклограммы для гибкой схемы оценки соответствия



При отсутствии в документах нормативных значений орган по сертификации может самостоятельно принимать решение о соответствии конкретного ПП конкретным компонент требованиям на основе установленных исключительно им допустимых значений тех или иных компонент или обработанных мнений независимых экспертов с применением математического инструментария (экспертные методы) или в соответствии с условиями договоров на сертификацию

Вне зависимости от схем оценки соответствия принципы обработки результатов тестирования оценки соответствия остаются едиными

## Лекция 15 (Лекция 13)

### Процессы создания типового нормативно-методического обеспечения для сертификации программной продукции

#### Содержание

Функциональные процессы создания типового нормативно-методического обеспечения для сертификации программной продукции

В том числе процессов создания:

моделей оценки требованиям нормативно-технических документов;

методик испытаний;

форм регистрации результатов тестирования;

протоколов испытаний;

форм регистрации результатов оценки соответствия;

отчетов по сертификации ПП

Процессы представлены функциональными моделями

Функциональные модели – совокупность процессов и информационных потоков, обеспечивающих создание комплекса нормативно-методических документов для сертификации программной продукции  
Функциональные модели представлены в соответствии со стандартом IDEF0

### Процесс создания типового нормативно-методического обеспечения для сертификации программной продукции



**Функциональные модели отражают следующие подпроцессы:**

Разработку модели оценки соответствия нормативному документу

Разработку модели оценки программного продукта требованиям нормативного документа

Разработку методики и протокола испытаний

Разработку методики оценки соответствия программного продукта требованиям нормативного документа

**Информационные потоки создания типового нормативно-методического обеспечения для сертификации программной продукции**

## Информационные потоки создания типового нормативно-методического обеспечения для сертификации программной продукции

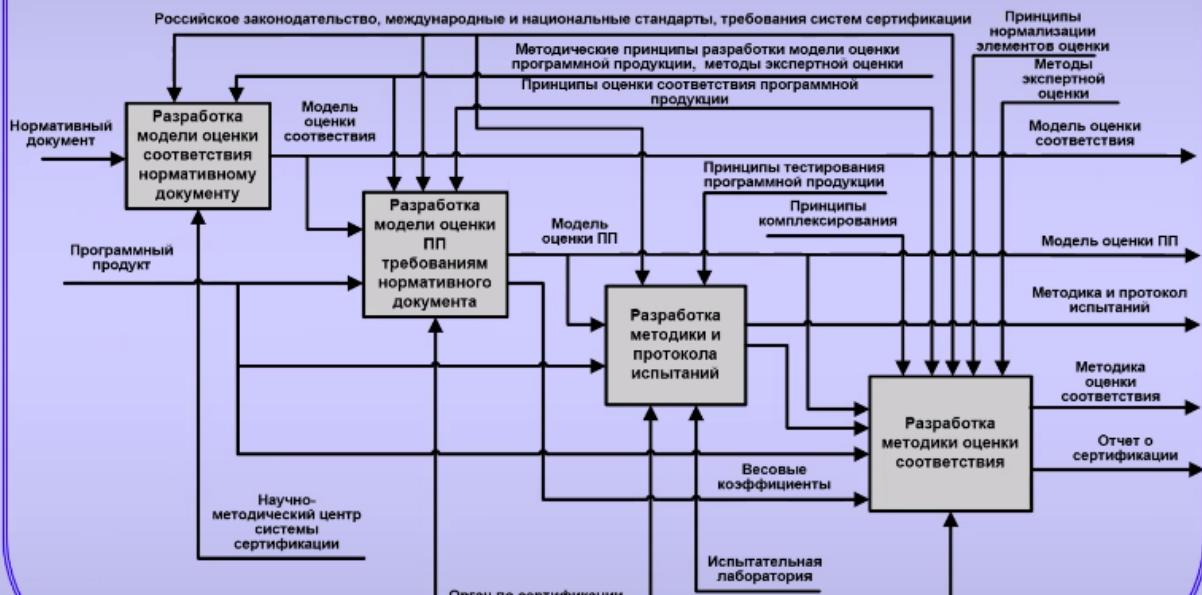


Рис. 2

Информационные потоки создания модели оценки соответствия нормативному документу

## Информационные потоки создания модели оценки соответствия нормативному документу



Рис. 3

Анализ требований нормативного документа (первый квадратик на схеме) осуществляется в следующей последовательности:

Анализ структуры нормативного документа

Выявление объектов требований, требования к характеристикам и элементам требований в соответствии с введенной ранее терминологией

Построение иерархии требований нормативного документа (декомпозиция компонентов требований или модели требований нормативного документа)

Анализ присутствия в нормативном документе смысловой иерархической и семантической несогласованности требований

**Разработка модели оценки соответствия нормативному документу осуществляется в следующей последовательности:**

Определение компонентов оценки соответствия на основе анализа компонентов требований нормативного документа

Исправление смысловой иерархической несогласованности компонентов требований для составления иерархии компонентов оценки соответствия

Построение иерархической модели оценки соответствия нормативному документу

Исправление смысловой семантической несогласованности компонент требований



Переходим ко второму квадратику (первый рассмотрели)

### Разработка модели оценки программного продукта

**Разработка модели включает следующие составляющие:**

Анализ программного продукта

Разработка методики определения весовых коэффициентов компонентов оценки

Определение весовых коэффициентов компонентов оценки соответствия нормативному документу

Разработка модели оценки программного продукта

Определение весовых коэффициентов компонентов оценки, не покрытых требованиями нормативного документа

### Информационные потоки создания модели оценки программного продукта

## Информационные потоки создания модели оценки программного продукта

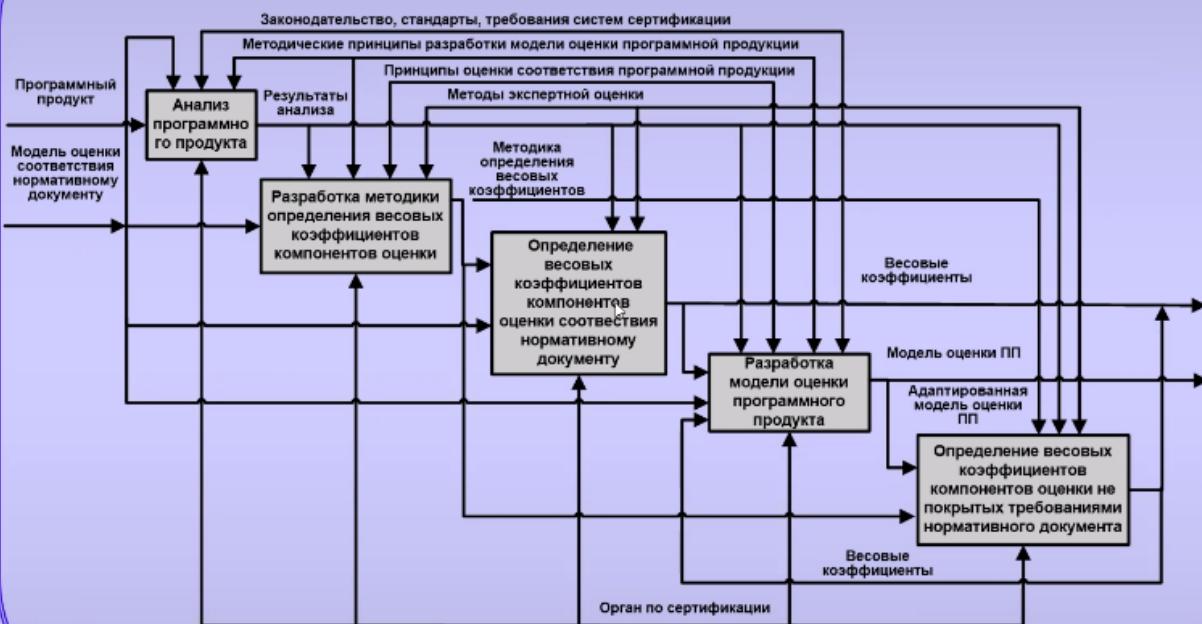


Рис. 4

### Анализ программного продукта (первый квадратик на схеме сверху)

Анализ осуществляется в следующей последовательности:

Анализ степени обобщения нормативного документа по отношению к программному продукту  
Принятие решения о необходимости доработки модели оценки соответствия с учетом специфики программного продукта или потребности определения тестового покрытия для проведения испытаний  
Анализ документации программного продукта

Одним из результатов анализа ПП является решение о необходимости доработки модели оценки соответствия нормативного документа

Особенности принятия решения по доработки зависит от нулевой ( $S = 0$ ) или ненулевой степени обобщения нормативного документа по отношению к ПП

При нулевой степени обобщения ( $S = 0$ ) нормативного документа по отношению к ПП модель оценки соответствия нормативному документу тождественна модели оценки ПП. В этом случае компоненты требований нормативного документа полностью покрывают компоненты оценки ПП модели оценки  $R = 1$  (R - СТЕПЕНЬ ПОКРЫТИЯ)

Необходимость адаптации модели соответствия в этом случае возникает при потребности тестового покрытия при сертификационных испытаниях

Исключения компонентов из модели соответствия осуществляется при наличии нулевых весовых коэффициентов после обработки мнений экспертов по сертификации

При  $S \neq 0$  (степень обобщения не равно 0) принимается решение о необходимости доработки модели оценки, объем адаптации модели зависит от степени обобщения нормативного документа и сложности программного продукта, которая определяется на основе анализа эксплуатационной документации ПП

### Разработка методики определения весовых коэффициентов компонентов оценки

Цель – адаптация модели оценки соответствия нормативному документу, под конкретный программный продукт

Методика включает:

**Необходимые ресурсы для определения весовых коэффициентов**

Принципы подбора независимых экспертов и определения весовых коэффициентов компонентов

Метод экспертной оценки для обработки мнений экспертов и определения весовых коэффициентов компонентов

Принципы организации работ экспертов и документирования промежуточных и окончательных результатов экспертной оценки

**Для обработки мнений экспертов могут использоваться следующие методы:**

Метод экспертного ранжирования

Метод непосредственной оценки

Метод экспертных предпочтений (парных сравнений)

**Определение весовых коэффициентов компонентов в модели оценки соответствия нормативному документу**

**Определение весовых коэффициентов осуществляется в следующей последовательности:**

Подбор независимых экспертов

Выдача независимым экспертам документированной модели оценки соответствия нормативному документу, документации на программный продукт, шаблоны документов и инструкции по регистрации мнений экспертов  
Получение от независимых экспертов заполненных документов

Определение весовых коэффициентов компонентов в модели оценки соответствия нормативному документу на основе обработки мнений экспертов в соответствии с выбранным методом экспертной оценки

Независимые эксперты выражают свое мнения относительно компонентов модели оценки соответствия нормативному документа в зависимости от специфики ПП

Когда нулевая степень обобщения нормативного документа мнения экспертов могут быть использованы для адаптации с целью определения степени покрытия

**Разработка модели оценки программного продукта**

**Разработка модели оценки ПП осуществляется в следующей последовательности:**

Адаптация модели оценки соответствия нормативному документу

Доработка адаптированной модели оценки соответствия нормативному документу

Формирование модели оценки программного продукта с учетом степени тестового покрытия

**Взаимосвязь моделей оценки и их характеристик**



Рис. 5

### Вычисление характеристик моделей оценки

$$H = \frac{a - h}{a}$$

**H – степень иерархического соответствия требованиям,**  
где  $h$  – число компонентов требований иерархически не соответствующих компонентам оценки,  $a$  – число компонентов модели оценки соответствия

$$T = \frac{a - t}{a}$$

**T – степень семантического соответствия требованиям,**  
где  $t$  – число компонентов требований семантически не соответствующих компонентам оценки

$$G = \frac{g}{a}$$

**G – степень тестового покрытия,**  
где  $g$  – число тестируемых компонентов оценки

$$C = \frac{c}{a}$$

**C – степень адаптации,**  
где  $c$  – число компонентов оценки после адаптации

$$D = \frac{d}{c}$$

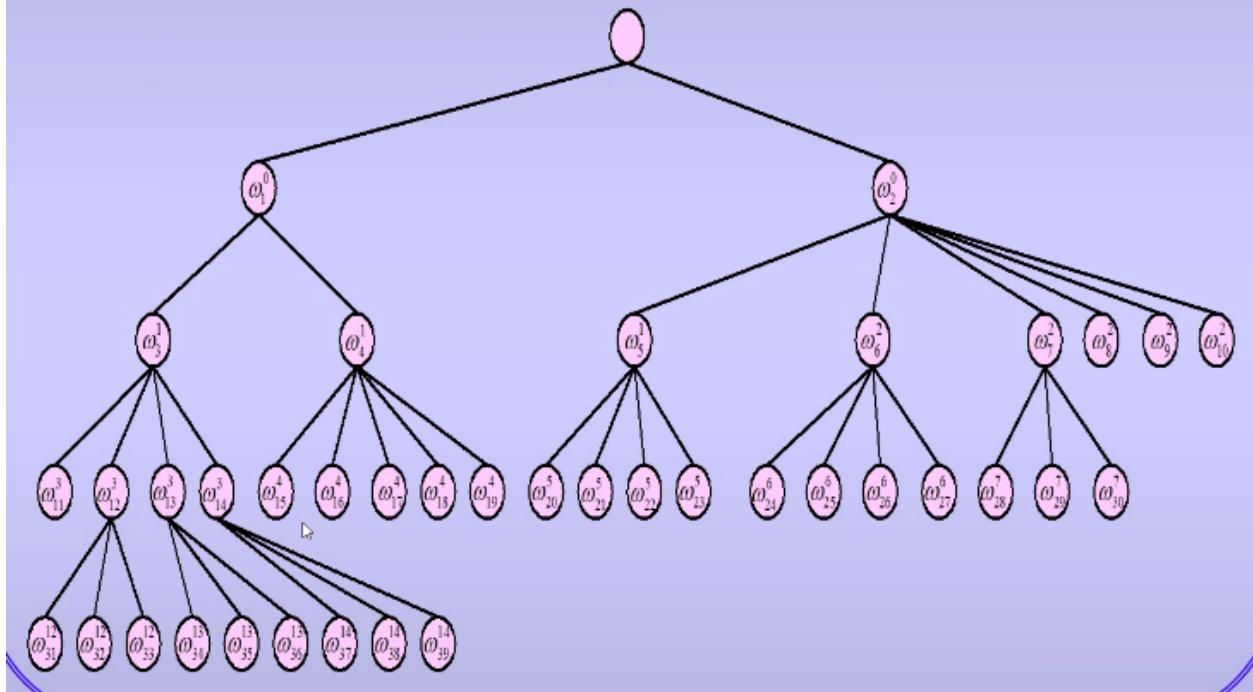
**D – степень доработки,**  
где  $d$  – число компонентов, добавленных к адаптированной модели

$$F = \frac{f}{c + d}$$

**F – Степень тестового покрытия,**  
где  $f$  – число тестируемых компонентов оценки.

Пример структуры иерархической модели оценки соответствия нормативному документу

## Пример структуры иерархической модели оценки соответствия нормативному документу



Пример структуры иерархической адаптированной модели оценки соответствия нормативному документу

## Пример структуры иерархической адаптированной модели оценки соответствия нормативному документу

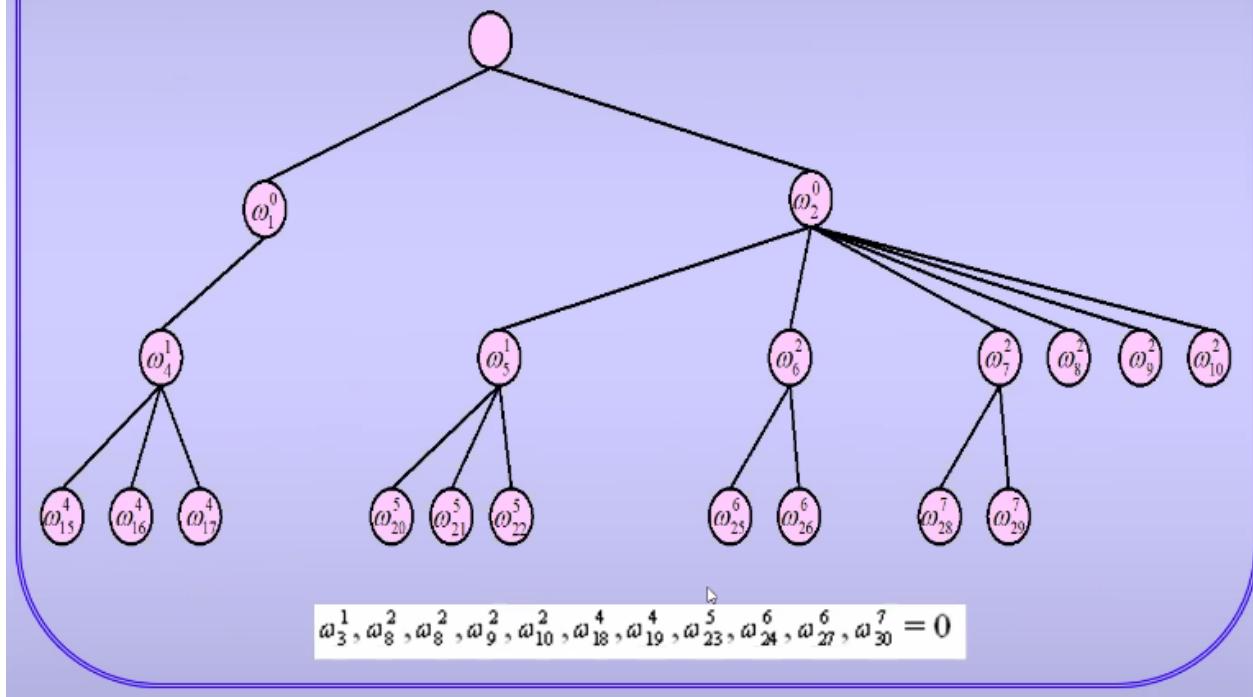
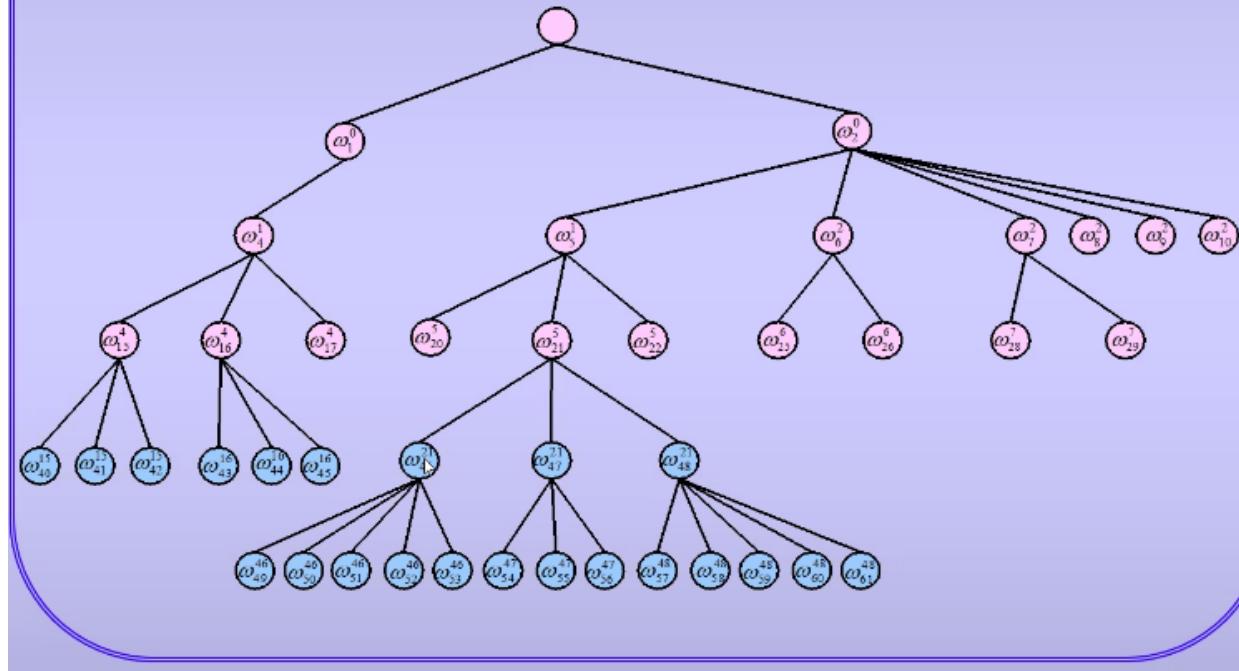


Рис. 7

19

Пример структуры иерархической доработанной модели оценки программного продукта

## Пример структуры иерархической доработанной модели оценки программного продукта



Синий – компонент доработанной адаптированной модели соответствия нормативному документу в зависимости от специфики ПП

Красный – компонент адаптированной модели оценки соответствия нормативному документу

### Пример матричной структуры модели оценки соответствия

Модель оценки может быть определена матричной структурой, т.е. матрицей взаимосвязей наименования компонента оценки, обозначения компонентов оценки, уровней иерархии и весовых коэффициентов

### Пример матричной структуры модели оценки соответствия

Таблица 1

	Наименование компонента оценки	Уровни иерархической модели оценки Обозначения компонентов оценки				$\omega$
		1	2	3	4	
1	Документация	$P_1^0$				$\omega_1^0$
2	Описание продукта		$P_3^1$			$\omega_3^1$
3	Документация пользователя			$P_4^1$		$\omega_4^1$
4	Полнота документации пользователя				$P_6^4$	$\omega_6^4$
5	Правильность документации пользователя				$P_7^4$	$\omega_7^4$
6	Непротиворечивость документации пользователя				$P_8^4$	$\omega_8^4$
7	Понятность документации пользователя				$P_9^4$	$\omega_9^4$
8	Программы и данные	$P_2^0$				$\omega_2^0$
9	Функциональные возможности		$P_5^2$			$\omega_5^2$
10	Устанавливаемость (инсталлируемость)			$P_{10}^5$		$\omega_{10}^5$
11	Реализуемость функций				$P_{11}^5$	$\omega_{11}^5$
12	Время транзакции при запросе пользователя по одной базе данных				$P_{14}^{11}$	$\omega_{14}^{11}$
13	Число одновременно задаваемых характеристик для поиска информации в базе данных				$P_{15}^{11}$	$\omega_{15}^{11}$
14	Правильность				$P_{12}^5$	$\omega_{12}^5$
15	Непротиворечивость				$P_{13}^5$	$\omega_{13}^5$

Определение весовых коэффициентов компонентов оценки, непокрытых требованиями нормативного документа

**Цель** – определение тестового покрытия компонентов оценки, не покрытых требованиями нормативного документа при испытаниях и последующего их комплексирования

**На входе процесса:**

Методика определения весовых коэффициентов

Адаптированная и доработанная модель оценки программного продукта

**Последовательность определения весовых коэффициентов:**

Подбор независимых экспертов

Выдача независимым экспертам необходимой документации

Получение от независимых экспертов заполненных документов

Определение весовых коэффициентов компонентов оценки программного продукта на основе обработки мнений экспертов.

**Информационные потоки создания типового нормативно-методического обеспечения для сертификации программной продукции**



Рис. 2

Переходим к третьему квадрату

**Разработка методики и протокола испытаний**

Методика и протокола испытаний разрабатываются в соответствии с принципами тестирования программной продукции

**Вход процесса:**

Программный продукт

Модель его оценки

**Процесс включает:**

Анализ модели оценки

Определение элементов тестирования

Разработка тестов и тестовых случаев (\*)

Планирование испытаний (\*\*)

Разработка методики испытаний (\*\*\*)

Разработка протокола испытаний (\*\*\*)

## Пример структуры иерархической модели оценки с выделенными элементами тестирования

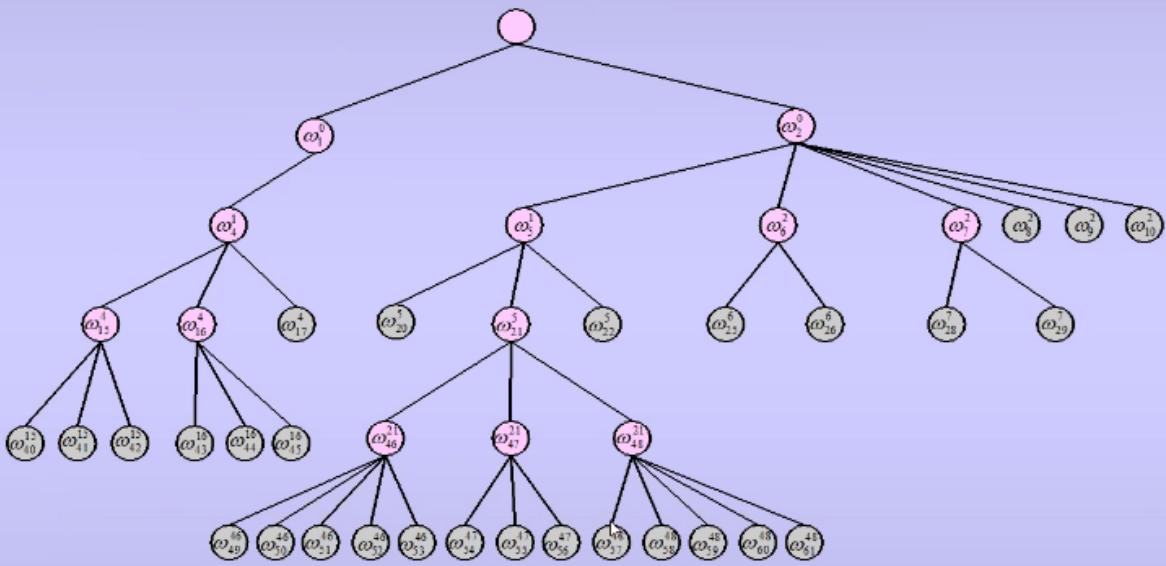


Рис. 9

Серый цвет – элемент тестирования

Тесты и тестовые случаи разрабатываются сотрудниками испытательной лаборатории на основе представленной органом по сертификации элементам тестирования

### Разработка тестов и тестовых случаев (\*)

**При разработке тестов и тестовых случаев необходимо:**

Идентифицировать объект тестирования

Сформулировать цель тестирования

Определить конфигурацию среды тестирования

Определить метод тестирования

Определить необходимость декомпозиции теста на тестовые случаи

Определить спецификацию методики тестирования: входные данные, инструкции при выполнении

Определить ожидаемый результат теста

Определить способы обработки результатов тестовых случаев и генерации общего результата теста (к предыдущему пункту)

### Планирование испытаний (\*\*)

Планирование испытаний осуществляется персоналом испытательной лаборатории на основе разработанных тестов и тестовых случаев

**Планирование испытаний включает:**

Разработку тестовой среды для проведения испытаний программного продукта

Определение условий испытаний

Разработка порядка проведения испытаний

**Характеристики компонентов планирования испытаний:**

При формировании среды тестирования разрабатывается необходимая конфигурация аппаратных и системных программных средств

Определяются необходимые организационные условия проведения испытаний

Определяется перечень испытательных лабораторий

Определяется оборудование и квалификация персонала

Разрабатывается организационный порядок и последовательность проведения работ с целью ресурсной оптимизации испытаний

### Разработка методики и протокола испытаний (\*\*\*)

**Методика испытаний включает:**

Формулировку объекта испытаний

Описание методов испытаний

План проведения испытаний

Документированные тесты и тестовые случаи

**Протокол испытаний включает:**

Формулировку объекта испытаний

Основание проведения испытаний

Цель проведения испытаний

Условия проведения испытаний

Тестовая среда для проведения испытаний

Документированные результаты проведенных испытаний

### Пример оформления результатов тестирования (фрагмент)

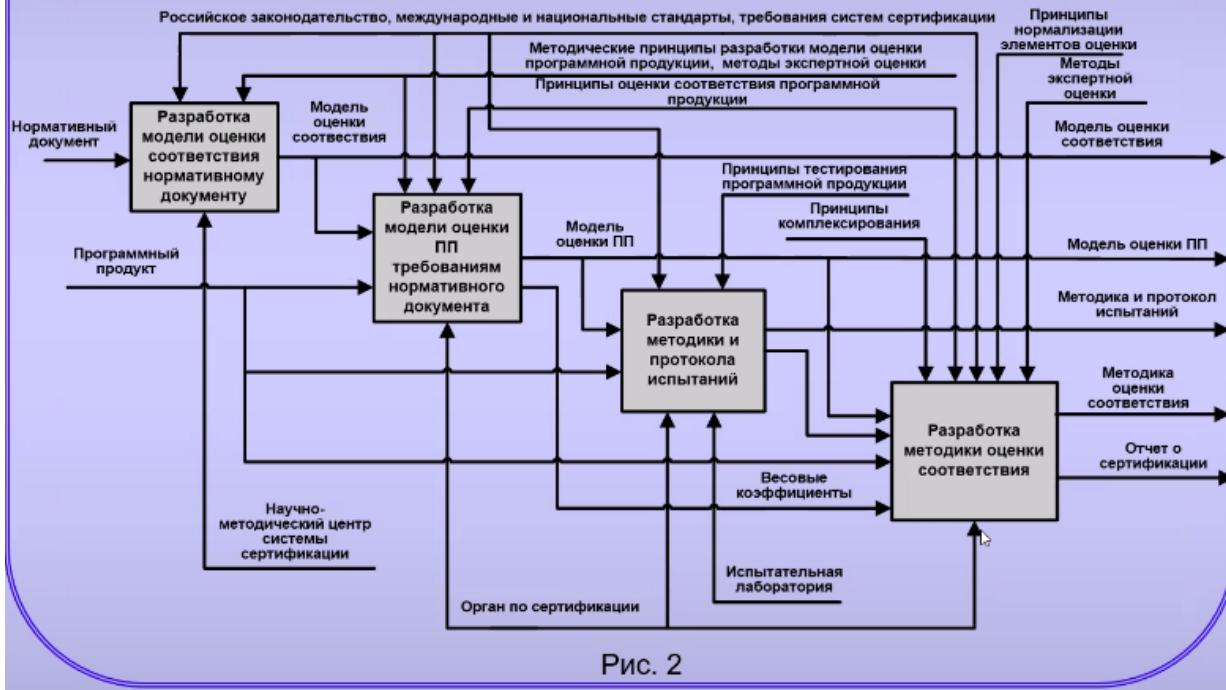
#### Пример оформления результатов тестирования (фрагмент)

Таблица 2

№	Наименование элемента тестирования (элемента оценки)	Уровни иерархической модели оценки			Значения результатов тестирования
		2	3	4	
1.	Описание продукта	$P_3^1$			0,8
2.	Полнота документации пользователя		$P_6^4$		0,95
3.	Правильность документации пользователя		$P_7^4$		1,0
4.	Непротиворечивость документации пользователя		$P_8^4$		0,7
5.	Понятность документации пользователя		$P_9^4$		0,7
6.	Устанавливаемость (инсталлируемость)		$P_{10}^5$		1,0
7.	Время транзакции при обращении пользователя к базе данных			$P_{14}^{11}$	1,5 с
8.	Число одновременно задаваемых характеристик для поиска информации в базе данных			$P_{15}^{11}$	5
9.	Правильность программ и данных		$P_{12}^5$		1,0
10.	Непротиворечивость программ и данных		$P_{13}^5$		0,8
11.	Плотность отказов			$P_{16}^{12}$	0,0

Информационные потоки создания типового нормативно-методического обеспечения для сертификации программной продукции

## Информационные потоки создания типового нормативно-методического обеспечения для сертификации программной продукции



Переходим к четвертому квадрату

### Разработка методики оценки соответствия программной продукции

#### Входные документы разработки методики:

Сформированная модель оценки программного продукта  
Протокол испытаний

#### Методика соответствия включает:

Методику нормализации элементов оценки (\*)  
Методику получения комплексных оценок компонентов (\*\*)  
Форму документирования результатов оценки соответствия  
Форму отчета о результатах сертификации программного продукта

#### Разработка методики нормализации программной продукции (\*)

Цель – разработка документа, в котором отражены приведенные результаты тестирования к единой шкале оценки в диапазоне [0; 1]

#### Входными элементами процесса являются:

Модель оценки программного продукта с весовыми коэффициентами

Результаты испытаний, проведенные в соответствии с методикой испытаний и отраженные в протоколе испытаний

#### Нормализация элементов оценки включает:

Анализ результатов тестирования в протоколе испытаний

Разработка методики нормализации и получение оценок элементов тестирования

#### Методика нормализации включает:

Спецификацию групп элементов тестирования

Документированные принципы нормализации элементов и получения их оценок

Форму документирования результатов нормализации

#### Пример документирования результатов нормализации

## Пример документирования результатов нормализации

Таблица 3

№ ↓	Наименование элемента тестирования (элемента оценки)	Уровни иерархической модели оценки			Значение элементов	Нормализова- нные значения (оценки)
		1	2	3		
1.	Описание продукта	$P_3^1$			0,8	1,0
2.	Полнота документации пользователя		$P_6^4$		0,95	1,0
3.	Правильность документации пользователя		$P_7^4$		1,0	1,0
4.	Непротиворечивость документации пользователя		$P_8^4$		0,7	0,83
5.	Понятность документации пользователя		$P_9^4$		0,7	0,95
6.	Устанавливаемость (инсталлируемость)		$P_{10}^5$		1,0	1,0
7.	Время транзакции при обращении пользователя к базе данных			$P_{14}^{11}$	1,5 с	1,0
8.	Число одновременно задаваемых характеристик для поиска информации в базе данных			$P_{15}^{11}$	4	0,8
9.	Правильность программ и данных		$P_{12}^5$		1,0	1,0
10.	Непротиворечивость программ и данных		$P_{13}^5$		0,8	0,84
11.	Плотность отказов			$P_{16}^{14}$	0,0	1,0

### Разработка методики комплексирования (\*\*)

#### Входные документы разработки методики:

Сформированная модель оценки программного продукта с назначенными весовыми коэффициентами  
Документированные результаты нормализации элементов оценки

#### Методика комплексирования включает:

Документированные методические принципы комплексирования оценок компонент  
Форму документирования результатов комплексирования

Комплексирование осуществляется в соответствии с разработанной методикой.

Комплексные значения оценок документируются.

#### Пример документирования результатов комплексирования

## Пример документирования результатов комплексирования

Таблица 4

	Наименование компонента оценки	Уровни иерархической модели оценки Обозначения компонентов оценки				Весовые коэффициенты		Значения оценок компонент	
		1	2	3	4	обозначения	значения	нормализованные	комплексные
1.	Документация	$P_1^0$				$\omega_1^0$	0,45	—	0,97
2.	Описание продукта		$P_3^1$			$\omega_3^1$	0,45	1,0	—
3.	Документация пользователя		$P_4^1$			$\omega_4^1$	0,55	—	0,945
4.	Полнота документации пользователя			$P_8^4$		$\omega_8^4$	0,28	1,0	—
5.	Правильность документации пользователя				$P_9^4$	$\omega_9^4$	0,25	1,0	—
6.	Непротиворечивость документации пользователя				$P_{10}^4$	$\omega_{10}^4$	0,25	0,83	—
7.	Понятность документации пользователя				$P_{11}^4$	$\omega_{11}^4$	0,22	0,95	—
8.	Программы и данные	$P_2^0$				$\omega_2^0$	0,55	—	0,954
9.	Функциональные возможности		$P_5^2$			$\omega_5^2$	0,4	—	0,935
10.	Установливаемость (инсталлируемость)			$P_{12}^5$		$\omega_{12}^5$	0,25	1,0	—
11.	Реализуемость функций			$P_{13}^5$		$\omega_{13}^5$	0,25	—	0,9
12.	Время транзакции при запросе пользователя по одной базе данных				$P_{16}^{13}$	$\omega_{16}^{13}$	0,5	1,0	—
13.	Число одновременно задаваемых характеристик для поиска информации в базе данных				$P_{17}^{13}$	$\omega_{17}^{13}$	0,5	0,8	—
14.	Правильность				$P_{14}^5$	$\omega_{14}^5$	0,25	1,0	—
15.	Непротиворечивость				$P_{15}^5$	$\omega_{15}^5$	0,25	0,84	—
16.	Надежность		$P_6^2$			$\omega_6^2$	0,4	0,95	—
17.	Практичность		$P_7^2$			$\omega_7^2$	0,2	1,0	—

Пример документирования оценки соответствия программной продукции

## Пример документирования оценки соответствия программной продукции

Таблица 5

	Наименование компонента оценки	Уровни иерархической модели оценки Обозначения компонентов оценки				Весовые коэффициенты		Значения компонент		Доступное отложение	Значение оценок компонент		
		1	2	3	4	обозначения	значения	тестированные	нормативные	допустимые	$\delta_i^k$	Нормализованные $k_i^k$	Комплексные $k_i^f$
1.	Документация	$P_1^0$				$\omega_1^0$	0,45	—	—	—	—	—	0,97
2.	Описание продукта		$P_3^1$			$\omega_3^1$	0,45	0,8	—	0,768	0,05	1,0	—
3.	Документация пользователя		$P_4^1$			$\omega_4^1$	0,55	—	—	—	—	—	0,945
4.	Полнота документации пользователя		$P_8^4$			$\omega_8^4$	0,28	0,95	—	0,95	0,05	1,0	—
5.	Правильность документации пользователя		$P_9^4$			$\omega_9^4$	0,25	1,0	—	0,842	0,05	1,0	—
6.	Непротиворечивость документации пользователя			$P_{10}^4$		$\omega_{10}^4$	0,25	0,7	—	0,842	0,05	0,83	—
7.	Понятность документации пользователя			$P_{11}^4$		$\omega_{11}^4$	0,22	0,7	—	0,735	0,05	0,95	—
8.	Программы и данные	$P_2^0$				$\omega_2^0$	0,55	—	—	—	—	—	0,954
9.	Функциональные возможности		$P_5^2$			$\omega_5^2$	0,4	—	—	—	—	—	0,935
10.	Установливаемость (инсталлируемость)			$P_{12}^5$		$\omega_{12}^5$	0,25	1,0	—	0,95	0,05	1,0	—
11.	Реализуемость функций			$P_{13}^5$		$\omega_{13}^5$	0,25	—	—	—	—	—	0,9
12.	Время транзакции при запросе пользователя по одной базе данных				$P_{16}^{13}$	$\omega_{16}^{13}$	0,5	1,5 с	не более 2 с	—	—	1,0	—
13.	Число одновременно задаваемых характеристик для поиска информации в базе данных				$P_{17}^{13}$	$\omega_{17}^{13}$	0,5	4	не менее 5	—	—	0,8	—
14.	Правильность программы и данных				$P_{14}^5$	$\omega_{14}^5$	0,25	1,0	—	1,0	0,0	1,0	—
15.	Непротиворечивость программы и данных				$P_{15}^5$	$\omega_{15}^5$	0,25	0,8	—	0,95	0,05	0,84	—
16.	Надежность		$P_6^2$			$\omega_6^2$	0,4	0,9	—	0,95	0,05	0,95	—
17.	Практичность		$P_7^2$			$\omega_7^2$	0,2	0,5	—	0,45	0,05	1,0	—

Разработка структуры отчета о результатах сертификации

Отчет о результатах сертификации включает:

Протокол испытаний

Документированные результаты оценки соответствия

Перечень несоответствия требованиям нормативного документа

Решение органа по сертификации о результатах сертификации программного продукта

**Какой процесс тестирования устанавливает и поддерживает политики тестирования и стратегии тестирования?**

Организационный Процесс Тестирования

- Организационный Процесс Тестирования устанавливает и поддерживает политики тестирования и стратегии тестирования, которые повсеместно применяются в проектах и функциях организации;

**Поставьте в соответствие компоненту тестирования многоуровневый процесс тестирования в организации (ключевые слова: выбор типа тестирования в проекте, завершение тестирования, выполнение тестирования, мониторинг и управление тестированием, планирование тестирования, стратегия тестирования, создание и поддержка тестовой среды, разработка и реализация тестирования, отчет об инцидентах тестирования)**

## 7 Процессы Менеджмента Тестирования

### 7.1 Введение

Имеют место три процесса менеджмента тестирования:

- планирование тестирования;
- мониторинг и управление тестированием;
- завершение тестирования.



**Укажите тип тестирования, основным базисом которого являются внешние вводы и выводы элемента тестирования**

Тестирование на основе спецификации

4.39 **тестирование на основе спецификации** (specification-based testing): Тестирование, основным базисом которого являются внешние вводы и выводы элемента тестирования, обычно на основе спецификации, а не ее реализация в исходном коде или исполнимом программном обеспечении.

**Укажите пример базиса тестирования, который реализуется в форме стандартов и/или контрольных списков**

Ожидания по формату и содержанию документации

Примерами базиса тестирования являются:

- ожидания по формату и содержанию документации, обычно в форме стандартов и/или контрольных списков;

### ??? Отметьте статические элементы тестирования

ОГИБДД / Информационные системы управления в цифровой экономике и промышленности 4.0 (ФГОС СПТ) / Вн / ОКНС (УСОСУДТ) / Общее / Тесты

## Обеспечение качества информационных систем

### Вопрос 5

Ответ сохранен  
Балл: 1,00  
Отметить вопрос

Отметьте статические элементы тестирования.

Выберите один или несколько ответов:

- Спецификации тестирования
- Исполнимый компонент программного обеспечения
- План тестирования
- Исходный код
- Полная система
- Подсистема
- Детальный проект
- Руководство по установке
- Архитектурный проект
- Процедуры тестирования

### ??? Укажите методику тестирования, которая обеспечивает менеджмент контрольных примеров тестирования

#### 56920 – методики тестирования

### Укажите пример базиса тестирования, который реализуется в форме проекта архитектуры в виде схем и/или формального письменного протокола

Ожидания по прямым и/или косвенным интерфейсам между компонентами

- ожидания по прямым и/или косвенным интерфейсам между компонентами программной системы и/или по существованию компонентов программной системы, обычно в форме проекта архитектуры в виде схем и/или формального письменного определения протокола;

### Укажите термин, соответствующий следующему определению «Тестируемый аспект компонента или системы, такой как функцию, транзакция, возможность, атрибут качества или структурный элемент, идентифицированные как базис тестирования»

Тестовое условие

4.52 **тестовое условие** (test condition): Тестируемый аспект компонента или системы, такой как функция, транзакция, возможность, атрибут качества или структурный элемент, идентифицированные как базис тестирования.

### ???? Отметьте методики тестирования модель жизненного цикла разработки программного продукта «Эволюционная разработка»

- тестирование архитектуры;
- тестирование детального проектирования;
- тестирование исходного кода.

- покомпонентное тестирование;
- интеграционное тестирование;
- тестирование системы.

??? Отметьте методики тестирования модель жизненного цикла разработки программного продукта «Последовательная разработка»

Тестирование архитектуры,

тестирование детального проектирования

тестирование исходного кода

покомпонентное тестирование

Определяются тестирование Архитектуры, тестирование Детального Проектирования и тестирование Исходного Кода. Для каждого из них соответствующий этап разработки может быть закончен на основе результатов завершения тестирования, то есть после того, как все детально разработанные элементы были проверены индивидуально.

Укажите термин, соответствующий следующему определению «Различные средства, аппаратное и программное обеспечение, встроенное микропрограммное обеспечение, процедуры и документация, предназначенные или используемые для выполнения тестирования программного обеспечения»

Тестовая среда

**4.39 тестовая среда (test environment):** Различные средства, аппаратное и программное обеспечение, встроенное микропрограммное обеспечение, процедуры и документация, предназначенные или используемые для выполнения тестирования программного обеспечения.

Укажите в правильной последовательности процесс разработки и реализации

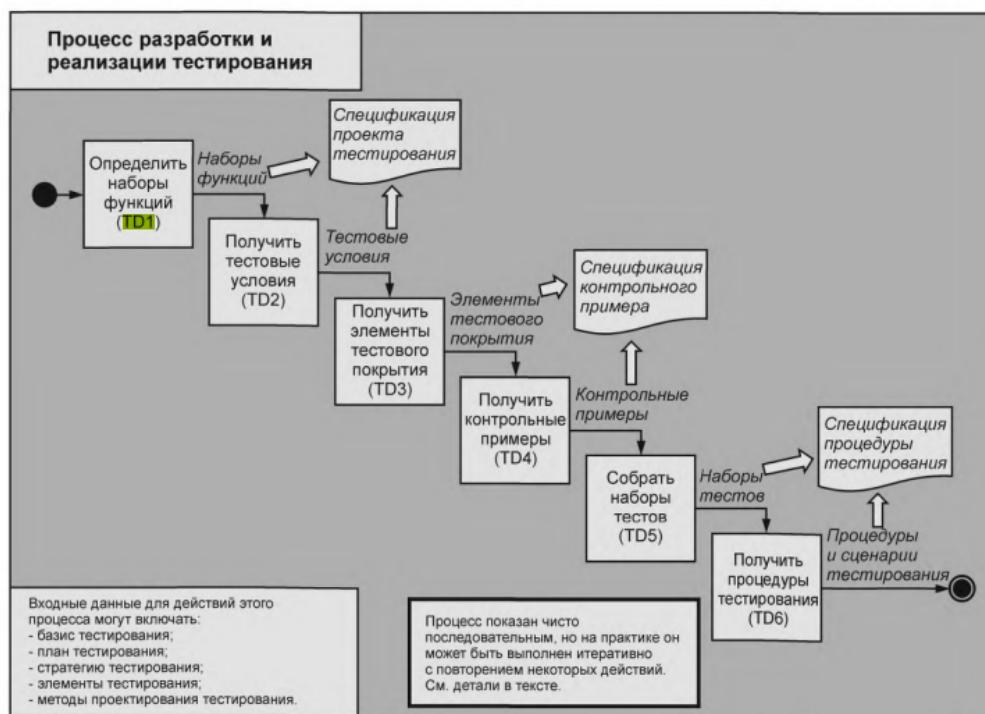


Рисунок 10 — Процесс Разработки и Реализации Тестирования

Расположите в правильной последовательности процесс планирования тестирования

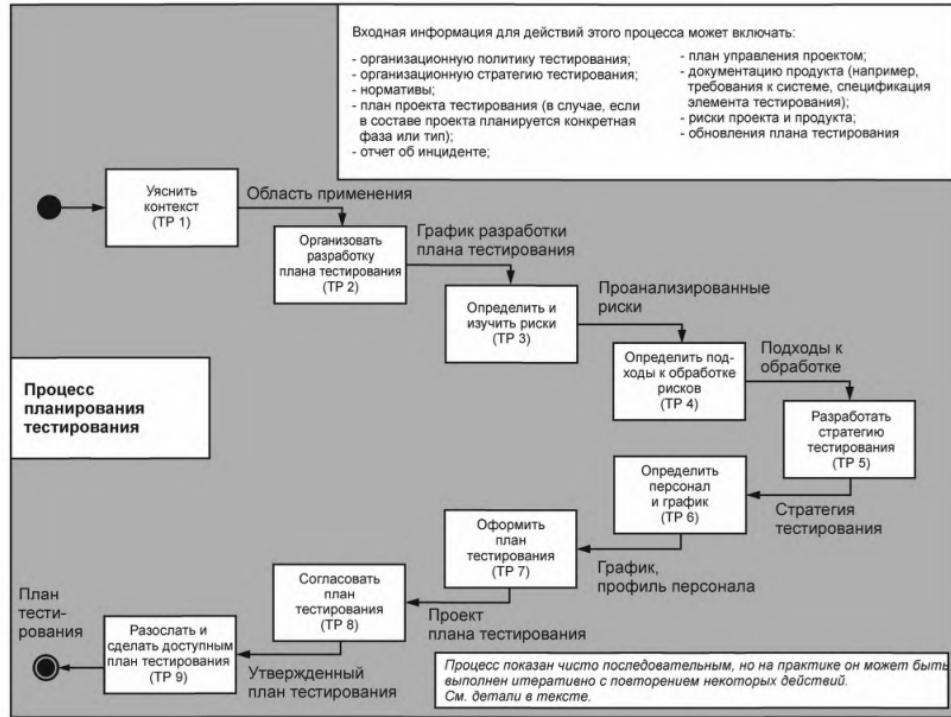


Рисунок 6 — **Процесс Планирования Тестирования**