ТЕОРИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ И СЕМЕЙСТВ СИСТЕМ

Лаврищева Е.М., Петренко А.К.

Открытая конференция ИСП РАН 2016

1.12 -2.12.2016

Доклад

доктора физ.- мат. наук, проф. МФТИ, гнс ИСП РАН

Лаврищевой Е.М.

Анализ методов моделирования - ООП

Подходы к моделированию	Основные сущности для моделирования систем	Метод анализа и построения
ООП Гради Буча (1987)	1. Базовые элементы ОМ: - класс - общие свойства; - метод экземпляризации; - наследование в классе; - инкапсуляция – скрытие свойств; - полиморфизм – многие. 2. Формальное определение - объектов и методов; - архитектуры системы; - модели системы. 3. Процессы: - анализ требований; - программирование; - эволюции системы; - модификации, выполнения.	1. Построение - ОМ из выделенных объектов - проверка правильности объектов; - взаимодействие объектов в классе, системе; - структуры системы. 2. Операции - описания объектов; - описание классов; - взаимодействия. 3. Обработка - объектов множества; - трансформации объектов; - интеграция объектов.

Анализ подходов к моделированию – UML, CORBA..

Подходы к моделированию	Основные сущности для моделирования систем	Метод анализа и построения
UML моделирование (1994). Rational Rose, RUP	Базовые элементы USE CASE. Диаграммы: классов, состояний, взаимодействия, компонентов, последовательностей, развертки, выполнения, др.	Построение - архитектуры, - модели системы, - файла конфигурации.
OMT, OOAD, CORBA, COM, SADT, SSADM и др. (1992,..)	Виды технологий: - OMT – техника моделирования объектов; - OOAD – ОО анализ и проектирование; - CORBA – ОМ модель и брокер ORB.	Построение - моделей ОМ, - интерфейсов, - взаимодействия объектов.
Динамическая модель IDEF0, IDEF1 (1984)	Виды моделей: IDEF0 и IDEF1 – функциональная модель, - информационная модель системы, -модель анализа элементов, - модель синтеза.	Задание - графа функций, - димодель, - интерфейс и переход к сети Петри.

Анализ подходов к моделированию – models…

Подходы к моделированию	Основные сущности для моделирования систем	Метод анализа и построения
Модели проектирования систем (1999)	**Модели проектирования систем:** MDA (Model Driving Architecture); MDD (Model Driving Development); MDE (Model Driving Engineering); SOA (Service Oriented Architecture); SCA(Service Component Architecture); PIM (Platform Independed Model); PSM (Platform Specific Model) и др.	**Управление:** - проектированием; - моделированием; - трансформацией и конфигурационной сборкой элементов моделей; - вычисление.
Средства моделирования изменяемых систем	**Языки и инструменты:** - диаграмм. характеристики – FODA, ConIPF, модель Koala, KBuild, xADL и др.; - языки OVM, VSL, OWL, ConIPF с заданием вариантных точек в артефактах, ГОР и приложениях; - CASE, ORB Corba, COM, Config (http:// www. Sap.org) , Kbuild и др.; -VAMOS-Variability Management OS.	**Формирование:** - модели MF, - Config, - Kbuild, - Linux,Intel, WebSphere и др., - верификация, - тестирование, - оценка качества и надежности ОС.

Анализ подходов к моделированию - SPLE, GDM

Подходы к моделированию	Основные сущности для моделирования систем	Метод анализа и построения
Produc t Line/ Product Family SPLE (2004)	Продуктовая линия - Model Feature (вариабельности) артефактов, приложений; - модель архитектуры продукта. - вариант ПП.	Процессы линии: - анализ; - требований; - проектирования; - реализация; -- тестирование; -управление вариа-бельностью.
Конвейерная сборка Czernetski Generative programming (2005).	Методы генерации: - моделей MF, - конфигурации; - трансформации; - конфигурационного файла системы.	Процесс Доменной инженерии и Приложения: - создание ГОР; - трансформация их к среде; - тестирование ГОР; - конфигурация ГОР. - тестирование СПС.

Анализ подходов к моделированию – Grid, ОКМ

Подходы к моделированию	Основные сущности для моделирования систем	Метод анализа и построения
Grid – Европейский проект (2002…)	**Инфраструктура ETICS:** - интеграция; - тестирование; - конфигурирование; - запуск удаленной сборки; - точки входа в портал Grid.	**Процессы:** - анализа требований; - разработки ГОР; - стандартизация ГОР; - Сохранение ГОР в Базе проект
ОКМ – Объектно-компонентный метод (2003)	**Метод ОКМ:** - четыре уровня построения модели ОМ и ПС; - математ. операции ($\cup$ (A, B), $\cap$ (A, B), - A $\oplus$ B, - A \ B и др.); - модель вариабельности Mvar, Мпс, Мспс; - процесс управления вариантами и версиями; - верификация моделей; - тестирование ПС и СПС. - выполнение и сопровождение.	**ИТК- http://dragons.ru/ru** **Обработка объектов:** - описание объектов в ЯП; - трансформация объектов к компонентам; - сборка объектов и интерфейсов - конфигурация вариантов ПСв $P_1 = O_2 \cup O_5$, link P_1 =ln O'_5 $(O_2 \cup O_5)$, $P_2 = O_2 \cup O_6$, *link* P_2 =*ln*O'_6 $(O_2 \cup O_8)$.

Метод моделирования объектных систем ОКМ

ОКМ - метод проектирования ОМ (2007) систем из объектов, функции которых реализуются программными компонентами и интерфейсами.

ОКМ включает:

- **метод Фреге спецификации объектов;**
- **математические операции (объединения ∪, пересечения ∩, *вычитания ⊕, симметричного вычитания* \ и др.) для формирования сложных объектов и отображения ОМ к компонентной модели (СМ);**
- **объектную и компонентную алгебры для изменения ГОР и КПИ (reuses, assets, servises, artifacts);**
- **операции сборки (конфигурирования) КПИ и преобразования данных к разным форматам платформ сред (VS.Net, IBM, Corba, Eclipse и др.) с помощью примитивных функций GDT ISO/IEC 11404–2007 к FDT ЯП (и обратно);**
- **модель MF линии (ProductLine, ProductFamily) создания отдельных ПС в семействе СПС из готовых КПИ, ГОР и решений (assets) – требований, документов, тестов и др.**

Согласно треугольника Фреге (1951) объект из множества $O=(O_1, O_2,\ldots, O_n)$ имеет:

$Name_i$ - имя объекта,

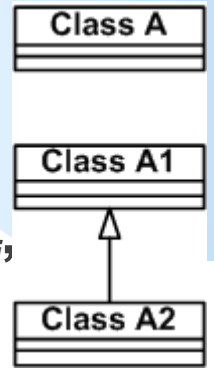
Den_i - денотат – сущность реальной действительности,

Con_i - концепт, семантика (смысл) денотата.

Денотаты декомпозируются -

$decds(O_i)$: $O_i \rightarrow \{O_{i1}, \ldots, O_{ik}\}$,

где $O_i = O_i(Name_i, Den_i, Con_i)$, $\forall\ j\ Con_{ij} = Con_i$; $Den_i = Den_{i1} \cup \ldots \cup Den_{ik}$.;



композируются - $comds(O_{i1}, \ldots, O_{ik})$: $\{O_{i1}, \ldots, O_{ik}\}$, $\rightarrow O_i$,

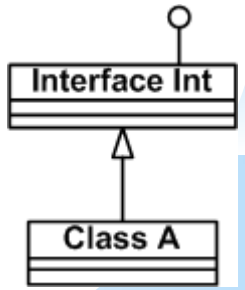
где $O_i = O_i(Name_i, Den_i, Con_i)$, $\forall\ j\ Con_i = Con_{ij}$; $Den_{i1} \cup \ldots \cup Den_{ik} = Den_i$.

Концепт может расширяться и сужаться специальными операциями

$conexp(O_i, P_t)$: $O_i \rightarrow O'_i$, где

$O_i = O_i`(Name_i, Den_i, Con_i)$,

$Con_{ij} \cup \{P_t\} = Con_i \ldots$



Моделирование систем в ОКМ – это

представление домена в виде множества объектов со свойствами и характеристиками, которые необходимы и достаточны для их определения и идентификации, а также описания их поведения в рамках системы понятий и абстракций.

Объекты в ОКМ определяются на четырех уровнях моделирования с привлечением логико-математических формализмов и уточнения функций, свойств и характеристик объектов.

К формальным уровням моделирования ОМ из объектов относятся:

1. **Обобщающий уровень**
2. **Структурный уровень**
3. **Характеристический уровень**
4. **Поведенческий уровень**

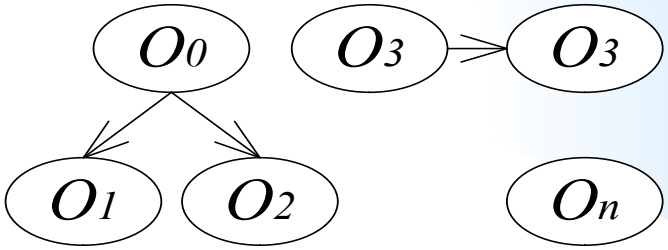
Уровни логико-математического моделирования

I. Обобщающий уровень

Определение множества объектов

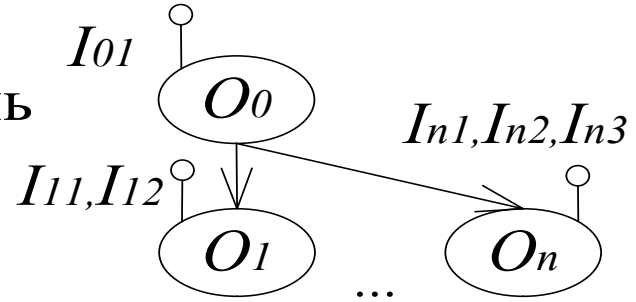
II. Структурный уровень

Определение иерархии объектов



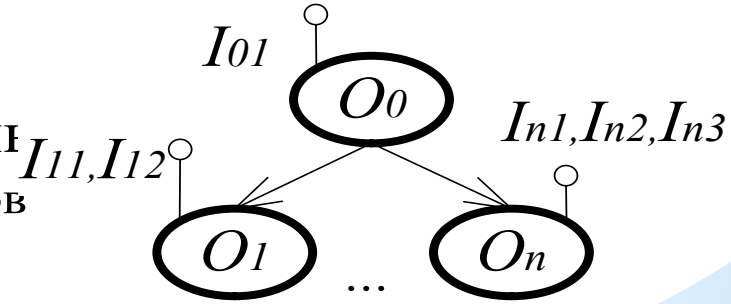
III. Характеристический уровень

Определение интерфейсов объектов *In*



IV. Поведенческий уровень

Определение поведения объектов



На обобщающем уровне

выделяются объекты предметной области (ПрО) с применением аксиоматической теории Фреге и множеств Геделя-Бернайса):

$$O = (O_0, O_1, \ldots O_n), \text{ где}$$

O – множество **объектов ПрО,**

O_0 **– собственно предметная область,**

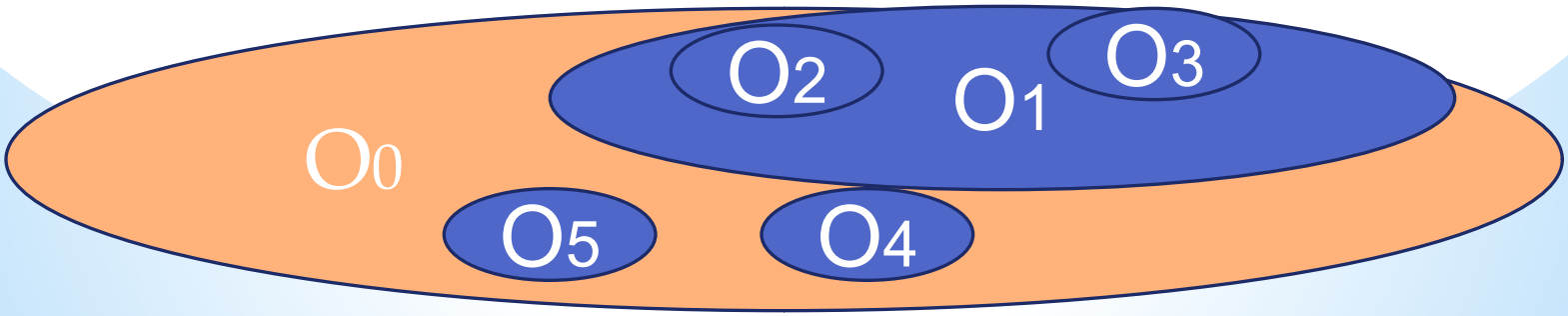
выполняется условие $\forall\, i\, \exists\, j\, [(i>0)\&(\, j\geq 0)\& (i \neq j)\& (O_i \in O_j)]$.

На структурном уровне

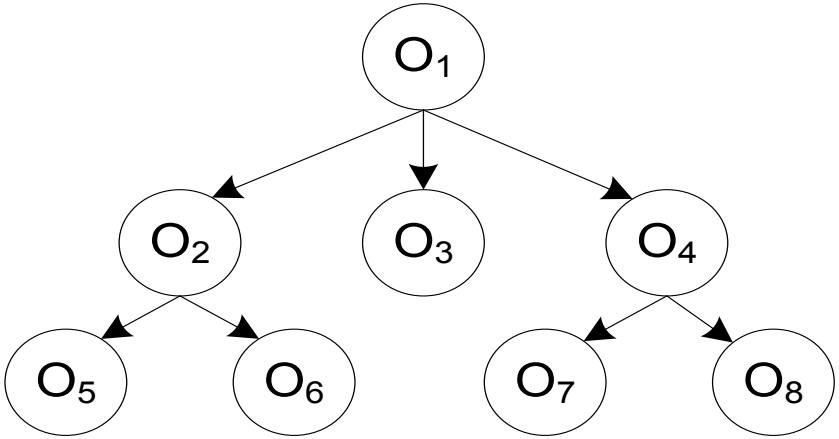
исключается элемент O_0 **из множества** O**, получается новое множество** $O' = (O_1, \ldots, O_n)$.

$$\forall\, i\, \exists\, j[(i>0)\&(\, j\geq 0)\& (i \neq j)\& (O_i \in O'_j)].$$

На множестве объектов O' **определена алгебраическая система** $\Sigma = (O', \Omega)$**, где** Ω **- *множество* операций** ($\cup$, $\cap$, $/$, $\Diamond$, $\oplus$, **– и др.).**



На структурном уровне построен объектный граф $G=(O)$



Этот граф задает:

множество вершин графа $G=(O)$, которыми являются объекты обобщенного и структурного уровней описания предметной области.

Свойства графа:

– для каждой вершины существует хотя бы одна связь (структурная) с другой вершиной графа (стрелки);

– существует лишь одна вершина O_1 графа G, которая имеет статус множества объектов, отображающего предметную область в целом.

На поведенческом уровне

для атрибутов объектов и их значений задаются **состояния объектов** с помощью диаграмм переходов состояний.

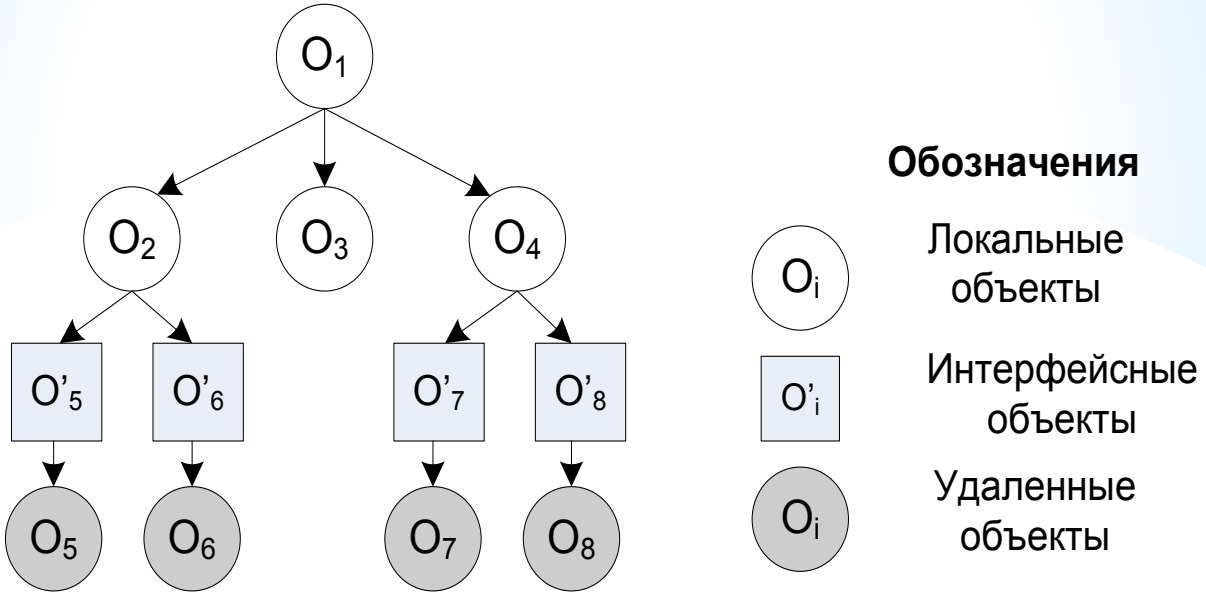
Взаимосвязи между объектами задаются бинарными предикатами свойства объектов *O*, которые детализируют взаимосвязи между состояниями объектов.

Параметр **времени** *t* (*Timer*) вносится в ОМ для рассылки специальных сообщений в текущий момент времени.

Каждый объект содержит метод, который анализирует полученное значение и выполняет переход к другому состоянию или оставляет его без изменений. Состояние имеет статический и/или динамический атрибут, который может формировать время и свойства объектов.

Эти состояния задаются в описании объектов на данном уровне графовой модели ОМ.

Граф объектной модели



Результат связи двух объектов O_2, O_5 интерфейсный объект (например, O'_5), у которого множество входных интерфейсов O_2 совпадает с множеством выходных интерфейсов O_5 и наоборот

***Аксиома*. Сборка объектов является корректной, если объект-передатчик O_2 полностью обеспечивает интерфейсный сервис, который необходим объекту-приемнику O_5 для выполнения функций объекта.**

Объекты могут унаследовать интерфейсы других объектов, тогда последние предоставляют сервис для всего множества исходных интерфейсов.

Описание вариантов программ по графу G

В данном графе *G* заданы:

- $O_1, O_2, O_3, O_4, O_5, O_6, O_7, O_8$ - функциональные объекты/КПИ;

- O'_5, O'_6, O'_7, O'_8, - интерфейсные объекты, которые размещаются в репозитории интерфесов , а дуги соответствуют связям между видами объектов.

Элементы графа O_1 - O_8 описываются в ЯП (Fortran, Basic, C++ и др.), а интерфейсные объекты O'_5 - O'_8 - в языке IDL (Interface Definition Language). По графу G можно построить программы P_1 - P_5 с использованием мат. операций $\cup$ объединения *link* :

$P_1 = O_2 \cup O_5$, *link* $P_1 = InO'_5$ $(O_2 \cup O_5)$;

$P_2 = O_2 \cup O_6$, *link* $P_2 = InO'_6$ $(O_2 \cup O_8)$;

P_3 :

$P_4 = O_4 \cup O_7$, *link* $P_4 = InO'_7$ $(O_4 \cup O_7)$;

$P_5 = O_4 \cup O_8$, *link* $P_4 = InO'_8$ $(O_4 \cup O_8)$;

$P_0 = (P_1 \cup P_2 \cup P_3 \cup P_4 \cup P_5)$.

Конечный граф *G* модели *ОМ* имеет вид:

$$ОМ = \langle G_{t1}, G_{t2}, G_{t3}, G_{t4} \rangle,$$

где G_{t1} – граф объектов ПрО на обобщающем уровне (t=1);

G_{t2} – граф характеристического уровня (t=2);

G_{t3} – граф структурного уровня (t=3);

G_{t4} – граф интерфейсов для взаимосвязи объектов на поведенческом уровне (t=4).

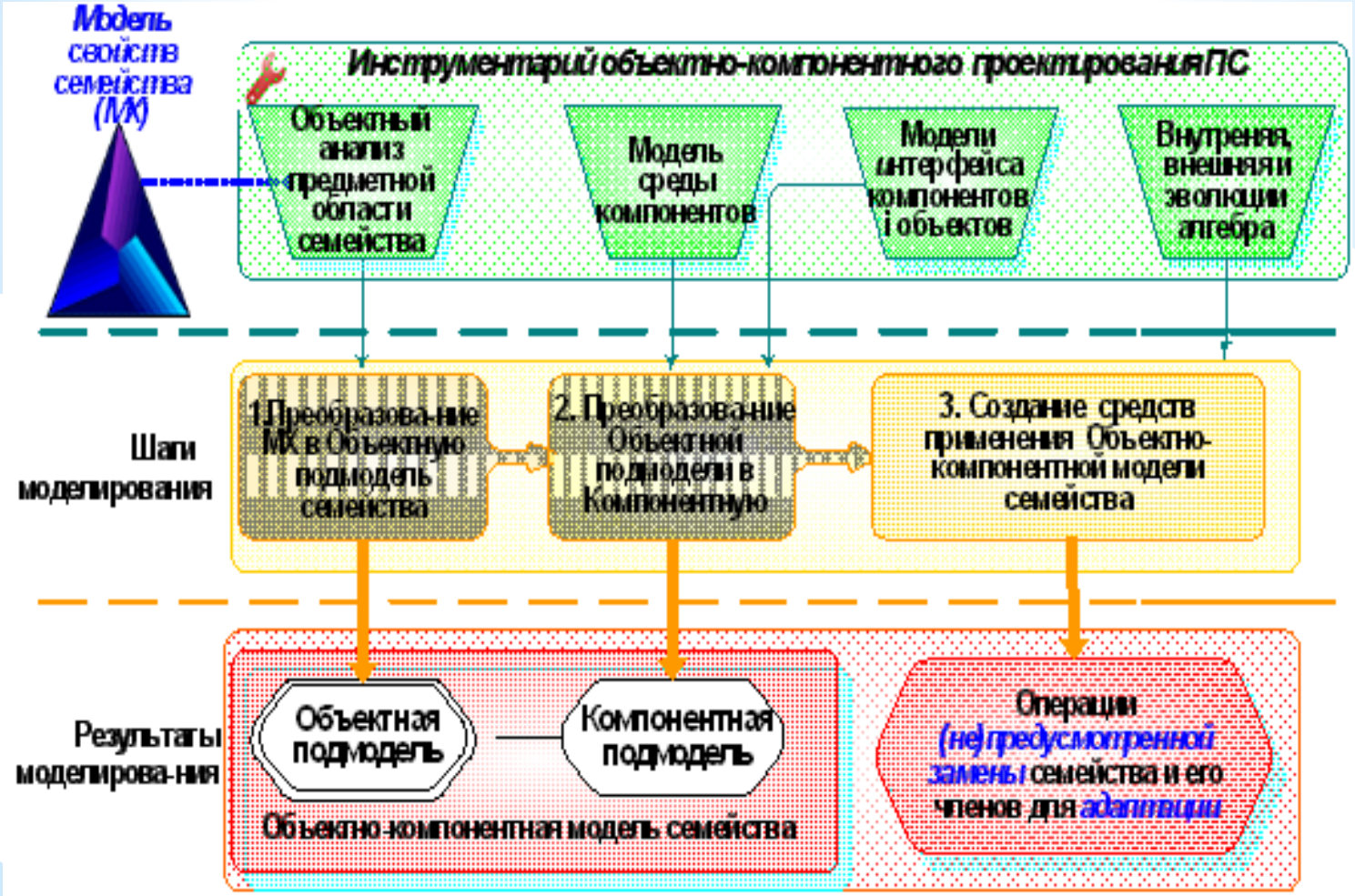
Объектам функций G_{t1} и их характеристикам соответствуют методы и данные (уровня 2 и 3), необходимые для реализации отдельных систем или семейства СПС с обеспечением их взаимодействия.

Определены операции над элементами класса:

$Oclass_i = \{ClassName_i, Method_i, Field_i\}$, где

$Imethod_i = Method_i \cup \{get<Pfieldn_i>\} \cup \{set<Pfieldn_i i>\}$ и ему сопоставляется интерфейс $Ifunc_i$, состоящий из прототипов методов, входящих в $Imethod_i$.

Реализация ОКМ



Обеспечение вариабельности

Вариабельность **- это свойство (системы/ продукта) к расширению, изменению, приспособлению или конфигурированию для использования в определенном контексте и обеспечения последующей его эволюции (K.Pohl in SPLE).**

Точка вариантности **– это место в ПС, по которой осуществляется выбор варианта в системе.**

Вариантная характеристика артефакта или приложения транслируется в коллекцию вариантов ПС или ПП.

Модель вариабельности ПС

Модель вариабельности M_{var} системы ПС это:

$M_{var} = (SV; AV)$ задает

1) уровень изменяемости продуктов ПС с учетом требований

$SV = \langle G_1; \langle G_t, TR_t \rangle, t=2,\ldots,4; Con; Dep \rangle$

$G_t = (F_t, L_t)$ – граф структуры уровня $t = 1,\ldots,4$ модели MF ПС семейства ПС/ПП,

TR_t – двусторонние связи трассирования артефактов уровней t -1 и t,

Con, Dep – предикаты на $\otimes F_t$, задающие ограничения и зависимости артефактов;

2) степень изменяемости артефактов в вариантных точках ГОР и ПС

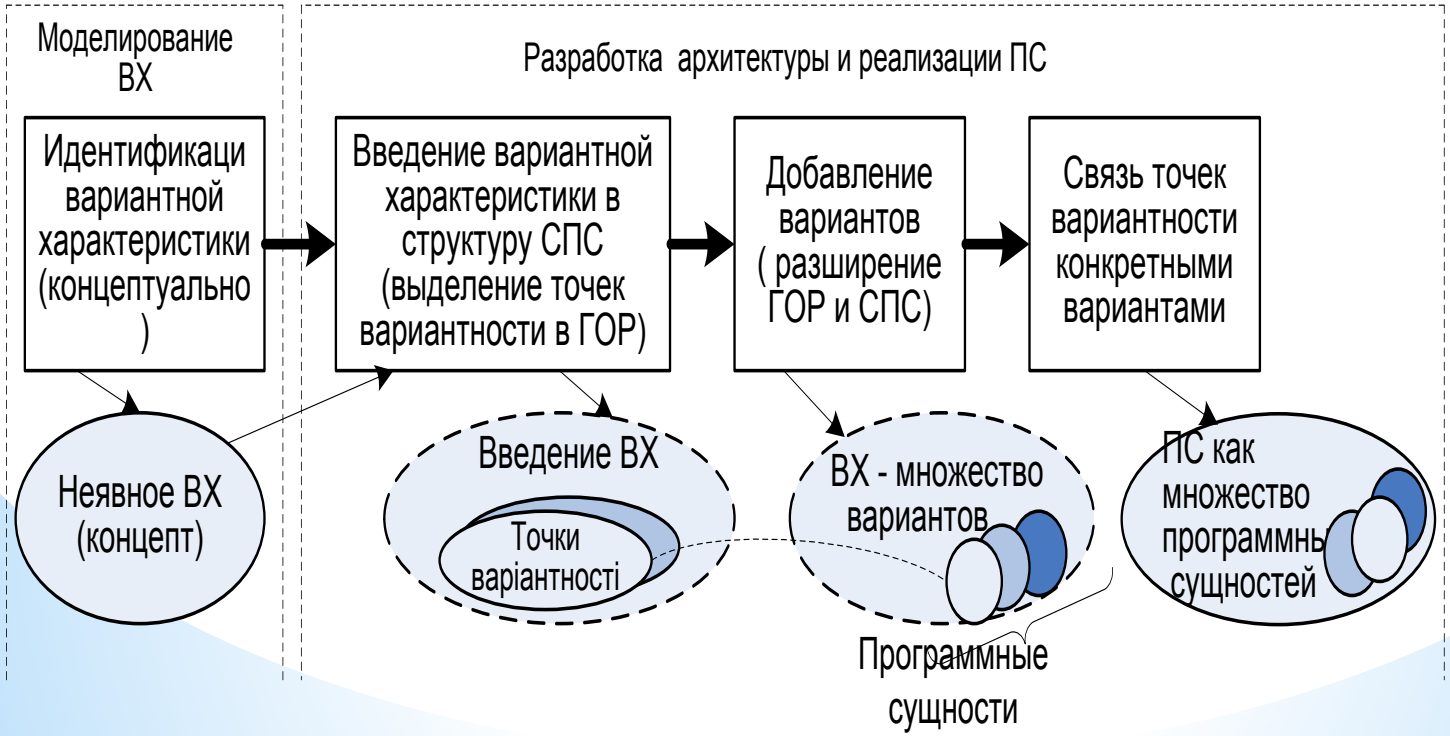
$AV = \langle g_1; \langle g_t, tr_t \rangle \langle p_t, tr_t \rangle \rangle, \; t = 2,\ldots,m,$

где g_t и p_t – подграфы G_t графа G с артефактами типа m с идентификатором id_m реализации ПС/ПП;

Управление вариабельностью ПС (в артефактах и структуре) - основа разработки ПС из ГОР.

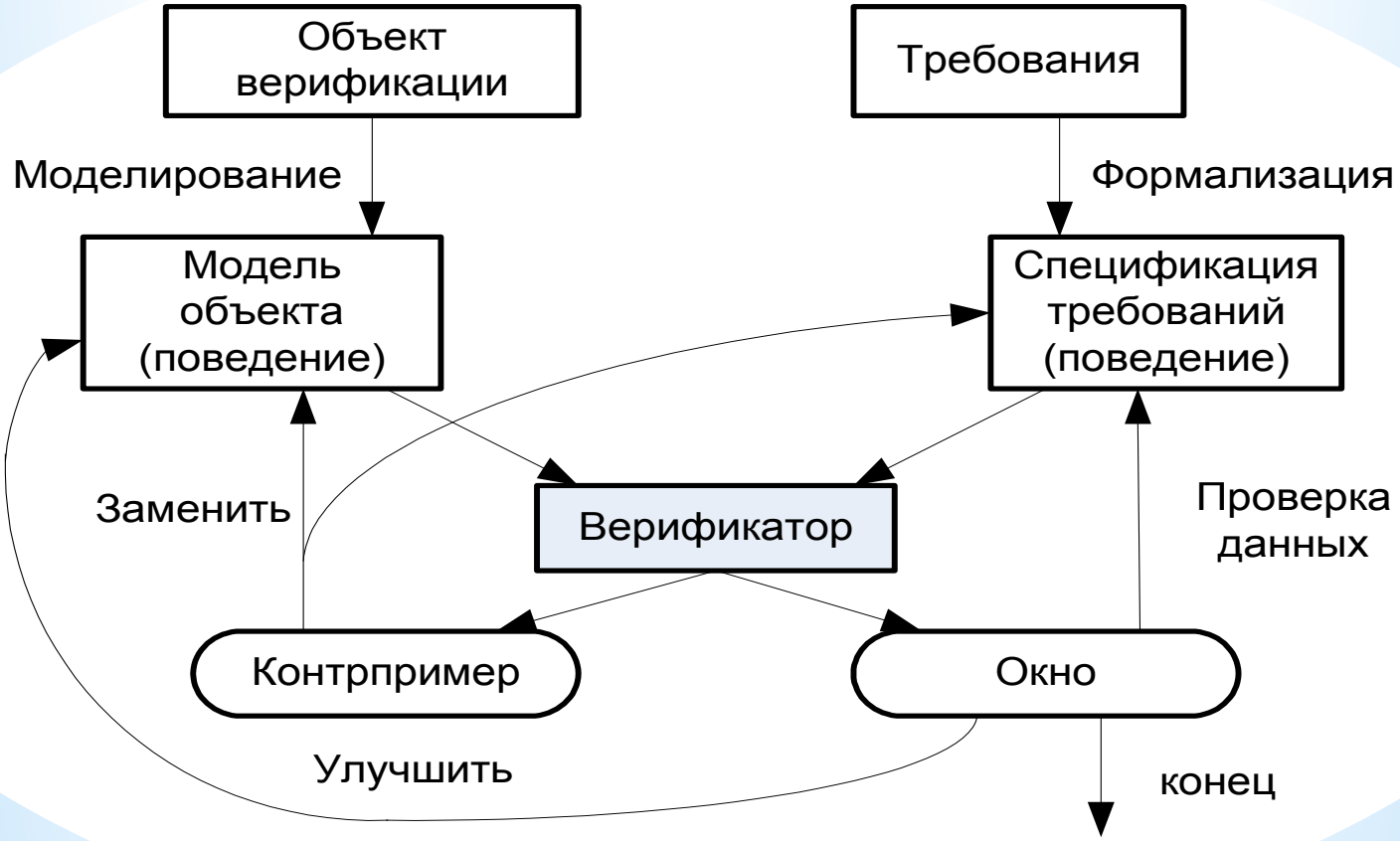
Процесс обеспечения Вариабельности

1. ***Идентификация вариабельности СПС,*** **определение вариантной характеристики и введение ее в коллекцию вариантов и точек вариации.**
2. ***Условия вариабельности СПС*****, учитывающие текущие требования, потребности в ПС и перспективы изменения.**
3. ***Реализация вариабельности*** **по M_{var} и технологии реализации точек вариации в КПИ и ПС.**
4. ***Управление процессом вариабельности ПС и СПС.***



Верификация модели вариабельности MF

Верификатор метода model checking устанавливает соответствие спецификации модели MF объекта, требованиям и свойствам. Если соответствие удовлетворяется, то верификатор сообщает о правильности модели, в противном случае дается пояснение о возникшем несоответствии.



Тестирование ГОР, ПС и СПС

Концептуальная модель тестирования ПС и СПС из ГОР и КПИ имеет вид: $SFT = \langle TM; TD, TA, Env \rangle$,

где *TM* – подпроцесс управления тестированием;

TD и *TA* – подпроцессы тестирования артефактов и ПС;

Env – информационная среда процесса тестирования ПС.

Подпроцесс *TM* имеет унифицированное представление:

$$TM = \langle Task(TM, TD, TA), En(TM), CM(TM) \rangle,$$

$$En(TM) \cup En(TD) \cup En(TA) = Env$$

где *Task* – задачи, разрешимые при выполнении подпроцесса;

Env – информационная среда тестирования КПИ, ПС;

CM – подмодель координации операций подпроцессов.

Схема концептуальной среды *Env* задается выражением

$$Env = TG \cup SG \cup T \cup P \cup RG \cup RP,$$

где *TG* и *SG*– тесты активов (assets) и программных КПИ;

T и *P* – тесты и тестированные ПС;

RG и *RP* – отчеты о выполнении тестовых КПИ и тестов ПС.

Оценка оптимального времени тестирования

Оптимальное время тестирования определяется по формуле :

$$\Delta R(t_0|te) = См\,(\mu(t_0) - \mu(t_0 + t_e) + \mu(t_e)),$$ где

$$C_м = \sum_{j=J}^{n}[P(S)\sum_{j=J}^{r} P(H_j|S_j)\cdot C_j]$$ – взнос модуля в риск отказов ПС;

$\mu(t)$ – функция роста надежности;

$\lambda(t) = d\mu(t)/dt$ – интенсивность отказов модуля;

$P(S_i)$ – вероятность того, что при реализации сценария S_i $(i=1,2.,n)$ будет выполняться данный модуль;

$P(H_j|S_i)$ – условная вероятность того, что при реализации сценария S_i причиной возникновения угрозы Hj будет отказ данного модуля;

C_j – стоимость последствий реализации угрозы H_j $(j=1, 2,\dots ,r)$;

$C(t_e)$ – полная стоимость тестирования в течение времени t_e;

Прибыль от тестирования определяется по формуле:

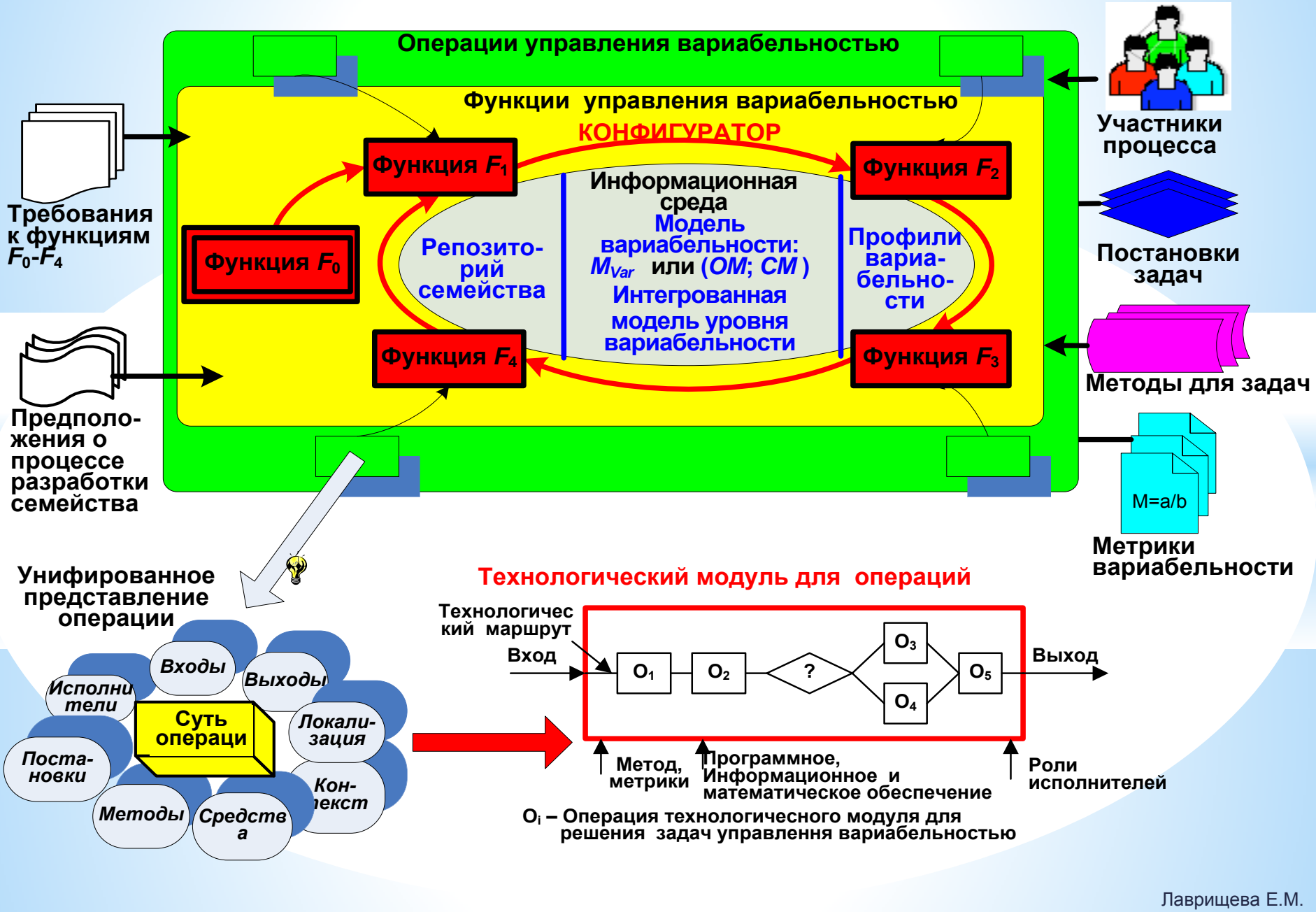
$$K(t_0|t_e) = \Delta R\ t_0|t_e) - C(t_e) = C_м\,(\mu(t_0) - \mu(t_0 + t_e) + \mu(t_e)) - c1\ t_e - c_2\mu(t_e).$$

Походная функции $K(t_0|t_e)$ по t_e равняется:

$$K'(t_0|t_e) = См\,(\lambda(t_e) - \lambda(t_0 + t_e)) - c1 - c2\lambda(t_e).$$

Значение оптимального времени t_e^* получается как решение уравнения $K'(t0|t_e) = 0$ в зависимости от функции $\lambda(t)$.

Схема управления вариабельностью СПС



Лаврищева Е.М.

Процесс управления вариабельностью

Функции управления вариабельностью ПС по Демингу

Plan-Do-Check-Act это:

1) F1– планирование реализации вариабельности в артефактах СПС (на уровнях инженерии ПрО и инженерии приложений);
2) F2 – реализация вариабельности в артефактах СПС;
3) F3 – мониторинг состояния СПС в аспекте архитектуры СПС;
4) F4 – актуализация СПС по результатам мониторинга.

Требования к управлению вариабельностью:

1) R1 – обоснованность – наличие объективных оснований принятия решений для F1 – F4;
2) R2 – согласованность – одинаковость способа выработки и реализации решений на всех уровнях абстракции и на этапах процесса разработки СПС ;
3) R3 – масштабность – независимость способа выработки и реализации этих решений от объема функциональных возможностей, охватываемых СПС;
4) R4 – трассирование связей вариабельности на уровнях и процессах СПС.

Переход ОМ к компонентной модели

Компонентная модель СМ задает вариантность ОМ ПС для платформы выходного кода с оценкой уровня вариабельности заданной заказчиком. Объекты и интерфейсы ОМ преобразуются к программному коду в СМ.

Модель СМ **СПС отражает реализацию методов объектов или КПИ и интерфейса между ними.**

Имеет следующий вид:

$$CM = \langle RC, In, ImC, Fim \rangle,$$

где *RC* – базовые компоненты множества компонентов С, которые соответствуют базовым объектам модели ОМ;

In **– интерфейс компонентов, среди параметров которого задается имя точки вариантности;**

ImC **– реализация базового компонента в заданной среде;**

Fim (·) **– функции преобразования входных и выходных параметров интерфейса и множество данных в сигнатуре этих функций.**

Компонентные модели

Модель компонента **задает типовые решения, касающиеся функциональной сущности компонента, его структуры, свойств и характеристик и имеет вид.**

$$M_{Comp} = (C_{name}, C_{in}, C_{fact}, C_{im}, C_{ser}),$$

где C_{Name} **– уникальное имя компонента;**

$C_{In} = \{C_{Ini}\}$ **– множество интерфейсов компонента;**

C_{Fact} **– управление экземплярами компонента;**

$C_{Im} = \{C_{Inj}\}$ **– множество реализаций компонента;**

$C_{Ser} = \{C_{Serr}\}$ **– множество системных сервисов.**

Множество $C_{in} = C_{Ini} \cup C_{Ino}$ **состоит из входных** C_{ini} **и выходных** C_{ino} **интерфейсов.**

Модель интерфейса **компонента имеет вид:**

CIn **= (*InName , InFun , CIn, InSpec*),**

где *InName* – имя интерфейса;

InFun **– функциональность (метод) интерфейса;**

CIn **– интерфейс управления экземплярами компонента;**

InSpec **– спецификация интерфейса (описания типов, констант, сигнатур методов и т. д.).**

Интерфейс задает операции управления экземплярами:

CIn **= {*Locate, Create, Remove*},**

где *Locate* - поиск и определение экземпляра компонента;

Create **- создание экземпляра компонента;**

Remove **- удаление экземпляра компонента.**

Компонентная среда имеет вид:

$CE = (NameSpace, InRep, ImRep, CSer, CSerIm)$,

где $NameSpace$ – множество имен компонентов среды;

$InRep = \{InRep_i\}$ – репозиторий интерфейсов;

$ImRep = \{ImRep_j\}$ – репозиторий реализаций;

$CSer = \{CSer_k\}$ – системные сервисы;

$CSerIm = \{CSerImr\}$ – реализации сервисов.

Компонентная среда – это множество серверов приложений, где разворачиваются компоненты, контейнеры, экземпляры которых обеспечивают реализацию функциональности компонента.

Каркас компонентной среды

– это совокупность имен компонентов, интерфейсов и реализаций как пустых множеств $FW = (\varnothing, \varnothing, \varnothing, CSer, CSerIm)$.

Если каркасы $FW_1 = (\varnothing, \varnothing, \varnothing, CSer_1, CSerImp_1)$ и $FW_2 = (\varnothing, \varnothing, \varnothing, CSer_2, CSerIm_2)$, то FW_1 совместим с FW_2, если существует отображение $SMap: CSer_1 \rightarrow CSer_2$ такое, что $SMap(CSer_1) \subseteq CSer_2$.

В $CSer_1$,$CSer_2$ входит сервис именования и между этими сервисами должна существовать такая связь, при которой сервис первой среды – это именование объектов среды и наоборот.

Любая компонентная среда использует те же сервисы, а их связи определяют их совместимость. Взаимодействие компонентов, расположенных в разных серверах, поддерживают сервисы этих серверов. Если совместимость между серверными сервисами существует, то такие компоненты могут входить в состав общей среды компонента.

Операции над компонентами

Операция добавления компонента С к компонентой среде обозначается $\oplus$. Добавление компонента $C \oplus CE1 = CE2$ к среде выполняется согласно правил,

$CE2.NameSpace = \{C.CName\} \cup CE_1.NameSpace,$

$CE2.InRep = \{C.(CIni, CName)\} \cup CE_1.InRep,$

$CE2.ImRep = \{C.(Cj, CName)\} \cup CE_1.ImRep.$

Операция удаления компонента из компонентной среды обозначается знаком $\Diamond$ и подчиняется следующим правилам:

$CE1 \Diamond C = CE2,$

$\exists\, CName_k: CName_k \in CE1.NameSpace \;\; (CNamek = C.CName)$

$\Rightarrow CE2.NameSpace = CE1.NameSpace \setminus \{C.CName\} \;\; CE2.IntRep = CE1.IntRep.$

$\forall\, i: IntRepi.CName = C.CName)\; IntRepi\} \;\; CE2.ImpRep = CE1.ImRep \setminus$

$\forall\, j \;\&ImtRepj.CName = C.CName)\; ImRepj\}.$

Операция замены компонента задается знаком "–" и имеет вид: $CE.NameSpace(C1) - C2 = (CE \lozenge C\,1) \oplus C\,2$.

Операция объединения ($\cup$) компонентных сред выполняется согласно следующих правил:

$$CE1 \cup CE2 = CE3\ ,$$

$$CE3.NameSpace = CE1.NameSpace \cup CE2.NameSpace,$$

$$CE3.InRep = CE1.InRep \cup CE2.InRep,$$

$$CE3.ImRep = CE1,\ ImRep \cup CE2.ImRep.$$

Теорема. *Операция объединения сред ассоциативна:*

$$(CE1 \cup CE2) \cup CE3 = CE1 \cup (CE2 \cup CE3).$$

Доказательство

$$\forall C \in (CE1 \cup CE2) \cup CE3 \Rightarrow C \in CE1\ v\ C \in CE2\ v\ C \in CE3;$$

$$\forall C \in CE1 \cup (CE2 \cup CE3) \Rightarrow C \in CE1\ v\ C \in CE2\ v\ C \in CE3.$$

Операция объединения сред коммутативна

$$CE1 \cup CE2 = CE2 \cup CE1.$$

Операции управления созданием ПС из компонентов в CASE-среде:

Link ($C1 \cup C2 \Rightarrow C3$) – объединение компонентов;

Conf ($C1 \cup C2 \cup C3$) – конфигурация компонентов;

Reing (Cn) – реинженерии и др.;

Prove PS (CPIi) – доказательство правильности ПС из КПИ;

Creat (Cj) – образовать класс компонентов и др.

Компонентная модель CM имеет вид:

$CM = \{CLm\{Lm1,\ldots, Lmn\}, P\{Pi, \ldots, Pm\}, CLn\{In1,\ldots, Ink\}, CDi$

где *CLm* – компоненты из множества реализаций в языках *L;*

P {*Pi, …, Pm*} – множество предикатов, определяющих процессы сборки или конфигурации КПИ, реализаций компонентов C*Lm* и интерфейсов *In*;

CLn – множество интерфейсов компонентов;

CDi – множество данных.

Многоосновная компонентная алгебра

$$\Sigma = \{\varphi 1, \varphi 2, \varphi 3\},$$

где $\varphi 1 = \{CSet, CESet, \Omega 1\}$ – внешняя алгебра,

$\varphi 2 = \{CSet, CESet, \Omega 2\}$ – внутренняя алгебра,

$\varphi 3 = \{Set, CESet, \Omega 3\}$ – алгебра эволюции компонентов.

Внешняя компонентная алгебра включает операции над компонентами среды:

$$\varphi 1 = \{ CSet, CESet, \Omega 1 \},$$

где *CSet* – множество компонентов;

CESet – множество компонентных сред;

$\Omega 1$ – множество операций:

$CSet2 = Cset \oplus CESet1$ - инсталляция (развертывание);

$CESet3 = CESet1 \cup CESet2$ - объединение сред ;

$CESet2 = CESet1 \setminus CSet$ удаления компонента из среды.

Внутренняя компонентная алгебра **имеет вид:**

$$\varphi 2 = \{CSet, CESet, \Omega 2\},$$

где ***Cset = {OldC, NewC}*** **– множества старых** ***OldC*** **и новых компонентов** ***NewC,*** **разработанных или преобразованных из старого к** ***NewC;***

OldC = (OldCName,OldIn, CFact, OldIm, CSer) **– интерфейсы реализации старых компонентов в серверной среде;**

NewC = (NewCName, NewIn, CFact, NewIm,CSer) **– интерфейсы реализации новых компонентов в серверной среде;**

$\Omega 2 = \{addIm, addIn, replIn, replIm\},$

где ***addim*** **– операции добавления реализации;**

addIn **– добавления интерфейса;**

replIm **– операция замещения реализации компонента,**

replIm **– замещения интерфейса.**

Алгебра эволюционного изменения имеет вид:

$$\varphi 3 = \{CSet, CESet, \Omega 3\},$$

где $\Omega 3 = \{O_{refac}, O_{Reing}, O_{Rever}\}$, в котором

O_{refac} – рефакторинг,

O_{Reing} – реинженерия,

O_{Rever} – реверсная инженерия компонентов.

Семантика этих операций состоит во внесении изменений (замены, добавления, переименования) компонентов и/или их интерфейсов и добавления новых компонентов.

Модель рефакторинга компонентов: $M_{refac} = \{O_{refac}, \{CSet = \{NewCn\}\}$,

где $(CSet, O_{refac})$ – элемент алгебры эволюции;

Orefac = {*AddOImp, AddNIm, ReplIm, AddIn*} – операции рефакторинга:

AddOIm – добавить старую реализацию компонента;

AddNIm – добавить новую реализация;

AddIn – добавить интерфейс во множество C*Set*;

ReplIm – заменить реализацию компонентов в репозитории.

Модель реинженерии компонентов: $M_{Reing} = \{O_{Reing}, \{CSet = \{NewC_n\}\}$,

где $(CSet, O_{Reing})$ – элемент алгебры эволюции функциональности;

$Oreing = \{rewrite, restruc, adop, conver\}$ – операции реинженерии

Rewrite – переписать компонент;

Restruc – реструктуризировать структуру компонента;

Adop – адаптация компонента к среде выполнения;

Conver – конвертирование компонента в другой язык.

Модель реверсной инженерии компонентов:

$M_{Rever} = \{O_{Rever}, \{CSet = \{NewCn\}\}$,

где $(CSet, O_{Rever})$ – элемент компонентной алгебры эволюции;

O_{Rever} = {restruc, designt} – операции реверсной инженерии,

Design – проектирование компонента или системы;

Restruc – трансформация структуры системы.

Доказательство свойств компонентов

Члены множества С компонентов хранятся в репозитории на разных языках, с их именами и интерфейсами. Они могут изменяться и заменяться новыми компонентами для получения разных вариантов продуктов ПС.

Аксиома. Два компонента С1 и *С2* являются тождественными (равными), если тождественны их соответствующие составные.

Как следствие, замена *С1* на С2 не влияет на компонентную модель, к которой принадлежит компонент С1.

Средства описания КПИ:

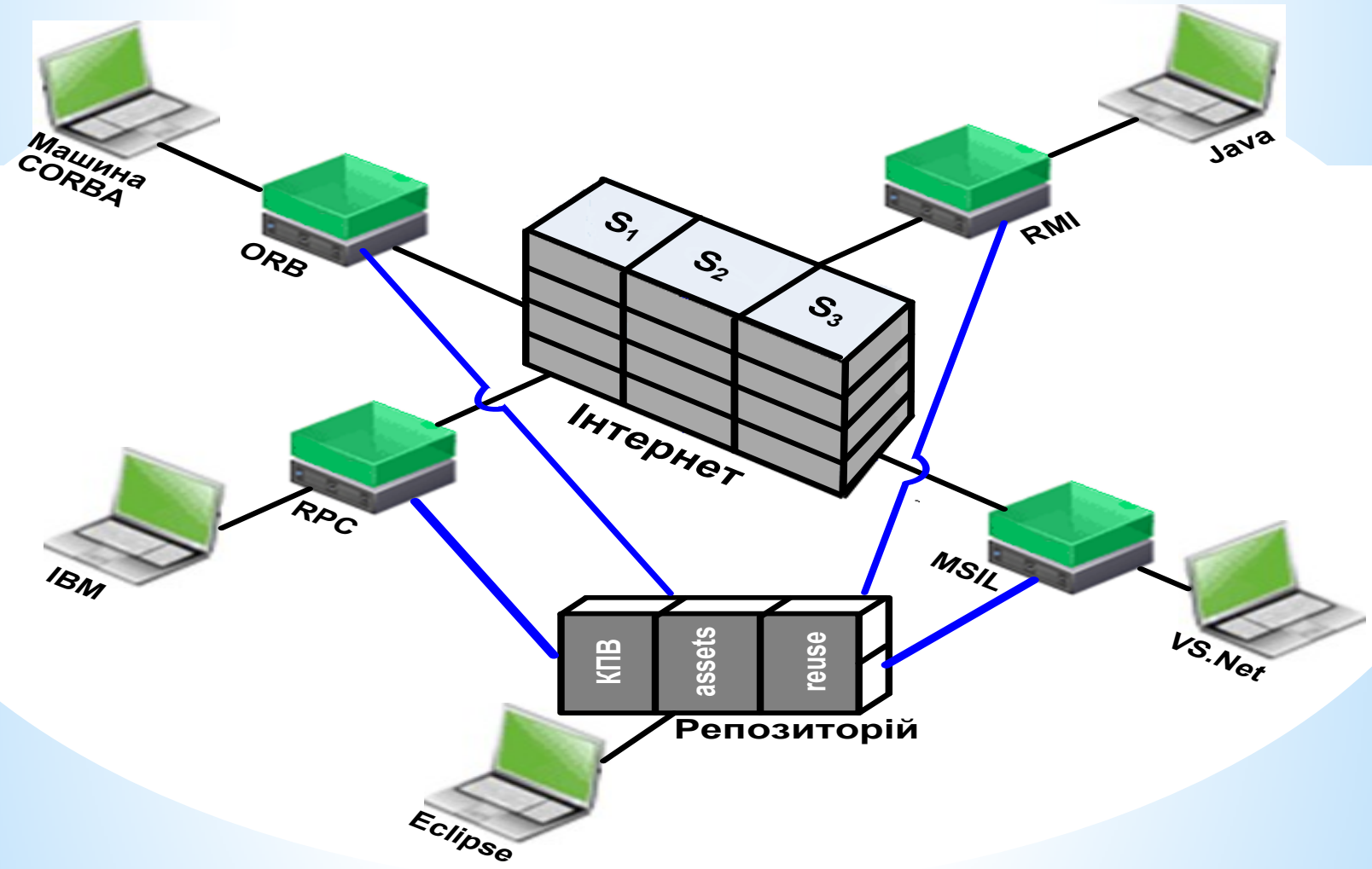
- **язык спецификации интерфейсов КПИ (IDL, API, OSWL, XML)**
- **сборка компонентов и КПВ в приложения, домены, семейства программ и систем;**
- **для представления КПИ в репозитории для разных предметных областей.**

Поддержка технологии ОКМ

- Репозиторий КПИ и онтологии доменов ЖЦ и вычислительной геометрии;
- Компонентная алгебра сборки КПИ;
- Системы преобразования ТД GDT↔ FDT;
- Модели программной системи, семейства систем;
- Модель вариантной ПС и СПС;
- Модель качества ПС и СПС;
- Модель взаимодействия и вариабельности ПС, СПС;
- Методы индустрии ПС и СПС из КПИ;
- Монография 2 издание «Сборочное программирование;
- Инструментально-технологический комплекс (ИТК) изготовления ПС и СПС из КПИ.

Взаимодействие систем и сред

основано на интерфейсе и механизмах обработки даних, которые передаються по сети с общих и глобальных хранилищ типа Grid и Cloud.



Взаимодействие – это взаимосвязь двух и больше объектов

Модель взаимодействия имеет вид:

***Мвз* = {*Мпр, Мсис, Мсред*},**

где *Мпр* = {*Com, Int, Pro*} – модель программы,

***Мсис* = {*FPC, Int, Pro*} – модель системы,**

***Мсред* = {*Envir, Int, Pro*} – модель среды,**

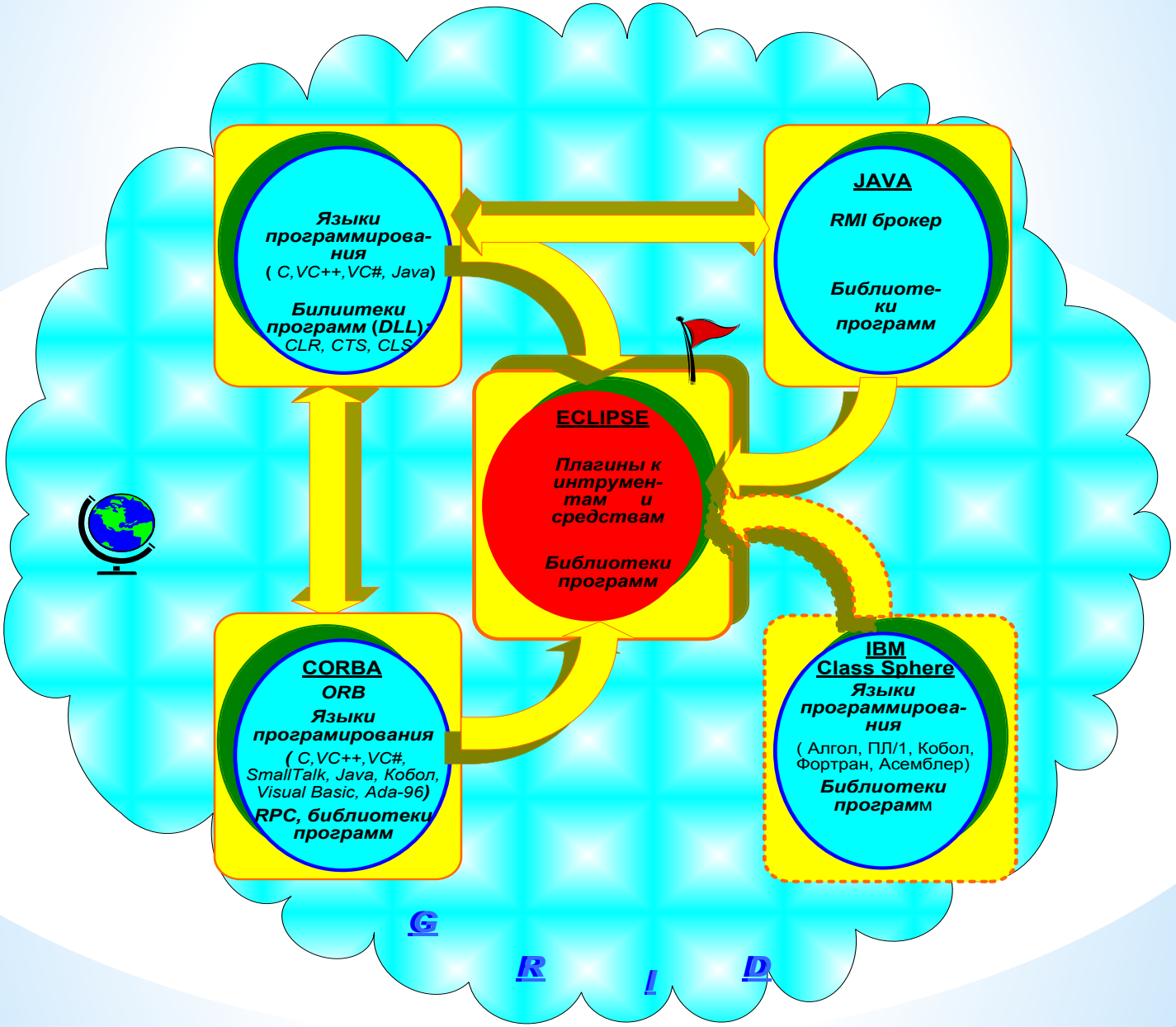
***Int, Pro* отображают совокупность интерфейсов и протоколов, которые передают через сеть данные между программами разных сред.**

***Мвз* по отношению к стандартной модели открытых систем OSI есть модель верхнего уровня, которая реализуется сервисом Eclipse.**

Модель Visual Studio ↔ Eclipse

Модель CORBA ↔ Visual Studio ↔ Eclipse

Общая модель взаимодействия современных сред



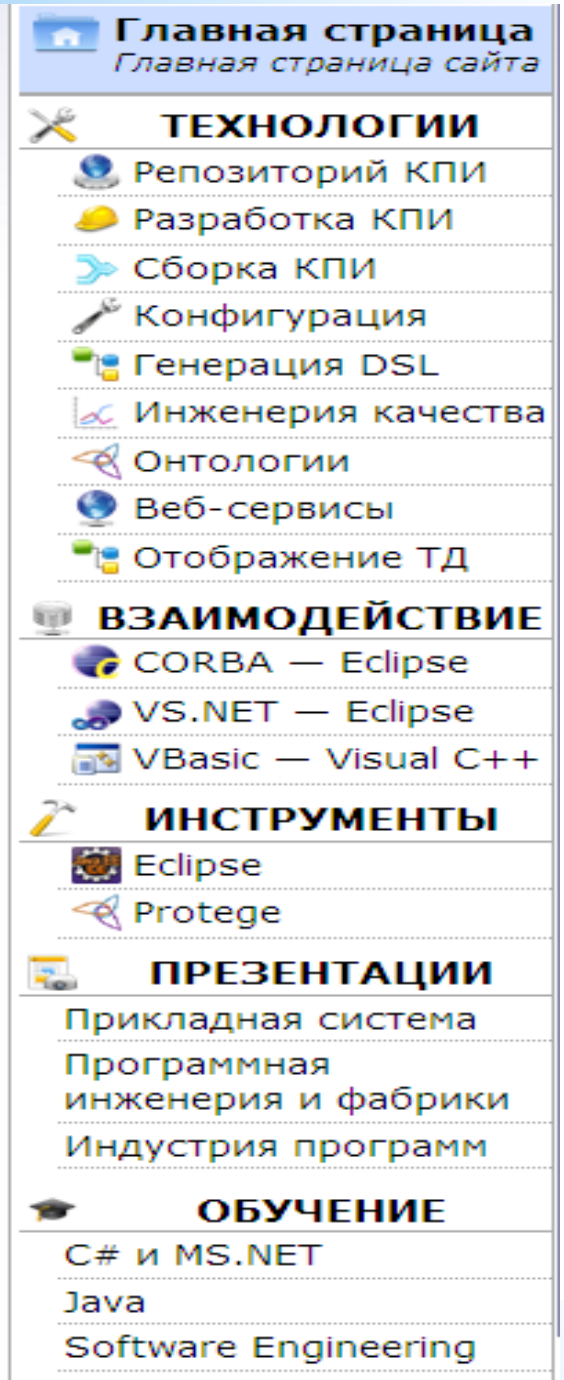
Лаврищева Е.М.

Статья об ОКМ напечатана в ж. США и Лондоне

Membership ID#513442 considering your paper "Object-Component Development of Application and Systems Theory and Practica.

I am writing with reference to your research paper titled, "Object-Component Development of Application and Systems Theory and Practice" **and have acknowledged it worthy of commendation. I found your research work to be exceedingly impressive and impactful. This research can indeed prove to be significant for fellow researchers and scientists working in the same domain.**

* **Taking note of your research interests which matches with our journal domain, I would like to welcome you to associate with us. To follow this, our Editorial Board has agreed to recognise you under** "Quarterly Franklin Membership" **(Membership ID#513442|UK) of London Journals Press. Also, we encourage you to have your upcoming research articles/papers published in,** London Journal of Research in Computer Science and Technology (LJCST)**. As a part of this honorary membership, APC/Membership fee is fully waived off for you.**



Содержание разделов веб-сайта ИТК

ТЕХНОЛОГИИ ИТК:

Технология обслуживания репозиторию КПИ,
Технология разработки КПИ,
Технология сборки КПИ,
Технология конфигурирования КПИ,
Технология генерации описания КПИ в языке DSL,
Технология оценка затрат и качества,
Технология онтологии вычислит. геометрии, ЖЦ ISO/IEC12207
Технология веб–сервисов,
Технология генерация типов данных ISO/IEC 11404.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ программ, систем и сред:

Модель Corba–Eclipse–Java,
Модель VS.Net C#–Eclipse,
Модель Basic–C++.

ІНСТРУМЕНТЫ ИТК:

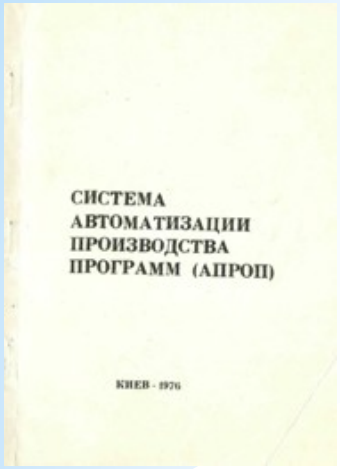
Система Eclipse,
Система Protégé

ПРЕЗЕНТАЦИИ В ИТК:

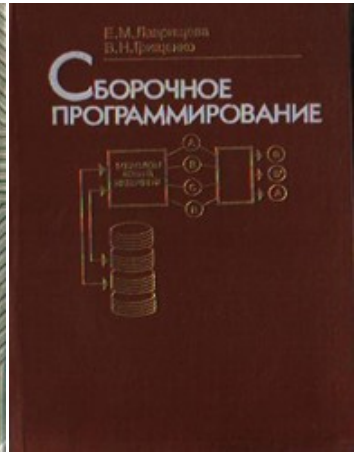
Система ведения зарубежных командировок для НАНУ,
Слайды про ИТК, фабрики программ
Методологии построения ТЛ

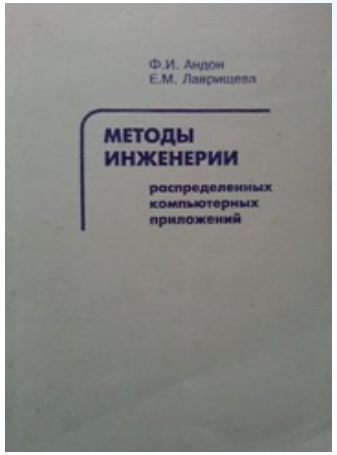
ОБУЧЕНИЕ:

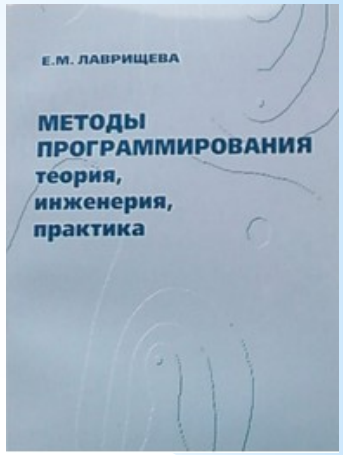
Технологии разработки программ в C# VS.Net, языка Java, электронного учебника с предмета «Программная инженерия» веб-сайту КНУ http://programsfactory.univ.kiev.ua.


СИСТЕМА
АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВА
ПРОГРАММ (АПРОП)
КИЕВ - 1976


Связь
разноязыковых
модулей
в ОС ЕС

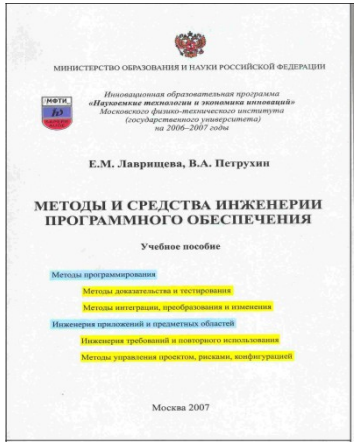

СБОРОЧНОЕ
ПРОГРАММИРОВАНИЕ


Ф.И. Андон
Е.М. Лаврищева
МЕТОДЫ
ИНЖЕНЕРИИ
распределенных
компьютерных
приложений


Е.М. ЛАВРИЩЕВА
МЕТОДЫ
ПРОГРАММИРОВАНИЯ
теория,
инженерия,
практика


ОСНОВИ
ПРОГРАМНОЇ
ІНЖЕНЕРІЇ

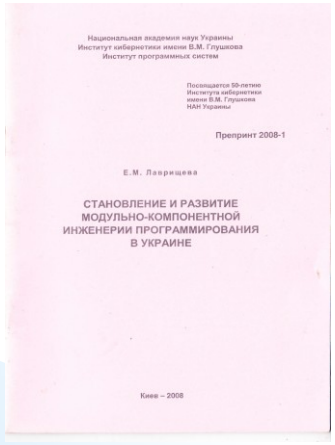

ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРИИ
КАЧЕСТВА
ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ

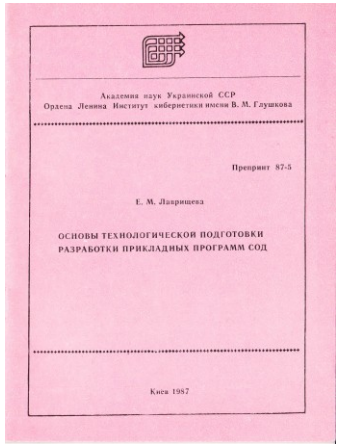

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Е.М. Лаврищева, В.А. Петрухин
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРИИ
ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
Учебное пособие
Москва 2007

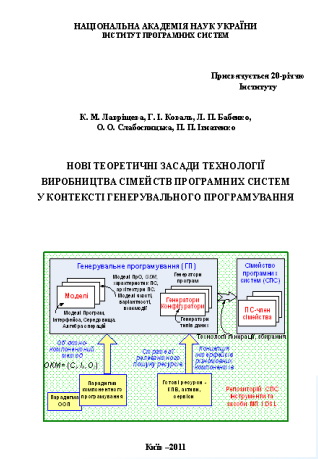

К.М. Лавріщева
ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ
Інженерія
Наука
Стандарти
SWEBOK
PMBOK


СБОРОЧНОЕ
ПРОГРАММИРОВАНИЕ
Основы
индустрии
программных
продуктов

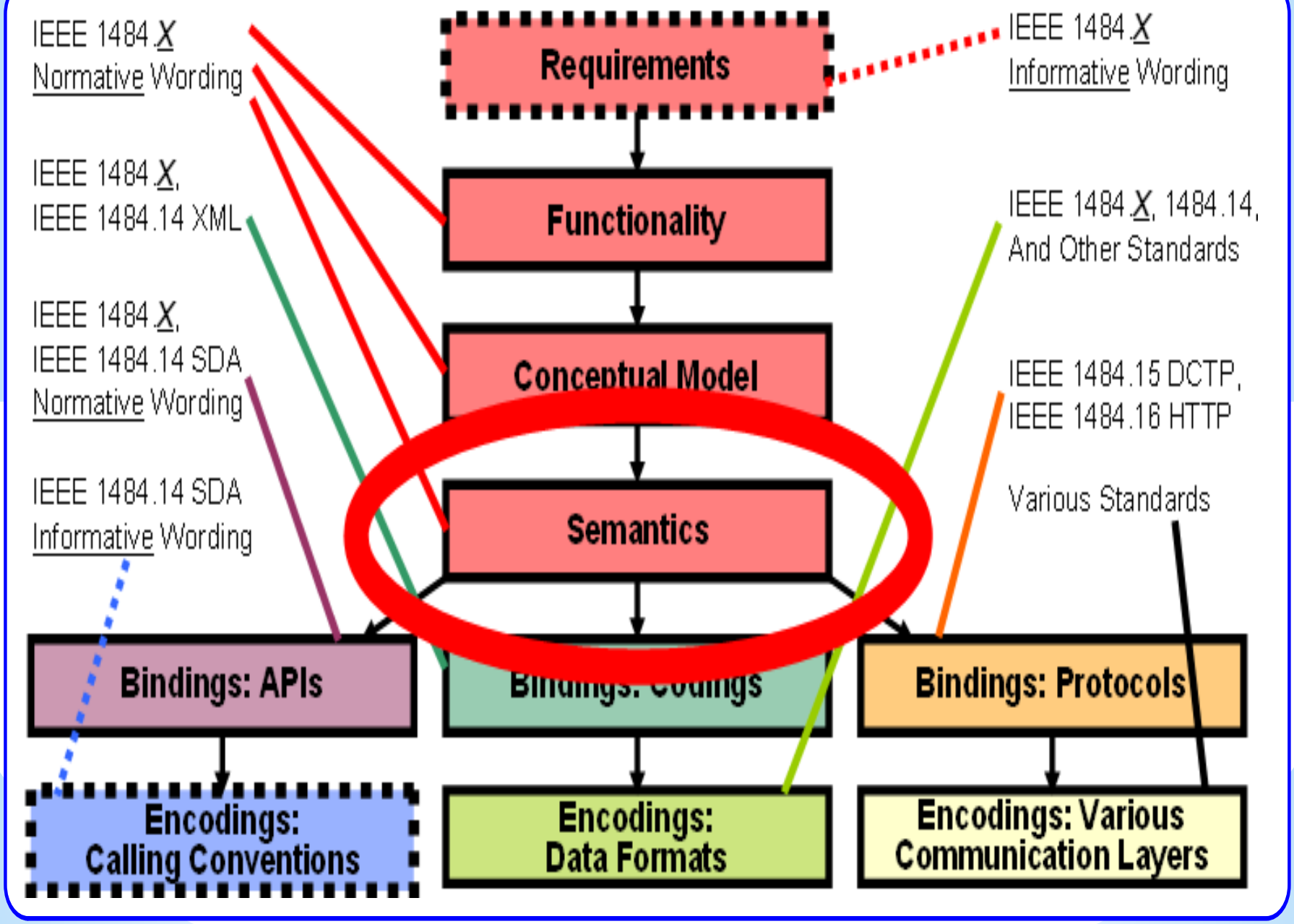

РДЭИТП
В ПОМОЩЬ
ЛЕКТОРУ
И СПЕЦИАЛИСТУ
ПРОБЛЕМАТИКА ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ
КИЕВ 1991
Общество «Знание» Украины


Национальная академия наук Украины
Институт кибернетики имени В.М. Глушкова
Институт программных систем
Препринт 2008-1
Е.М. Лаврищева
СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ
МОДУЛЬНО-КОМПОНЕНТНОЙ
ИНЖЕНЕРИИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ
В УКРАИНЕ
Киев – 2008


Академия наук Украинской ССР
Ордена Ленина Институт кибернетики имени В. М. Глушкова
Препринт 87-5
Е. М. Лаврищева
ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ
РАЗРАБОТКИ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ СОД
Киев 1987


НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ
Присвячується 20-річчю Інституту
К. М. Лаврішева, Г. І. Коваль, Л. П. Бабенко,
О. О. Слабоспицька, П. П. Іващенко
НОВІ ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОБНИЦТВА СІМЕЙСТВ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ
У КОНТЕКСТІ ГЕНЕРУВАЛЬНОГО ПРОГРАМУВАННЯ
Київ -2011


Е. М. Лаврищева
SOFTWARE
ENGINEERING
КОМПЬЮТЕРНЫХ
СИСТЕМ
ПАРАДИГМЫ, ТЕХНОЛОГИИ,
CASE-СРЕДСТВА
ПРОГРАММИРОВАНИЯ
reuse
service
module
aspect
component
program
family system


IEEE 1484.X
Normative Wording
IEEE 1484.X,
IEEE 1484.14 XML
IEEE 1484.X,
IEEE 1484.14 SDA
Normative Wording
IEEE 1484.14 SDA
Informative Wording
Requirements
Functionality
Conceptual Model
Semantics
Bindings: APIs
Bindings: Codings
Bindings: Protocols
Encodings:
Calling Conventions
Encodings:
Data Formats
Encodings: Various
Communication Layers
IEEE 1484.X
Informative Wording
IEEE 1484.X, 1484.14,
And Other Standards
IEEE 1484.15 DCTP,
IEEE 1484.16 HTTP
Various Standards

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!