

**Научный доклад**  
**доктора физ.-мат наук, почетного профессора МФТИ**  
**Главного научного сотрудника ИСП РАН**  
**Лаврищевой Е.М.**  
**на тему:**

**Наука моделирования и программирования**  
**сложных программных и технических систем**

**Научные проекты РФФИ**  
**№ 16-01-00352,**  
**№ 19-01-00206**  
**2016-2021**

**15 февраля 2022**

- 1. История программирования на первых ЭВМ.**
- 2. Теории моделирования и программирования изменяемых (вариабельных) ПТС и ОС из информационных, интеллектуальных и сервисных ресурсов Интернет. Верификация, тестирование, безопасность, надежность, защита данных в Базах данных.**
- 3. Метод сборки ресурсов Интернет** согласно стандарта IEEE 828: Configuration – 2012 в конфигурационную структуру ПТС, ОС в современных средах (BSD, Intel, .JAVAE, VS.Net, IBMSphere, Grid и др.). Определен общий сборщик ресурсов Интернет. Собран экспериментальный вариант ядра OS Linux для областей знаний.
- 4. Онтология ЖЦ стандарта ISO/IEC 12207 – 2012 и Выч. геометрии.** Регистрация программы онтологии ЖЦ.
- 5. Определены средства гарантоспособной надежности, безопасности и защиты ПТС и ОС из ресурсов Библиотек и Хранилищ данных Интернет.**

# 1. История программирования на первых ЭВМ

**В 1954г. окончила физико-математический факультет Ставропольского государственного университета (диплом –математик) и направление в аспирантуру в МГУ на Механико-математический факультет.**

**Взяв документы, я поехала на родину предков –Киевско-Печерскую Лавру.... Судьба свела меня г. Киева с Ющенко Е.Л. Замена назначения в Мин. Образования СССР на Институт математики АНУ... И зачисление на работу в отдел Ющенко Е.Л. 1 августа 1959г....Начало работы на первом компьютере МЭСМ А.С. Лебедева по реализации**

- Симплекс-метода (для Михалевича В.С.);**
- Метода решения сингулярных уравнений (ИвановВ.В.);**
- Метода приближенных вычислений (Положий И.Н.).**

**С 1962г. Разработка трансляторов с Адресного языка (Королук, Ющенко) - Автокод и Алгол для УВК «Днепр-2».**

## Начальное программирования

На первых ЭВМ - МЭСМ (1955), СТРЕЛА(1956), М-20 (1958), УМШН были реализованы ОС ПО, трансляторы, отладчики, тестировщики программ на ЯП - Адресный и **Algol-60, PL/1, Fortran, Cobol, Ada** и др.

Программы вводились с устройств ввода и ОС ПО управляла их обработкой (трансляция, отладка и др.) с сохранением результатов во внешней памяти (16, 32, 64 разрядной) ЭВМ. Трансформация описания программ в ЯП в код ЭВМ **трансляторами** (ТА1 – ТА4...) с ЯП, отладчиками, сборщиками и т.п. Первыми программами для ЭВМ были простые численные задачи с данными для вычисления. Программы запоминались в Библиотеках программ, ГФАП, РФАП - склады программ. Для анализ программ в ЯП создан СМ метод:

[A method of analyzing programs based on a machine language. E. M. Lavrishcheva and E. L. Yushchenko 1972, Volume 8, Number 2, Pages 219-223](#) и реализован в трансляторах АКД и АЛГАМС.

# Компоненты системного программирования ЭВМ

## 1. Операционные системы для МЭСМ, М-20, Стрела, БЭСМ, Днепр и др.:

ОС- 68, Диспетчер 68 МГУ (Королев Л.Н., В.П. Иванников и др.),  
ОС ИПМ для М-220 1967г. ИПМ (И.Б. Задыхайло, С.С. Камынин и др.),  
Монитор - Дубна (Н.Н. Говорун и В.П. Шириков).

## 2. Программирующая программа для языка операторных схем Ляпунова А.А. сделана в 1953 г. в МГУ (Э.З. Любимский, А.П. Ершов) и трансляторы с языка Алгол-60 (ТА) для работы с программами:

**ТА1**– С.С. Лавров (ЛГУ, 1962);

**ТА2** – М.Р. Шура-Бура и Э.З. Любимский (ИПМ, 1963); Транслятор с языка АЛМО (Любимский З.Л., 1965).

**ТА3** - (Альфа-система) русская версия языка Алгол-60 (СО АН СССР, 1964);

**ТА4** – Е.Л. Ющенко, Е.М. Лаврищева для УВК Днепр-1, Днепр-2 (ИК АН УССР).

## 3. Библиотека стандартных математических подпрограмм ИС-2 для М20 в МГУ (Е.А.Жоголев, Г.С.Росляков, Н.П.Трифонов, М.Р.Шура-Бура. Система стандартных подпрограмм, 1958.- ГИФМЛ.-231с.) и др.

## 4. Алгоритмы задач прикладной математики для первых ЭВМ с использованием теории граф-схемного языка А.А.Ляпунова (1955) для описания математических задач с помощью логических операций и операторов перехода ориентированного графа с одной входной и одной выходной вершиной\*.

## **ПО ОС и СП АКД, АЛГАМС на УВК «Днепр-2»**

**В период 60 годов прошлого века на УВК «Днепр-2» реализованы новые и оригинальные научно-технические задачи по системе прерывания ОС и управления объектами АСУ в реальном времени, трансляторы с языков АВТОКОД, АЛГАМС, SOVOL и др.**

**ПО ОС** управление вычислениями, сбором и обработкой данных в реальном времени; диалоговый и многопультной режим разработки, отладки и выполнения программ (Г.Я.Машбиц, В.И.Конозенко, Е.И.Калайда и др.);

**- трансляторы с языков Автокод, Алгамс и Кобол (Е.Л.Ющенко, Е.М.Лаврищева, Л.Г.Усенко, Л.П.Бабенко, Семенюк М.В. , Борисенко Л.И и др.).**

**УВК «Днепр-2» внедрен в ГДР на ВМНВ (Лейпциг-Карлмарштаб) и разработана АСУ ТП металлургических процессов производства труб, медицинских приборов, пластинок...**

## Участники разработки УВК «Днепр-2» и внедрения в ГДР



## **УВК «Днепр-2» и ПО ОС, СП Автокод, Алгамс, Кобол**

**были сданы Межгосуд. Комиссии во главе с академиком А.А. Дородницыным и Глушковым В.М. 21.09.1968г.**

**УВК «Днепр-2» был представлен на 1-й международной выставке ЭВМ в Москве (1969 г. ). К нему был проявлен огромный интерес специалистов (США, Франция, Бельгия, Голландия, ГДР, Венгрии и др.), которые представляли ЭВМ (IBM, Janeral Electric, Intel, Apple, Robotron и др.). УВК «Днепр-2» отличался оригинальной архитектурой, решениями по управлению объектами и системой прерывания.**

**ГДР вышел в Правительство СССР с предложением покупки УВК «Днепр-2» .**

**По контракту с ГДР завод ВУМ изготовил комплекс УВК «Днепр-2» из двух машин «Днепр-21» и «Днепр-22» (1969г.) в экспортном варианте, которые стали технической базой АСУ ТП для управления металлургическими комбинатами (Берлин-Лейпциг - Карлмарштардт).**



**АКАДЕМИЯ НАУК  
УКРАИНСКОЙ ССР**

**ИНСТИТУТ КИБЕРНЕТИКИ**

**АКД-АВТОКОД  
МАШИНЫ  
"ДНЕПР-2"**

**КИЕВ · 1969**

КИЕВСКИЙ ЗАВОД ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ МАШИН  
(ВУМ)

УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА  
"ДНЕПР-2"

ТРАНСЛЯТОР С ЯЗЫКА "Д-АЛГАМС"

Книга I  
Входной язык

1971

**Коллектив ИК и завода ВУМ провели внедрение УВК «Днепр-2», СП «Автокод», «Д-Алгамс» и диалоговой системы ДДЗ. Была построена АСУ ТП (1970-1973). Разработчики были награждены орденом немецко-советской дружбы, а каждый – медалью «Ударник социалистического труда ГДР», журналом Fur Dich № 2, 1971. Получено **10 мил.эконом.эффективности.****

После внедрения ОС и систем программирования на УВК «Днепр–2» были защищены кандидатские диссертации: Е.М. Лаврищева – «Метод анализа программ на основе СМ-грамматик распознающего типа» ([A method of analyzing programs based on a machine language E. M. Lavrishcheva and E. L. Yushchenko 1972, Volume 8, Number 2, Pages 219-223.](#)

Л.П. Бабенко – «Транслятор с языка Кобол на УВК Днепр-2, В.И. Конозенко – «Многопультный режим отладки в ЯП». **УВК «Днепр–2», ПО ОС и трансляторы поставлены в 25 организаций СССР:** на металлургическом комбинате Запорожья, Львова, Риги, Кишинева, Кемерово, Ташкент. **СМ СССР прекратил выпуск УВК «Днепр–2» в 1990г**

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР  
ОРДЕНА ЛЕНИНА ИНСТИТУТ КИБЕРНЕТИКИ

На правах рукописи

Е.М.ЛАВРИЩЕВА

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ ДИАЛогоВЫХ  
СИСТЕМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОДНОГО КЛАССА ГРАММАТИК  
РАСПОЗНАЮЩЕГО ТИПА

( Математическая логика и программирование,  
№ 007)

А в т о р е ф е р а т

К И Е В - 1 9 7 2



# **Доклад: Развитие ПО и ВТ ЭВМ по КП ГКНТ ВТ СССР-СЭВ (Sorusom-2014, 2017, 2019)\*.**

Представлены пути развития ВТ, ОС, ПО, ОМО и систем программирования ЭВМ СССР. Названы направления КП СМ СССР и Межправительственного Комитета (МПК) СССР-СЭВ (СЭВ Варшавского договора (1955–1991) соц.стран по ВТ ПО ЭВМ. МПК координировал разработки средств ВТ ЭВМ, автоматизацию научных исследований и программирования ПС с обеспечением высокой надежности, ВТ соцстран, производство видов ЭВМ СЭВ. Приводятся средства ВТ ЭВМ в 111 организациях НИИОКР СССР-СЭВ и работ по созданию САПР, АСНИ, АСУ для управления разными предприятиями в СССР-СЭВ.

**ГКНТ СССР** создал комитет ВТ (1964) и Программу 1.1.6 «Технология программирования СЭВ» (1971-1991), по которой проводились разработки разных аспектов ТП на Всесоюзных, Международных конференциях СЭВ и в журнале **«Вычислительная техника Соц.стран** Описаны работы по созданию ЕС ЭВМ «Ряд 1,2», их применение в ВПК (1975-1991) под рук. В.В. Липаева и работы по КП СЭВ ОС ПО **УВК «Днепр-2» и АСУ ТП по договору СССР-ГДР.**

**\*The Operating Computing Complex «Dnepr-2», Ekaterina Lavrischeva, IPS RAS.- SoRuCom-2014, IEEE Springer-2015, с.102-104 (Lavrischeva, Dnepr-2 -6.12.2014).**

СОВЕТ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СРЕДСТВ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ МИК ПО ВТ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ И ИНФОРМАТИКЕ  
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ КИБЕРНЕТИКИ ИМЕНИ В. М. ГЛУШКОВА

МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
КОНКУРС  
«ИНТЕРФЕЙС СЭВ»

ПОЧЕТНАЯ  
ГРАМОТА

ЗА РАБОТУ, ПРЕДСТАВЛЕННУЮ  
НА МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНКУРС ПО ПРОБЛЕМЕ 1.1.6  
«РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ  
И ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА  
ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ,  
КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА  
СТРАН – ЧЛЕНОВ СЭВ ДО 2000 ГОДА

НАГРАЖДАЕТСЯ

Гражданка Союза Советских Социалистических Республик

*Лаврищева Екатерина Михайловна*

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА  
ПО ПРИМЕНЕНИЮ СРЕДСТВ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
МИК ПО ВТ



В. В. БОРЗАГИНИ

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ  
ПРОБЛЕМЫ  
1.1.6 КИ ИТИ СЭВ  
АКАДЕМИК



В. С. МИХАЛЕВИЧ

1987

*Лаврищева Екатерина Михайловна*



*27  
диплома  
1987 г.*

AUTOMATISIERUNGSSYSTEM  
FÜR PROGRAMMHHERSTELLUNG  
АПРОП

**- The Operating Computing Complex «Dnepr-2», Ekaterina Lavrischeva, Institute of the System Programming of Russian Academy of Sciences, ispras.ru.- SoRuCom-2014, IEEE Springer-2015,с.102-104 (файл Lavrischeva Dnepr-2 - 6.12.2014)**

**- Лаврищева Е.М. Развитие теории программ и систем в СССР. История и современные теории./ SORUCOM-2017, 4 Международная конференция: “Развитие вычислительной техники в России и странах бывшего СССР: история и перспективы” 3–5 октября 2017 года, Москва, Зеленоград.-162-177. Proceedings of the SoRuCom-2017. Forth International Conference «Computer Technology in Russia and in the Former Soviet Union». Zelenograd. 2017. 427 p.**

**- E. M. Lavrischeva ISP RAS, Moscow, Russia. Scientific Basis of System Programming. Journal of Software Engineering and Applications, 2018, 11, 408-434**

## **1.1. Моделирование техники и математики на анал.м.**

Создание передовых **систем вооружений** началось в рамках ВПК с 1945г. после подписания Акта победы 9 мая. Министерство Радиопромышленности СССР создало программу развития радиотехнических и радиофизических приборов с обеспечением высокого качества и безопасности. В рамках ВПК созданы специализированные устройства и средства **радиотехнического, радиолокационного, авиационного, космического назначения**. Была создана атомная бомба и космический корабль с Ю.Гагарином на борту (1960) – высокий уровень достижений советской науки.

На первых ЭВМ **в рамках ВПК** было создано более 100 средств ВТ, специализированные ЭВМ (ПРА-6.0, МАПА, АРГОН, АОУ6 и др.), а также радиолокационная техника для наведения и слежения за движением военных самолетов, подводных лодок, ракет, кораблей и др. А также созданы программные комплексы (1980-1985) ПРОТВА, ЯУЗА, РУЗА, ПРОМЕТЕЙ для реализации военно-технических, космических и авиационных задач\*.

Многим институты РАН проводили моделирование технических и программных средств разного назначения\*\* .

\* Липаева В.В. Фрагменты истории развития отечественного программирования для специализированных ЭВМ в 50—80-е годы. М.: Синтег, 2003. 126 с.);

\* Методы и средства моделирования программных и операционных систем с обеспечением надежности// Кол. авторов проекта РФФИ 16-01-00352.-ИСП РАН 2020.-175с.

## Моделирование энергетики, баллистики и геофизики

После ядерного взрыва в Хирасимо и Нагасаки в 16 июля 1945 года в нашей стране под руководством И.В.Курчатова создан Атомный реактор и проведены многочисленные расчеты, связанные с распадом ядерного урана и плутония для ядерной бомбы.

Была создана теория цепной реакции распада урана и формирования **математических методов в ядерной энергетике**, что привело к созданию в стране новых энергетических и технических устройств (РДС-3-7), атомной бомбы в 1949 году, первая АЭС и атомный ледокол им. Ленина (1950). После развала идет создание Термоядерного реактора у нас и Европейского проекта Коллайдера и др.

**Моделирование задач в энергетике и баллистики** активно проводились на первой МЭСМ, созданной член-кор. **С.А.Лебедевым** (1948-1951) коллективом лаборатории Института электротехники АН УССР, Под руководством академика М.В.Келдыша и с участием академика А.А.Дородницына на МЭСМ реализованы математические и технические задачи\*:

- **статистический контроль задач баллистики;**
- динамика в теории упругости;
- обеспечения устойчивости энергосистем (Куйбышевской ГЭС...);
- построения БАМ симплекс методом;
- расчет тепловых напряжений строительных конструкций;
- выбор оптимальных параметров шахтных канатов;
- геодезические задачи оценка объемов земляных работ автодорог (БАМ).

\* Кикоин И.К., Игорь Васильевич Курчатov, "Атомная энергия". - М.: 1963, т.14, в.1 - 302 с.

<http://www.kiae.ru/index32b.html>

Марчук Г.И. Численные методы атомных реакторов.-Москва.- Атомиздатю-1958.-381с.

Вычислительная математика и применение средств ВТ//А.А.Дородницын.- АН СССР, 1961.-257с.

Келдыш И.В. Избранные труды.Общие вопросы развития науки.-М.:Наука.-1965.-703с./189478/ Библи. ВШЭ.

Белоцерковский О.М. Численное моделирование в механике сплошных сред. М.: Наука. Физматлит, 1994. 442 с.

Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977. 656 с.



## 1.2. Наука моделирования математических задач в энергетике

Академик А.А.Самарский проводил моделирование задач математики по модели:  $KM = \langle X, R, F \rangle$ ,

где  $X$  – конечное множество понятий ПрО;  $R$  – конечное множество сущностных отношений (связей) между понятиями ПрО;  $F$  – конечное множество функциональных алгоритмов задач ПрО.

**KM модель** задает информацию о понятиях ПрО в виде сущностей с возможными связями между ними. **Алгоритмизация модели** - это представление модели простыми операциями над ее элементами. Разработаны математические модели закона сохранения энергии, импульсов, зарядов и частиц, модели уравнения механики сплошных сред, электродинамики Максвелла, Больцмана для разреженного газа, кванто-механического уравнения Шредингера. Реализованы математические задачи в классе климатических, космических, геофизических, сейсмических, термодинамических, радиолокационных, акустических медицинских, биологических, химических и физических задач.

\*Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977. 656 с.

А.А.Самарский. Компьютер и жизнь. Математическое моделирование. –Москва.- 1982.-127с.

Самарский А.А., Попов Ю.П. Разностные методы решения задач газовой динамики. М.: Наука.Физматлит, 1992. 423 с.

Мюррей Дж. Математическая биология. Т. 1. М.: Ижевск. 2001. 774 с.

# Моделирование задач в механике сплошных сред

Проведение вычислительных экспериментов **О.М.Белоцерковским** и **С.К. Годуновым** с помощью математической модели физического эксперимента, включающей характерные свойства физического явления, алгоритма свойств и характеристик этого явления, задаваемых в виде простых формул и операций программы решения задач (математической физики, нелинейной механики и сплошных сред и др.) на ЭВМ. Одной из первой вычислительной задачи была задача о ядерном взрыве и обтекании затопленных тел потоком сверхзвукового газа. Исследование физических объектов проводилось путем анализа и выбора схем эксперимента для определения элементов физических устройства. Затем составляется разностная схема и проверка ее устойчивости. При математическом моделировании этих задач создавалась приближенная модель.\*

Разработка рациональных численных моделей проводилась с помощью интеллектуальных гибридных *экспертных систем* для прогнозирования поведения объектов и *распознавания* образов объектов с учетом временных интервалов. Проблема *интеллектуализации* экспертных систем была перенесена на решение задач поиска динамических инвариантов для соответствующих классов эволюционных задач. При моделировании численных задач в механике сплошных сред реализованы методы дискретных вихрей, Монте-Карла, метод неопределенных коэффициентов стационарных методов и расщепления физических процессов с сильно изменяющимися границами области интегрирования.

**О.М. Белоцерковский. Численное моделирование в механике сплошных сред. –Изд-во Физ.-мат.литературы, 1994.-441с.**

**Белоцерковский О.М., Холодов А. С. Медицина в зеркале информатики. М.: Наука. 2008. 242 с.;**  
**Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977. 656 с.).**

## 2. Автоматизация вычислительных программ

Создаваемые программы для разных областей требовали средств их автоматизации и выполнения. Возникли системы автоматизации (1975): АПРОП, ДИСУП, Альфа, САПР и др.

**Автоматизация средства программирования** (Альфа), САПР Шура-Буры, Любимского, Поттосина и др. Сборка вычислительных программ начала проводится, как конвейерная сборка на фабрики Форда. Базисом сборки были модули. Связь готовых модулей потребовал определения паспортной информации для описания входных и выходных данных, а также операторов вызова (Call, RMI и др.). **Модули описывались в разных ЯП** и имели паспорт, который определял связь (интерфейс) с другими модулями. Это описание упрощало процесс сборки разноязыковых модулей, записанных в ЯП (Алгол, Кобол, Фортран, ПЛ-1, Модула и др.). Позднее (1994) для описания интерфейса был создан язык IDL (Interface Definition language) и брокер объектных запросов ORB CORBA в рамках объектного подхода. **Описание интерфейса через посредников stub и skeleton** стал основным элементом сборки модулей, объектов...

- АПРОП. Глушков В.М., Стогний А.А., Лаврищева Е.М. и др. 1976.-137с.
- Ершов А.П. Введение в теорию программ.-М.: -Наука.- 1977.-286с.
- Сборник автоматизации программирования Ершова А.П., Шура-Бура М.Р. , В.П Ильина и др. 1978.

**Система АПРОП** стала составной частью комплексов ПРОТВА, ЯУЗА, ПРОМЕТЕЙ в ВПК (с 1979), которые переданы в ЕрНУЦ (Ереван, 1985). Основные разработчики проекта ВПК за создание комплексов технических и программных средств **методом сборки** были награждены премией СМ СССР (1985) и ЛЕМ. Система АПРОП передана по договору о внедрении в 52 организации страны и использовалась при разработке проекта ВМФ СССР АИС «Юпитер-470» (1982-1991). АИС «Юпитер-470» автоматизировала 4 объекта ВМФ (флот, флотилия, корабль, подводная лодка) специальным ПО и ВС для обработки информации с радиотехнических, бортовых приборов и устройств с целью обеспечения безопасного движения и отражения внешних атак на объектах ВМФ СССР. Автор принимал участие во внедрении созданных средств автоматизации объектов ВМФ в Ленинграде, Одессе, Мурманске Владивостоке в 1989-1990г.

**Сущность метода сборки** пары разноязыковых модулей состоит в определении взаимно однозначного соответствия между задаваемым множеством фактических параметров  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_k\}$  вызывающего модуля и соответствующим множеством формальных параметров  $F = \{f_1, f_2, \dots, f_k\}$  вызываемого модуля, а также в отображении типов данных (ТД) одних параметров в другие. Если отображения нет, то задача связывания, сборки пары модулей считается *неразрешимой*.

Преобразование ТД осуществляется с помощью алгебраических систем (АС), содержащих для каждого типа множество значений и операций над ними.

Формализованное преобразование ТД осуществляется с помощью АС для каждого типа данных  $T_\alpha^t$ :

$$G_\alpha^t = \langle X_\alpha^t, \Omega_\alpha^t \rangle,$$

где  $t$  – тип данных;  $X_\alpha^t$  – множество значений, которые могут принимать переменные этого типа;  $\Omega_\alpha^t$  – множество операций над этими ТД.

## Простым и сложным типам данных современных ЯП

построены алгебраические системы:

$$\Sigma_1 = \{G_{\alpha}^b, G_{\alpha}^c, G_{\alpha}^i, G_{\alpha}^r\},$$

$$\Sigma_2 = \{G_{\alpha}^a, G_{\alpha}^z, G_{\alpha}^u, G_{\alpha}^e\}.$$

Каждый элемент этих классов ТД определяется на множестве их значений и операций над ними:

$$G_{\alpha}^t = \langle X_{\alpha}^t, \Omega_{\alpha}^t \rangle, \text{ где } t = b, c, i, r, a, z, u, e.$$

Операциям преобразования каждого  $t$  ТД соответствует изоморфное отображение двух АС с совместимыми ТД двух разных ЯП.

В системах  $\Sigma_1$  и  $\Sigma_2$  преобразуются типы данных  $t \rightarrow q$  для пары языков  $I_t$  и  $I_q$  такими отображениями:

- 1)  $G_{\alpha}^t$  и  $G_{\beta}^q$  – изоморфны ( $q$  задан на множестве, что и  $t$ );
- 2) между  $X_{\alpha}^t$  и  $X_{\beta}^q$  существует изоморфизм, для которых множества  $\Omega_{\alpha}^t$  и  $\Omega_{\beta}^q$  разные. Если  $\Omega = \Omega_{\alpha}^t \cap \Omega_{\beta}^q$  не пусто, то изоморфизм между  $G_{\alpha}^{t'} = \langle X_{\alpha}^t, \Omega \rangle$  и  $G_{\beta}^{q'} = \langle X_{\beta}^q, \Omega \rangle$  сводится к случаю 1).

**Метод сборки и библиотека интерфейсных функций (64) преобразования ТД в разных ЯП сделаны в ОС IBM, Microsoft, Oberon, Unix... 64 функции использовались при работе с разноязыковыми ресурсами в современных ЯП (C, C+, Ruby, Python, Prolog, Java, Basic и др.) и стали составной частью современного общесистемного ОС ПО IBM, BSD, GNU, MSBuild(.NET), JavaE, ApacheAnt, Grid, Linux, Intel.**

**Результаты исследований и разработки метода сборочного программирования были защищены в диссертациях:**

**Лаврищева Е.М. Модели, методы и средства сборочного программирования СОД, 1988;**

**Грищенко В.Н. Методы и средства обеспечения межмодульного интерфейса в классе ЯП, 1990 и др.**

**Опубликован метод сборки в ряде монографий.**

**Через 10 лет на основе метода сборки был разработан стандарт ISO/IEC FDIS 24765: Configuration Assembly, 2009, получивший название конфигурационной сборки.**

## **Публикации по методу сборки**

- 1. АПРОП- Система автоматизации производства программ Глушков В.М., Стогний А.А., Лаврищева Е.М., Борисенко Л.И., Усенко Л.Г. 1976. К.: 137с.**
- 2. Лаврищева Е.М., Грищенко В.Н. Связь разноразличных модулей ОС ЕС.- М.: Финансы и статистика.- 128с.**
- 3. Лаврищева Е.М. , Грищенко В.Н. Сборочное программирование.- 1991.-217с.**
- 4. Липаев В.В., Позин Б.А., Штрик А.А. Технология сборочного программирования.- М.: 1992.-283с.**
- 5. Липаев В.В. Технология проектирования комплексов программ. – М.: Радио и связь, 1992. – 240 с.**
- 6. Лаврищева Е.М. Модели, методы и средства сборочного программирования, 1988.-Автореф. диссер-37с.;**
- 7. Грищенко В.Н. Методы и средства обеспечения межмодульного интерфейса в классе ЯП, 1990.- 21с.**
- 8. Лаврищева Е.М., Грищенко В.Н. Сборочное программирование. Основы индустрии программных систем..-2009, -К. 431с.**



### **3. Теории моделирования и программирования изменяемых (вариабельных) ПТС и ОС.**

**В 1992 г. был создан Научно-технический Совет «Информатизация России» для определения новых фундаментальных основ информатизации. В него входили 30 ведущих специалистов от РАН. Совет разработал основы информатизации России:**

- 1. Экономические и социальные задачи информатизации.**
- 2. Техничко-экономическая рыночная экономика.**
- 3. Научно-техническое обеспечение информатизации России (Фундаментальные разработки ИТ, ТП, ПО ОС; защиты и безопасность информации; образование.**
- 4. Развитие инфраструктуры информатизации России.**
- 5. Системный проект информатизации России.**

**К научным направлениям отнесены:**

- алгебраические и логические теории систем;**
- анализ параллельных и распределенных систем;**
- спецификация и верификации сложных систем;**
- парадигмы программирования и представления знаний и др.**
- модели человеко-машинных интерфейсов и визуализации.**

## Направления информатизации в мировом Сообществе

В 1992 созданы специальные информационные технологические инструментальные средства **E-science: Semantic Web, Grid, Etics** и др.), обеспечивающие приобретение и извлечение знаний **E-science**, накопленных в разных предметных областях для их использования. **Semantic Web** – средства онтологического описания знаний научных, технических, физических, математических, биологических областях. Международный физический **проект «Коллайдер»**, объединяющий 10 тысяч учёных и инженеров из более 100 физических институтов мира для исследования фундаментальных физических частиц, их синтез и взаимодействие.

**Системы Grid, Etics** в **E-science** для компьютерной и программной поддержки физических экспериментов мирового научного сообщества и создания сложных систем для медицины, биологии, космоса, авиации, промышленности и др.

**Теории концептуального математического моделирования** сложных систем из готовых ресурсов, отражающих знания по интеллектуальным, информационным, операционным и вычислительным ресурсам.

# Пути развития аспектов моделирования сложных систем в Мировом сообществе

Начиная с 2000 годов, в мировой сообществе проводились конференции VAMOS ((Variability Model OS) 2001-2018, SEPL и многие фирмы по производству ПП проводили практические работы по созданию ПП и с возможностью изменения отдельных программ в действующих системах и генерацией вариантов продуктов. **Software Engineering Institute of USA** разработал продуктовую линию производства продуктов **ПС и СПС – Product Line/ Product Family**. На линии собирались варианты систем из готовых программ, модулей, компонентов, reuses, assets по заявкам потребителей. Создавались варианты ОС, ПС и СПС небольших размеров с меньшим количеством функций.

В результате сформировался **метод сборки переменных продуктов и систем разного назначения**. Основу метода составляла модель внешних характеристик MF (**Feature Model**) функций ПС с заданием интерфейсных связей с другими функциями системы. Появился стандарт **конфигурационной сборки IEEE 828 configuration – 2009, 2012** функциональных элементов в структуру системы. Стандарт позволял манипулировать характеристиками системы для создания разных вариантов выпускаемых ПП при производстве систем разного назначения.

# Научный метод моделирования ОКМ изменяемых ПТС и ОС

**ОКМ** - метод моделирования систем из объектов, функции которых реализуются компонентами с интерфейсами и **включает:**

- метод Фреге спецификации объектов;
- математические операции (объединения  $\cup$ , пересечения  $\cap$ , вычитания симметричного вычитания  $\setminus$  и др.) создания сложных объектов компонентной модели-КМ;
- объектную и компонентную алгебры для изменения готовых ресурсов (ГОР), КПИ (reuses, assets, servises, artifacts);
- операции сборки (конфигурирования) КПИ и преобразования данных к разным форматам платформ сред (VS.Net, IBM, Corba, Intel и др.) с помощью примитивных функций GDT ISO/IEC 11404–2007 к FDT ЯП (и обратно);
- модель MF для ProductLine/ProductFamily ПС и СПС из готовых КПИ, ГОР, Reuses и assets с учетом требований, документов, тестов и др.

**Согласно треугольника Фреге (1951) множество объектов**

$O=(O_1, O_2, \dots, O_n)$  имеют:

$Name_i$  - имя объекта,

$Den_i$  - денотат – сущность реальной действительности,

$Con_i$  - концепт, семантика (смысл) денотата.

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 заданной системы понятий.

Объекты в ОКМ определяются на четырех уровнях с привлечением логико-математических формализмов для 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**

# I. Обобщающий уровень

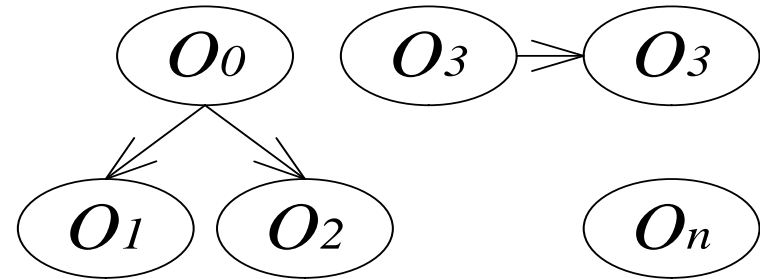


Определение множества объектов

---

# II. Структурный уровень

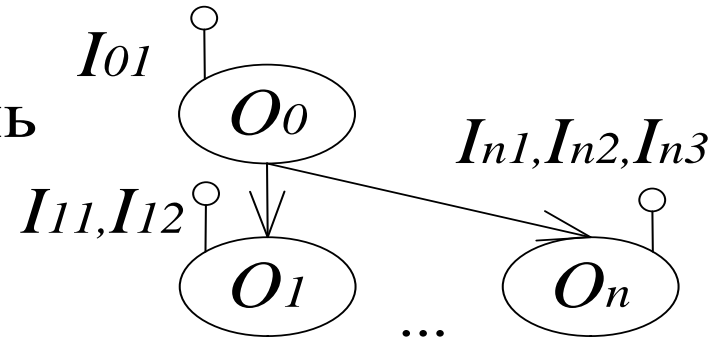
Определение иерархии объектов



# III. Характеристический уровень

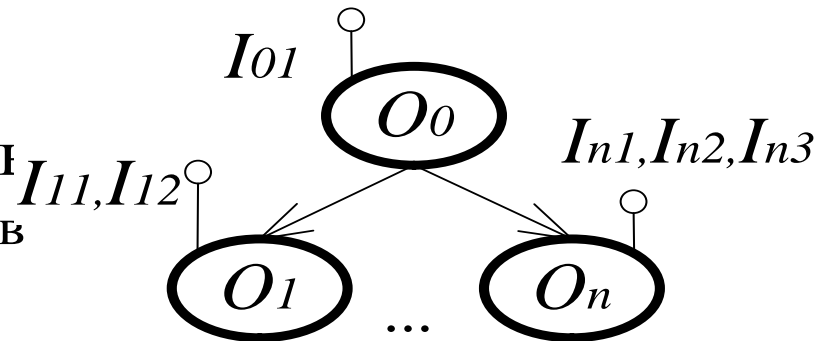
Определение интерфейсов

объектов  $I_n$



# IV. Поведенческий уровень

Определение поведения объектов



## На обобщающем уровне

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

$O = (O_0, O_1, \dots, O_n)$ , 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  $O' = (O_1, \dots, O_n)$ .

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

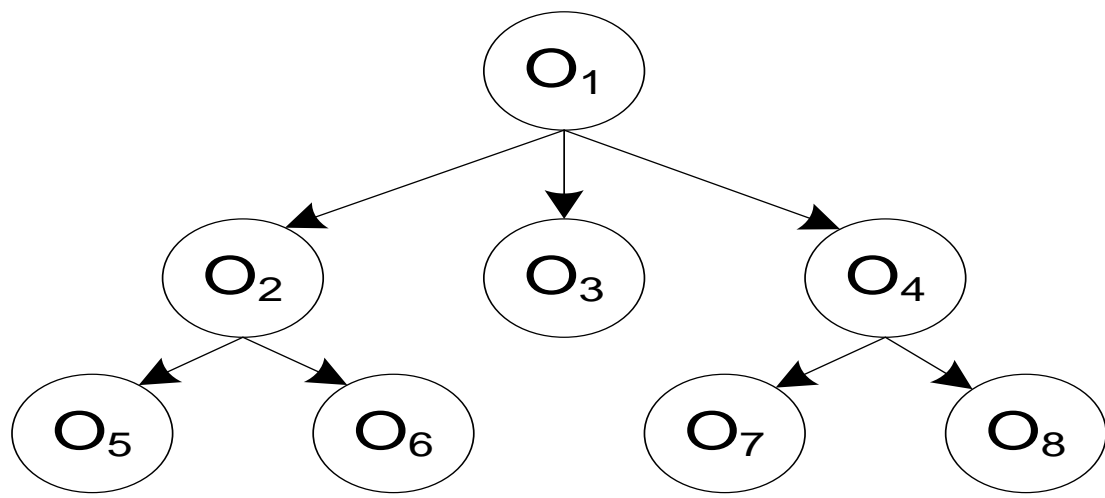
На множестве объектов  $O'$  определена алгебраическая

система  $\Sigma = (O', \Omega)$ ,

где  $\Omega$  - множество операций ( $\cup, \cap, /, \diamond, \oplus, -$  и др.).

Этот граф задает:

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



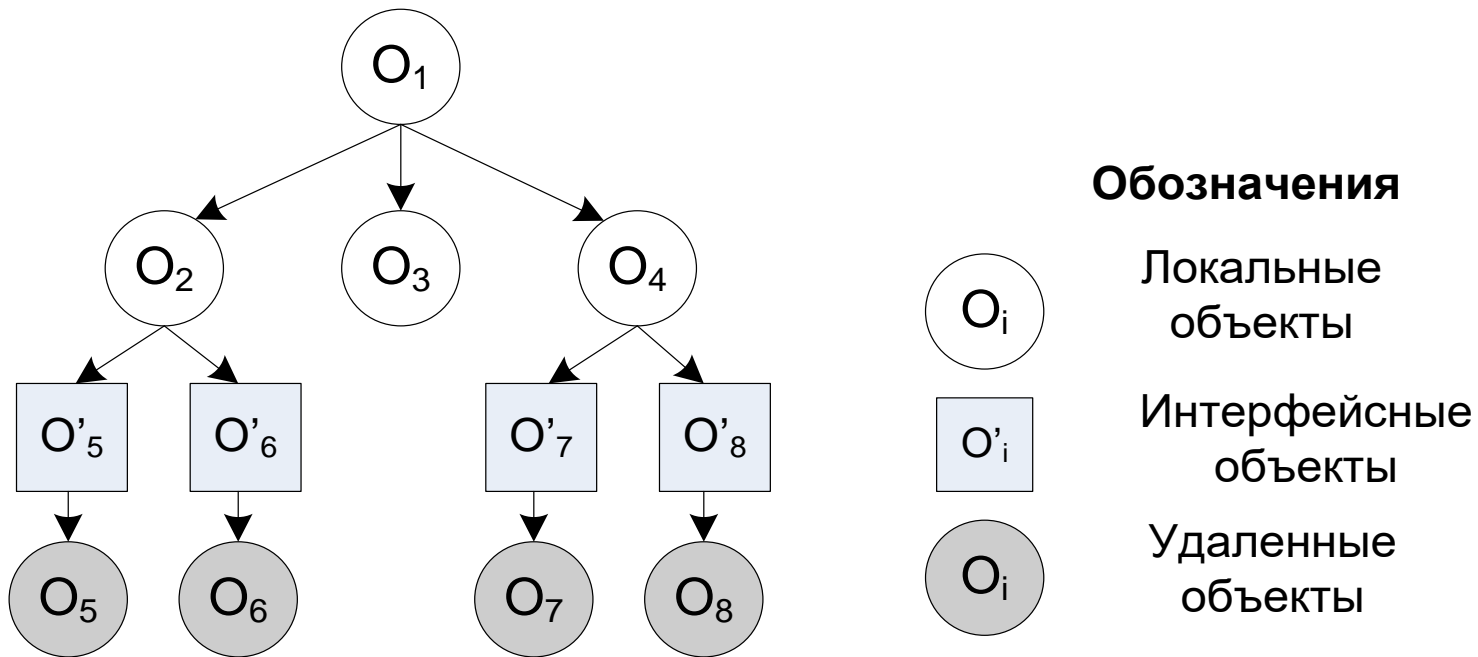
Граф задает множество вершин графа  $G=(O)$ , которыми являются объекты обобщенного и структурного уровней описания предметной области.

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.



## Граф предметной области с интерфейсами имеет вид:



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.

## На Поведенческом уровне

для атрибутов объектов и их значений задаются состояния объектов с помощью диаграмм переходов. Взаимосвязи между объектами задаются бинарными предикатами свойств 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.

# Построение программ по графу

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 интерфейсов, а дуги соответствуют связям между видами объектов.

Элементы графа  $O_1 - O_8$  описываются в ЯП (Fortran, Basic, C++, Python и др.), а интерфейсные объекты  $O'_5 - O'_8$  - в языке IDL (Interface Definition Language), WSDL.

По графу  $G$  можно построить программы  $P_1 - P_5$  с использованием мат. операций  $\cup$  по оператору *link* :

$$P_1 = O_2 \cup O_5, \text{ link } P_1 = \text{In}O'_5 (O_2 \cup O_5):$$

$$P_2 = O_2 \cup O_6, \text{ link } P_2 = \text{In}O'_6 (O_2 \cup O_8):$$

$P_3$  :

$$P_4 = O_4 \cup O_7, \text{ link } P_4 = \text{In}O'_7 (O_4 \cup O_7):$$

$$P_5 = O_4 \cup O_8, \text{ link } P_4 = \text{In}O'_8 (O_4 \cup O_8):$$

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

**Граф  $G$  модели  $OM$  имеет вид:**

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

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.

Над элементами класса определены операции:

$Oclass_i = \{ClassName_i, Method_i, Field_i\}$ , где  $Imethod_i = Method_i \cup \{get\langle Pfieldn_i \rangle\} \cup \{set\langle Pfieldn_i \rangle\}$  и ему сопоставляется интерфейс  $Ifunc_i$ , состоящий из прототипов методов, входящих в  $Imethod_i$ .

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

**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  $M_{var}$  системы ПС:

$M_{var} = (SV; AV)$  задает

1) уровень изменяемости ПС с учетом требований

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

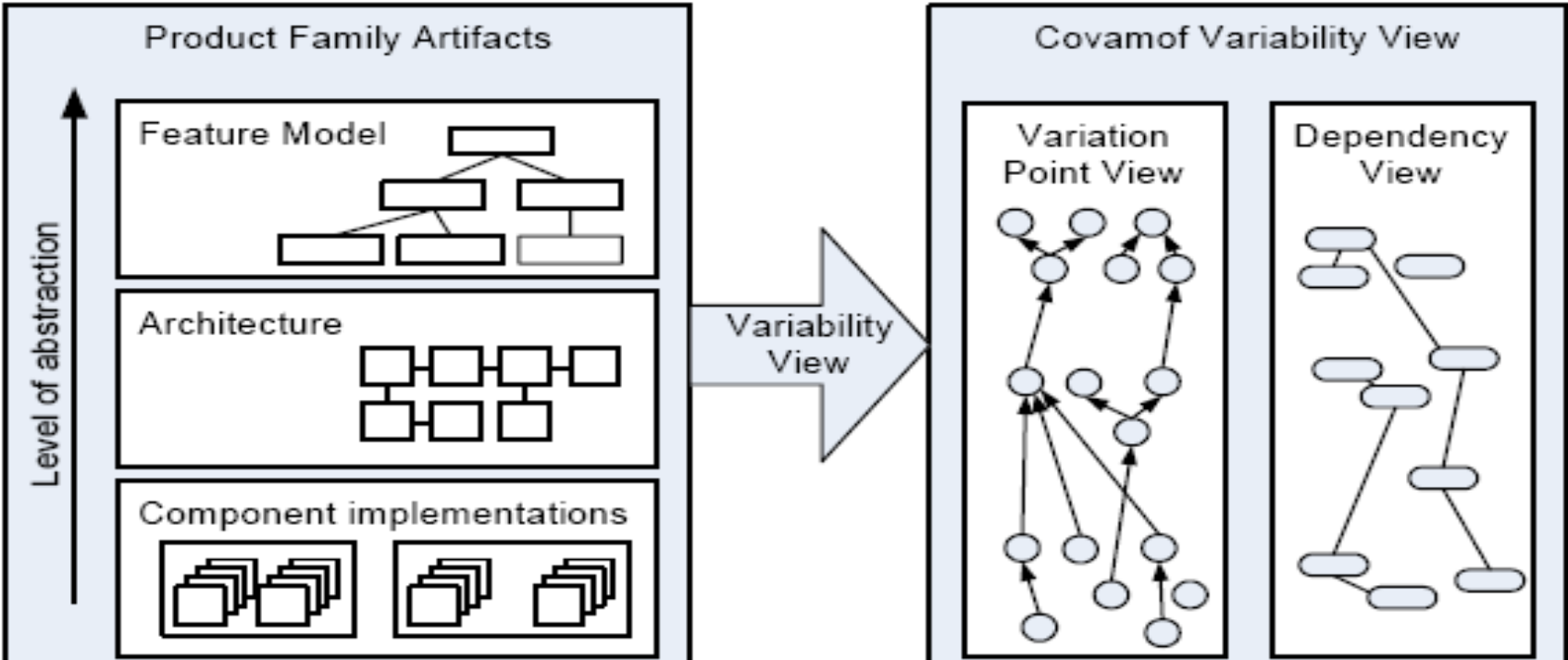
$G_t = (F_t, L_t)$  – граф структуры уровня  $t=1, \dots, 4$  модели MF ПС семейства ПС/ПП,  $TR_t$  – двусторонние связи трассирования артефактов уровней  $t-1$  и  $t$ ,

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

2) степень изменяемости артефактов в вариантных точках  $AV = \langle g_1; \langle g_t, tr_t \rangle \langle p_t, tr_t \rangle \rangle, t = 2, \dots, m,$

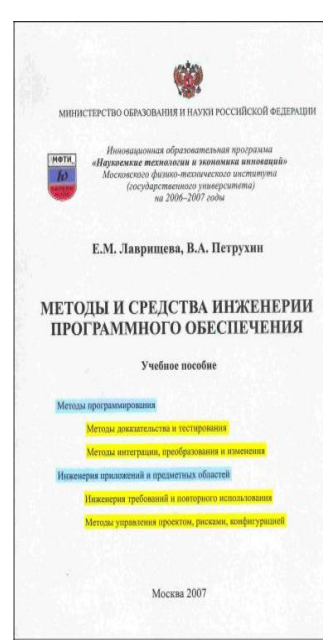
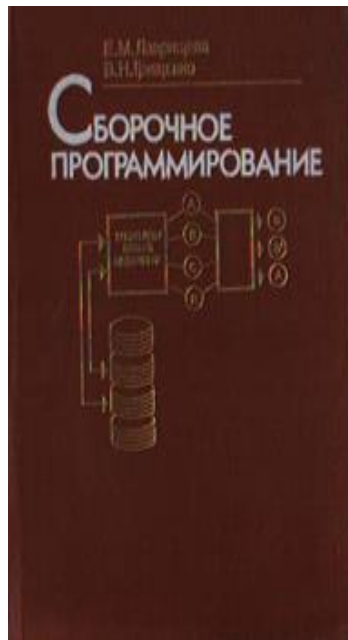
где  $g_t$  и  $p_t$  – подграфы  $G_t$  графа  $G$  с артефактами типа  $m$  с идентификатором  $id_m$  реализации ПС/ПП;

**Модель варибельности** ПС/СПС включает модель MF для сбора и накопления ситуаций, возникающих при разработке и сопровождении семейств продуктов, документирования этих ситуаций в терминах значений уровней изменяемости и степени соответствия системы потребностям предметной области. Для управления **варибельностью** используется фреймворк *COVAMOF* (ConIPF Variability Modeling Framework), который погружается в среду MS Visual Studio и моделирует создание ПС, СПС по модели MF в архитектуру из склада компонентов.



**Задачи информатизации начали разрабатываться при создании систем управления и реализации математических задач. ..**

**По прибытию в ИСП РАН автор предложил ИСП книги и методики по моделированию сложных систем.**



**Учебник «Методы и средства инженерии ПО в 2007 был представлен на конкурс Майкрософт- МГУ, занял призовое место и представлен в ИНТУИТ.РУ в 2007. За эти годы получили дипломы 998 студентов. Дирекция в 2020 обратилась с созданием 2-й версии учебника и книги «Связь разноразличных модулей в ОС ЕС», как главного инструмента сборки. Эта книга отцифрована в intuit.ru и передана в ИСП в сентябре 2020. Не была доведен 2 вариант книги до издания с неструктурированными данными Big Data.**

4. Лаврищева Е.М. Теория графового моделирования сложных систем из модульных элементов для прикладных областей «Austria-science»1 часть №28/2019.- р.12-30.  
<http://austria-science.info> .

4. E.M. Lavrischeva [0000-0002-1160-1077], A.K. Petrenko[0000-0001-7411-3831] and B.A.Pozin [0000-0002-0012-2230] Technology of Assembly of Intellectual and Information Resources Internet.-CEUR-WS.org/vol-2543 ipaper-22.pdf.-27p.

5. Ekaterina Lavrischeva. The theory graph modeling systems from quality modules of the Application areas, Journal “Actual Problems of System and Software Engineering, 2019.-  
<http://ceur-ws.org/ceur-author-agreement-ccby.pdf>, Paper: 135.-р.235-247. Труды ИСП РАН 2020, Том 32 № 6 с.167-182.

6. Лаврищева Е.М., Зеленов С.В., Рыжов А.Г.. Теория моделирование программно-технических систем с обеспечением безопасности и надежности в среде Web-services Интернет. Труды ИСП РАН, 2018.-

7. Е.М.Лаврищева, И.Б.Петров. Моделирование технических и математических задач прикладных областей знани на ЭВМ. 6. Екатерина Михайловна ЛАВРИЩЕВА Сергей Вадимович ЗЕЛЕНОВ. Модельный подход к обеспечению безопасности и надежности Web-сервисов. Труды ИСП РАН 2020, Том 32 № 5, С.151-163.



## **4. Моделирование онтологии систем и доменов Семантик Веб**

**Семантик Веб** поддерживает **онтологию** (**Protege, Eclipse, Grid, Etics**) представления знаний и редактирования моделей систем в UML, XML, SHOE, DAML, OML, DSL, RDF, RDFS, WSDL.

Описание онтологии в этих языках генерируется в язык Java и преобразовать в формат XML-схемы на платформе **Eclipse** в XML Schema Infoset Model (XSD).

Онтология приложения, ПС, СПС описывается с помощью классов, слотов, фасетов и аксиом.

**Классы содержат описание** базовых понятий предметной области, **слоты** определяют свойства этих понятий,

**Фасеты** описывают свойства слотов (типы и диапазоны значений).

**Аксиомы** определяют правила и отношения.

Классы могут быть абстрактными или конкретными.

**Абстрактные классы** - это контейнеры конкретных классов и могут содержать абстрактные атрибуты.

**Конкретные классы** содержат слоты, которыми могут быть значения атрибутов. Фасеты и слоты задаются графовыми XML-схемами.

Кардинальный слот определяет возможное количество значений слота, ограничение типа значений (например, целое, буквенное и др. ), предельные значения (мин. и макс.) для числовых слотов и т.п.

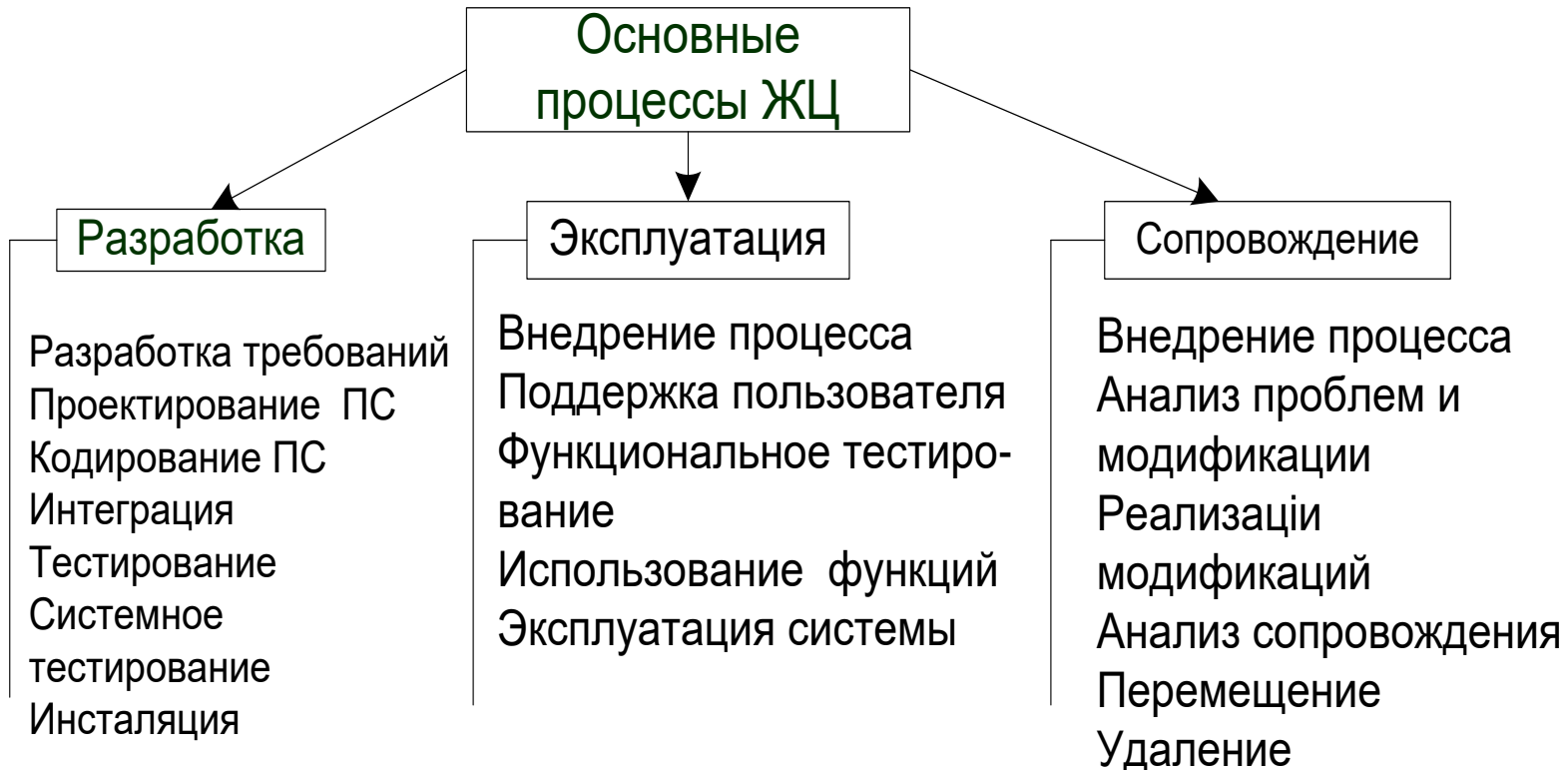
Средства онтологии использовались при описании **структуры домена ЖЦ стандарта ISO/IEC 12207 Sytle Life** с выходным результатом в XML.

# Онтология ЖЦ ISO/IEC12207

Стандарт ISO/IEC ЖЦ 12207–2007 является основным инструментом планомерного процессного изготовления ПС. Он включает три категории процессов:

- 1) основные процессы;
- 2) процессы поддержки;
- 3) организационные процессы.

Эти процессы включают способы их выполнения и форм представления результатов.

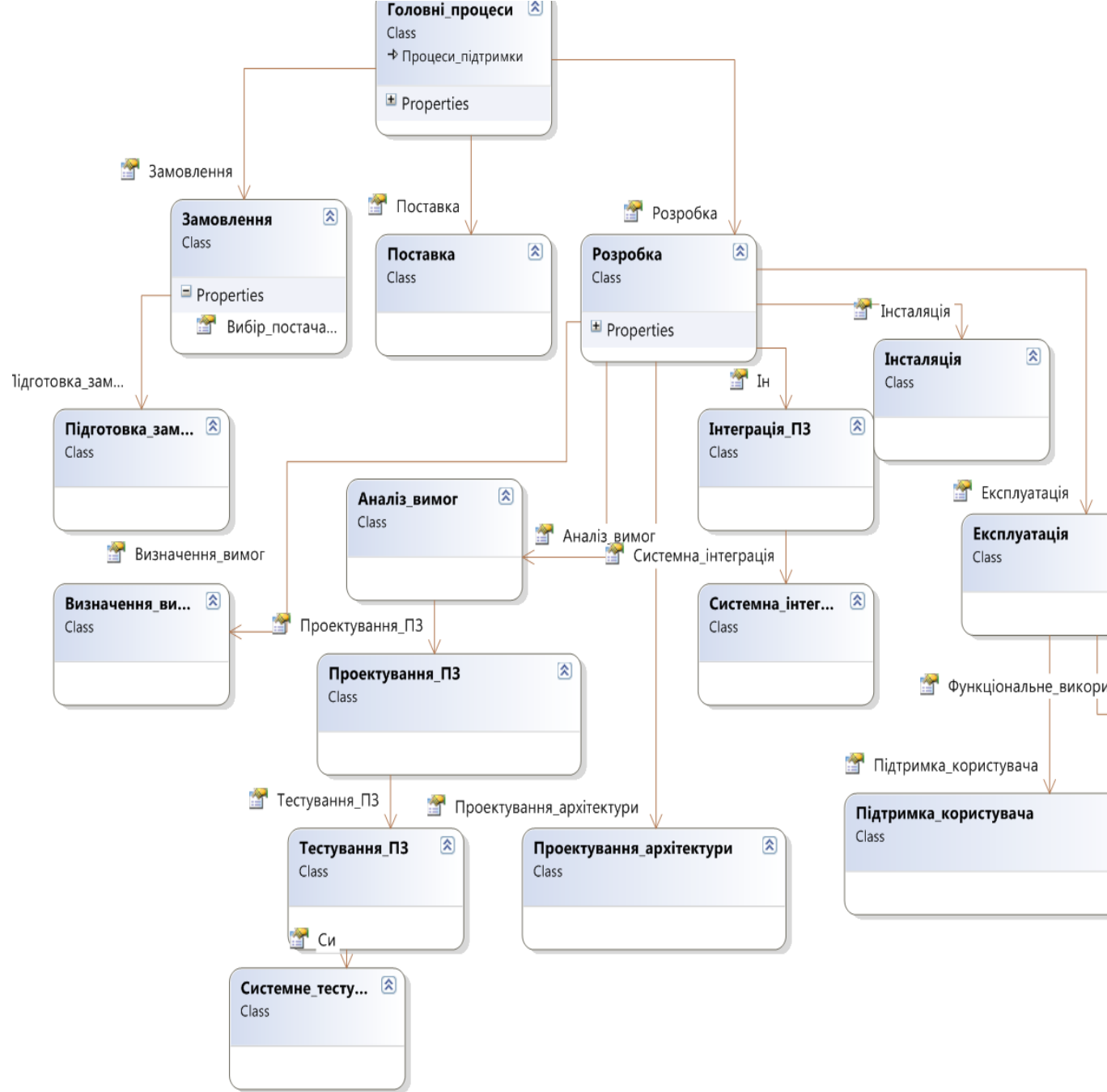


**Стандарт ISO/IEC ЖЦ 2007** включает 17 процессов, 74 подпроцессов и 232 технологических задач (действий). Для описания процессов домена ЖЦ использовался DSL язык виде графических моделей ЖЦ: - **Описание основных процессов** ЖЦ в DSL Tools VS приведены на рис.3. Схема отражает структуру основных процессов ЖЦ. Типы отношений задают логику задания основных процессов ЖЦ.

- **Процессы поддержки** включают в себя все процессы, которые выполняются после построения системы для обеспечения его работоспособности.

- **Организационные процессы** (рис.5) задают процессы управления проектом, качеством, рисками, знаниями и усовершенствование процессов.

Схемное графическое представление процессов ЖЦ преобразуются к текстовому представлению в XML-языке Интернет языка WSDL с помощью инструментов DSL Tools VS.Net и JavaEE.



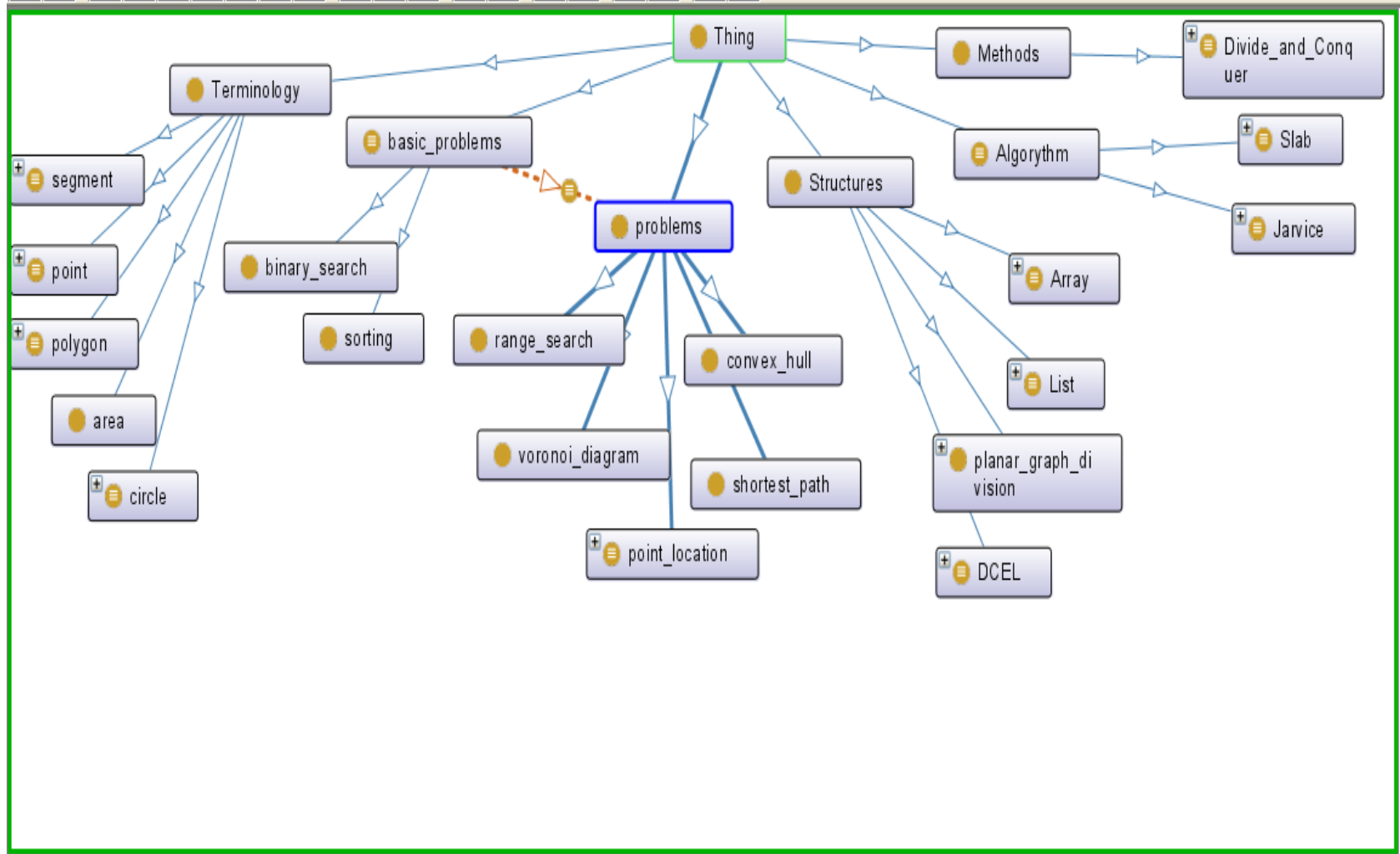
**Рис.3. Схема описания основных процессов ЖЦ**

Search:

contains

Search

Clear



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2018615442

**«Реализация метода онтологического моделирования домена  
ЖЦ стандарта ISO/IEC 12207»**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт системного программирования  
им. В.П. Иванникова Российской академии наук (RU)*

Автор: *Лаврищева Екатерина Михайловна (RU)*

Заявка № 2018612585

Дата поступления 20 марта 2018 г.

## **Статьи по онтологии**

- Lavrischeva Ekaterina. Ontological Approach to the Formal Specification of the Standard Life Cycle, Conference "Science and Information Conference-2015, July 28-30, London, UK, [www.conference.thesai.org](http://www.conference.thesai.org).- p.965-972.

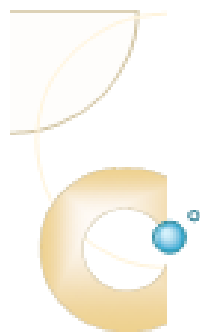
- Ekaterina M. Lavrischeva. Moscow Physics-Technical Institute, Dolgoprudny, Russia Ontology of Domains. Ontological Description Software Engineering Domain—The Standard Life Cycle” , Journal of Software Engineering and Applications, 2015, 8, 324-338

- Ekaterina M. Lavrischeva Moscow Institute of Physics and Technology (State University) MIPT, Dolgoprudny, Russia. Assembling Paradigms of Programming in Software Engineering, Journal of Software Engineering and Applications, 2016, 9, 296-317

The Operating Computing Complex «Dnepr-2», Ekaterina Lavrischeva, Institute of the System Programming of Russian Academy of Sciences, [ispras.ru](http://ispras.ru).-SoRuCom-2014, IEEE Springer-2015, с.102-104 (Lavrischeva Dnepr-2 -6.12.2014).

Лаврищева Е.М., Слабоспитская О.А. Технология моделирования изменяемых программных продуктов и систем //XII Межд. Научно-практ. конф. «Теоретические и прикладные аспекты построения программных систем».-ТААПСД'2015, 23-26 ноября, 2015.-с.118-128.

И.Б.Петров, Е.М.Лаврищева, Моделирование технических и математических задач предметных областей знаний. Доклад на конференции ISPRAS OPEN-2020 и статья <https://ispranproceedings.elpub.ru/jour/article/view/>



**Технология сборки  
интеллектуальных и  
информационных ресурсов Интернет  
История и современность.**

**Доклад на  
Ученом семинаре ИСП РАН  
01.03.19**

**Лаврищевой Е.М.  
д.ф.-м.н. почетный профессор МФТИ,  
г.н.с. ИСП им. Иванникова В.П. РАН**



## 5. Метод сборки информационных и интеллектуальных ресурсов Интернет в ПС и СПС

**Метод сборки модулей.** В 1975г. модуль стал главным программным элементом, выполняющим отдельную функцию, подфункцию в общей архитектуре проблемной области знаний.

Модуль описывался в ЯП (Algol-60, Fortran, Cobol, Smalltalk..) и переводился в код ЭВМ отечественными трансляторами в среде ОС ЭВМ. Модули образуют элементы систем и накапливаются в репозитории ОС ПО.

Академик В.М.Глушков высказал идею о том, что программы будут из модулей собираться конвейерным способом, как автомобили из готовых деталей на фабрике Форда. Реализован метод сборки модулей на основе **межмодульного интерфейса (1976–1982) в системе АПРОП<sup>1</sup>**. Разработан и **межъязыковый и технологический интерфейс.**

**Метод сборки и библиотека интерфейса** (64 примитивов) реализованы в ОС ЕС/IBM 360, внедрены в среде ВПК (В.В. Липаев, МНИИПА), созданы комплексы РУЗА, ПРОМЕТЕЙ, ЯУЗА и специализированные ЭВМ (ПРА-6.0, МАПА, АРГОН, АОУ6 и др.). Получена Государственной премией СМ СССР за технологию создания бортовых систем (1985). Система передана в Госфап и в 52 организации СССР.

1. Глушков В.М., Лаврищева Е.М., Стогний А.А. и др. Система автоматизации производства программ (АПРОП), -Киев, ИК АН УССР, 1976.-134с
2. Лаврищева Е.М., Грищенко В.Н. Связь разноразличных модулей в ОС ЕС. – М.: Финансы и статистика.- 1982.-136с.
3. Е.М. Лаврищева, В. Н. Грищенко "Сборочное программирование". К.: 1991.-213с.
4. В.В. Липаев, Б.А. Позин, А.А. Штрик "Технология сборочного программирования", М.:1992.-271 с.

## Теория сборочного программирования.

Система  $S$  из модулей - это пара  $S = (T, \chi)$ , где  $T$  – модель системы;  $\chi$  – характеристическая функция, определяемая на множестве вершин  $X$  графа  $G$  модулей.

**Граф модульной структуры**  $G = (X, \Omega)$ , где  $X$  – конечное множество вершин, а  $\Omega$  – конечное подмножество прямого произведения  $X \times X \times Z$  на множестве дуг графа.

**Две модульные системы**  $S_1 = (T_1, \chi_1)$  и  $S_2 = (T_2, \chi_2)$  **тождественны**, если  $T_1 = T_2$  и  $\chi_1 = \chi_2$ , а  $S_1$  и  $S_2$  являются **изоморфными**, если  $T_1$  изоморфна  $T_2$  и  $\chi_1 = \chi_2$ .

**Формальное преобразование ТД** объектов сборки выполняется с помощью алгебраических систем для каждого типа данных  $T_\alpha^t$ :

$$G_\alpha^t = \langle X_\alpha^t, \Omega_\alpha^t \rangle,$$

где  $t$  – тип данных  $b, c, i, r, a, z, u, e$ ;

$X_\alpha^t$  – множество значений для переменных этого типа;

$\Omega_\alpha^t$  – множество операций над этими ТД.

Для простых и сложных ТД современных ЯП построены алгебраические системы:

$$\Sigma_1 = \{G_\alpha^b, G_\alpha^c, G_\alpha^i, G_\alpha^r\},$$

$$\Sigma_2 = \{G_\alpha^a, G_\alpha^z, G_\alpha^u, G_\alpha^e\},$$

$$\Sigma_3 = \{G_\alpha^p, G_\alpha^{ns}\}.$$



1982

# Преобразование ТД в методе сборки

В классе систем  $\Sigma_1$  и  $\Sigma_2$  преобразование ТД  $t \rightarrow q$  для пары языков  $I_t$  и  $I_q$  обладает такими свойствами:

- 1)  $G_\alpha^t$  и  $G_\beta^q$  – изоморфны ( $q$  и  $t$  определены на одном множестве);
- 2)  $X_\alpha^t$  и  $X_\beta^q$  изоморфны, если  $\Omega_\alpha^t$  и  $\Omega_\beta^q$  разные. Если  $\Omega = \Omega_\alpha^t \cap \Omega_\beta^q$  не пусто, то имеется изоморфизм между

$$G_\alpha^{t'} = \langle X_\alpha^t, \Omega \rangle \text{ и } G_\beta^{q'} = \langle X_\beta^q, \Omega \rangle.$$

- 3) Между множествами  $X_\alpha^t$  и  $X_\beta^q$  может не существовать изоморфного соответствия, тогда строится такое отображение между  $X_\alpha^t$  и  $X_\beta^q$ , чтобы оно было изоморфным.

**Теорема 1.** Пусть  $\varphi$  – отображение алгебраической системы  $G_\alpha^c$  в систему  $G_\beta^c$ . Для того, чтобы  $\varphi$  было изоморфизмом, необходимо и достаточно, чтобы  $\varphi$  изоморфно отображало  $X_\alpha^c$  на  $X_\beta^c$  с сохранением линейного порядка.

**Теорема 2.** Любой изоморфизм  $\varphi$  между алгебраическими системами  $G_\alpha^b$  и  $G_\beta^b$  является тождественным изоморфизмом:

$$\begin{aligned} \varphi ( X_{\alpha. \text{false}}^b ) &= X_{\beta. \text{false}}^b , \\ \varphi ( X_{\alpha. \text{true}}^b ) &= X_{\beta. \text{true}}^b . \end{aligned}$$



1991

## Проект РФФИ 352. Публикации

### 1. Теория объектно-компонентного моделирования

.Лаврищева Е.М.- Препринт 29.- Москва – 2016. 48с. ИСП РАН No. 29  
ISBN 978-5-91474-025-9.13 (51с.).

2. Assembling Paradigms of Programming in Software Engineering,  
**Ekaterina M. Lavrischeva**, Journal of Software Engineering and  
Applications, 2016, 9, \*\*-\*\* Published Online June 2016 in SciRes.

<http://www.scirp.org/journal/jsea>.

3. Object-Component Development of Application and Systems. Theory  
and Practice, Ekaterina Lavrischeva, Andrey Stenyashin, Andrii  
Kolesnyk//Journal of Software Engineering and Applications,2014, 7,  
Published Online August 2014.-SciRes <http://www.scirp.org/journal/jsea>

4. LONDON PRESS, 4 November 2016 **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. to  
recognize you under "**Quarterly Franklin Membership**" (Membership  
ID#513442|UK) of London Journals Press. 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

# Метод синтеза, сборки и конкретизации в технологии программирования (ТП)

Теорию, науку ТП сформулировали А.П. Ершов и зарубежные ученые (Е.Дijkstra С. Hoar, Z. Manna, D.Gries, D.Vuirner, K. Parnas и др.). Ее основу составляет теория множества, алгебра, логику исчисления предикатов, комбинаторика и др. Формальная нотация программ в ТП – это описание семантики функции в виде совокупности нетривиальных фактов и операций вычислений функций. В докладе на звание академика СССР (1984) и на Всесоюзной конференции «Технология программирования» (1986) А.П.Ершов определил:

**Теория ТП – это методы синтеза, сборки и конкретизации.**

**Синтезирующее программирование** базируется на методе доказательного рассуждения о правильности программы.

**Сборочное программирование** осуществляет построение программы из уже существующих (проверенных на правильность) готовых фрагментов программ (reuses) и сборку их в сложную структуру.

**Конкретизирующее программирование** обеспечивает построение систем по универсальной модели для некоторой предметной области.

Программные элементы требуется **верифицировать, тестировать** для поиска ошибок и их исправления, а затем после интеграционного тестирования оценивать на качество.

---

1. Ершов. А.П. Научные основы доказательного программирования.– Доклад АН СССР, 1985.–с.1–14.

2 Ершов А.П. Отношение методологии и технологии программирования,

Конф. «Технология программирования» и ж. Программирование , 1986, № 3.–с.12–18.

## **Методы и средства обеспечения надежности и качества технических, системных и программных средств в Проектк РФФИ №19-01-00206**

**В рамках данного проекта решались задачи моделирования качественных прикладных, операционных систем и сборки экспериментального варианта ядра OS Linux для применения в комплексах, технике и приборах областей знаний.**

**Для решения задач сборки варианта OS Linux был проведен анализ свойств используемых приборов с позиций обеспечения надежного функционирования элементов ОС с помощью операций сборки (build, assembly, config, make, waver) функций OS Linux в новое экспериментальное ядро для областей знаний. Операции сборки реализованы в современных операционных средах: make в BSD и [GNU; build, assembly в JavaEE, Grid, Etics, IBMSphere, VS.MS, Intel, Unix, Linux и др.](#) [Результаты исследований и реализации задач моделирования прикладных и операционных систем с обеспечением качества представлены в работах:](#)**

**Технология сборочного создания экспериментального варианта ядра OS Linux с обеспечением качества для применения в прикладных и технических системах<sup>1</sup>**

## **Технология сборочного создания экспериментального варианта ядра OS Linux с обеспечением качества включает процессы:**

- 1) Препроцессирование** – предварительная обработка функции ядра ОС, компиляция для получения кода версии с поиском ошибок.
- 2) Компиляция формально описанных функций** для получения выходного кода с проверкой ошибок в синтаксисе их описания.
- 3) Извлечение функциональных элементов ядра** и представления их в классы эквивалентности с проверкой, тестированием MC/DC.
- 4) Связывание (сборка) выделенных элементов ядра** с помощью операторов make, config и интерфейса связи элементов и обмена данных между ними из внешних библиотек Интернет.
- 5) Конфигурация структуры** с помощью операции Kconfig для получения файла конфигурации системы.
- 6) Тестирование используемых элементов** и собранного из них варианта ОС с поиском ошибок с помощью LDV и CPAchecker и оценка правильности компонентов ОС.
- 7) Оценивание элементов сконфигурированного варианта ядра ОС на надежность, безопасность и защиту информации.**

**С.В. Козин Конфигурационная сборка варианта ядра Linux для прикладных систем.- ISPRAS OPEN-2018,  
[https://ispranproceedings.elpub.ru/jour/article/1](https://ispranproceedings.elpub.ru/jour/article/)**

# Сборка экспериментального варианта ядра OS Linux

Сборка информационных и интеллектуальных ресурсов в рамках данного проекта РФФИ проводилась для компилированных программ. При этом использовались стандартные операции сборки - make BSD и cmake GNU, JAVA для формально описанных интеллектуальных, информационных и сервисных ресурсов в ЯП и хранящихся в репозитории или Библиотеках Интернет.

Сборки Make элементов ядра ОС Linux в Visual Studio CMakeLists.txt к Makefile использованием следующих операций в Java:

- `add_executable(exec_name source1 source2 ...)` # создает исполняемый файл `exec_name` из исходных файлов `source1, source2..`
  - `add_library(lib_name source1 source2 ...)` # создает библиотеку `lib_name` из файлов исходного кода компонентов `source1, source2...`
  - `target_include_directories(target PUBLIC dir1 dir2 ...)` # включает директории `dir1, dir2, ...` в список поиска заголовочных файлов при сборке ( из файла или библиотеки) `target.target_link_libraries(target lib1 lib2 ...)` # выполняет **link сборки** библиотек `lib1, lib2`.
  - cmake выполняет исполняемый файл `myExec`
- `cmake_minimum_required (VERSION 2.6), project (MyProject).`
- `add_executable(myExec source1.cpp source2.cpp).`



## Сборка варианта ядра OS Linux –доступ и защита

Стандартные средства обеспечения безопасности ОС:

- криптография (Cryptographic Application Program Interface - CAPI), включающая контроль ключей, информации и доступа к данным;
- защита данных в системах общего назначения, в состав которых входит система безопасности, ориентированная на противодействие угрозам безопасности и защиты информации в КС.

**Система безопасности обеспечивает:**

- санкционированный доступ к объектам КС;
- успешное отражения угроз (внешних или внутренних) в сети;
- контроль прохождения запросов в сети и оценки эффективности безопасности и др.

**Модель системы безопасности** имеет следующие характеристики:

- **авторизация (АВТ)**, заключающаяся в типизации пользователей или их групп для получения разрешения на совместное использование отдельных ресурсов ПТС;
- **аутентификация (АУТ)**, устанавливающая подлинность личности передающей сообщение в сети для доступа к

**Средства обеспечения безопасности, защиты и качества ресурсов Bull ISM/Open Master, сервер ISM Access Master и др.**

**Для авторизации, аудита и привилегий доступа к серверу;**

**HP Open View, Presidium /Authorization Server, Praesidium/ Security**

**Service защиты информации с помощью открытых ключей и смарт-карт Philips) в гетерогенной среде;**

**ORACLE Enterprise Manager для задания защиты и доступа к БД;**

**OSF DCE/ Keberos и SENAME/Public key для задания публичных и открытых ключей;**

**IBM Tivoli Global Enterprise Manager идентификации пользователей;**

**SECURE Dynamic Access Master для централизации служб**

**авторизации удаленных пользователей и др.**

**К математическим методам обеспечения безопасности в процессе работы над экспериментальной версией ядра OS Linux**

**использовался метод вероятностной надежности Маркова и методы оценки надежности варианта ядре ОС\*.**

**- \*Методы и средства обеспечения надежности технических и программных средств.**

**Практика применения методов. 5 Научно-практическая конференция - OS DAY, Москва, 17-18 мая 2018. Лаврищева Е.М. , Пакулин Н.А <http://0x1.tv/20181122AF>,**

**<http://0x1.tv/20180517F>. Эти методы были отработаны Пакулиным Н.А. и Рыжовым А.В. в системе реального времени и опубликована статья на эту тему на англ. языке.-Труды ИСП РАН, том5 DOI: 10.15514 ISPRAS-2018-30(3), 2018.-р. 99-120.**

**- Е.М. Лаврищева, С.В. Зеленов. Модельный подход к обеспечению безопасности и надежности Web-сервисов. Труды ИСП РАН 2020. Том 32 № 5. С.151-163..**

**Теория гарантоспособной надежности** систем представлена в:  
**Avizienis A., Laprie J.-C., Randell B., Landwehr C., Dobson I.E** (Basic Concepts and Taxonomy of Dependable and Secure Computing / / IEEE Trans. on Dependable and Secure Computing. – 2004. – Vol. 1, N 1. – P. 11 – 33 и др.

С позиций этих работ проводятся гарантированные достоверные вычисления систем на безотказность, защиты, ремонтпригодности без катастрофических последствий;

- **обеспечивалась конфиденциальность (confidentiality), живучесть и качество систем и устройств.**

В рамках проекта РФФИ-206 проведены исследования гарантоспособности с учетом возникающих событий типа аварий и контактов в экспериментальном варианте OS Linux, а также в созданных техических средствах для авиации, промышленности, морского флота и др.

**Вывод.** В рамках работ по проекту РФФИ 206 сконфигурирован экспериментальный вариант OS Linux **для применения в предметных областях знаний (медицина, физика, математика и др.).** Созданный вариант ОС проходил верификацию, валидацию, тестирование и оценку надежности и безопасности.

# Печатные публикации по проекту РФФИ 206

- С.В. Зеленов, Е.М. Лаврищева, Модельный подход к обеспечению безопасности надежности Web-сервисов. –Доклад на конференции ИСПРАН ОПЕН -2020 и <https://ispranproceedings.elpub.ru/jour/article/view/1354/1141>
- И.Б.Петров, Е.М.Лаврищева, Моделирование технических и математических задач предметных областей знаний. Доклад на конференции ISPRAS OPEN-2020 и <https://ispranproceedings.elpub.ru/jour/article/view/>
- Лаврищева Е.М. Развитие программного обеспечения вычислительной техники в СССР и в рамках межправительственной комиссии (МПК) СССР – СЭВ (1969 – 1991).- SoRuCom - 2020.- с.200-210.
- Lavrischeva E.M. The Theory Graph Modeling and programming Systems from Module Elements To The Application Areas. Canadion Journal “Computer and Information Science (CIS). -Vol. 12, No. 4, November 2019.-20-39.
- Лаврищева Е.М., Петренко А.К., Зеленов С.В., Козин С.В., Технология сборочного создания экспериментального варианта ядра OS Linux с обеспечением качества для применения в прикладных и технических системах.- Наука и технологии.-Системный администратор.- 2021. Ноябрь.- с.80-89.
- Lavrischeva E. M. Petrenko A. K. Kozin V. P. "Technology of assembly creation of an experimental version OS Linux kernels with quality assurance for applied and subject areas of knowledge".Euroazian Science Assosiation. [www.ESA.ru](http://www.ESA.ru), november-2021.- «Евразийское Научное Объединение» • № 11 (81) • Ноябрь, 2021.-94-105. DOI: 10.5281/zenodo.5796926.
- Е.М. Лаврищева, И. Б. Петров, А. К. Петренко Парадигмы моделирования и программирования задач предметных областей знаний. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021.– 496 с.

## **Выводы. Теория моделирование и программирование технических и математических задач (2014-2022).**

**В ИСП РАН и МФТИ отработаны методы моделирования и программирования технических, программных и операционных систем, основанные на методе сборки системных и программных комплексов различного назначения на ЭВМ (1975- 2000 ) в рамках ВПК СССР.**

**Созданные и используемые технологии не были стандартизированы у нас в стране. После развала 1992 г. в стали использоваться в основном зарубежные технологии- UML (Unified Modeling Language), OWL (Ontology Web Language), WSDL, XML, XSL, RDF, Семантик Веб, WWW3C, OSM.**

**Модель (Model Variability) сформировалась с 2000г. ISEA на линиях производства программ Product Lines, в Grid-системах и на фабриках программ AppFab.**

**Развит научный системный и сервисный аппарат в среде Семантик Веб Интернета ([www.semantic\\_web.org](http://www.semantic_web.org)) и создана онтология ЖЦ стандарта ISO/IEC 12207.**

**Предложено развитие метода сборки для интеллектуальных, информационных и сервисных ресурсов Интернет.**

Реализована композитная сборка сервисов (SOA, SCA), КПИ и Reuses в Веб-системы и сайты, опубликовано 4 статьи и подготовлена диссертация Рыжова А.Г.

Использованы современные методы инженерии системного ПО, включая интеллектуальные средства (Data Mining) для анализа данных и систем типа Legacy, извлечение знаний Mining knowledge, Variability Mining в разных программно-технических системах, Big Data, Cloud Computing WWW3C Интернет.

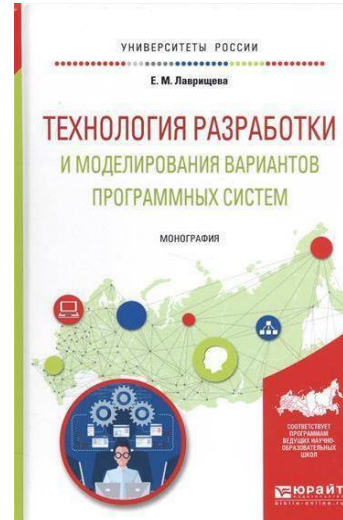
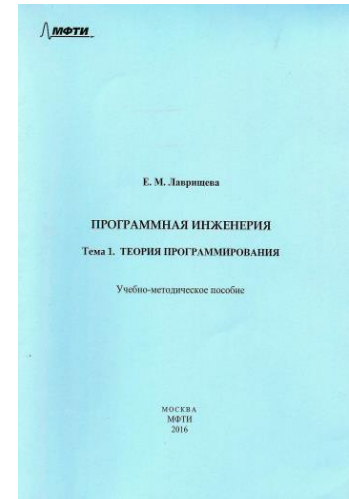
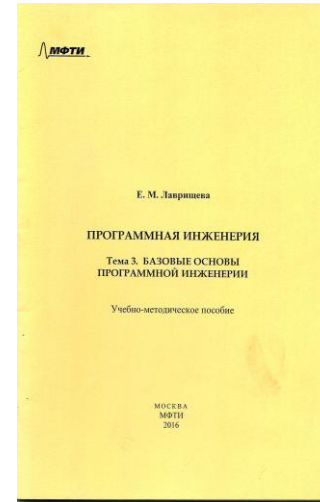
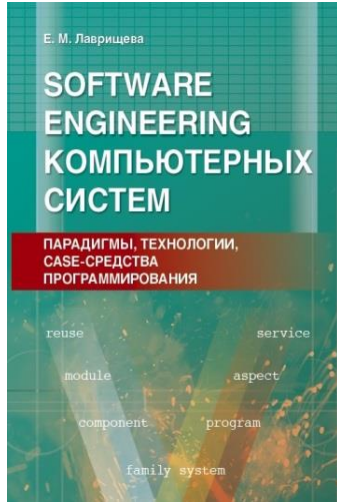
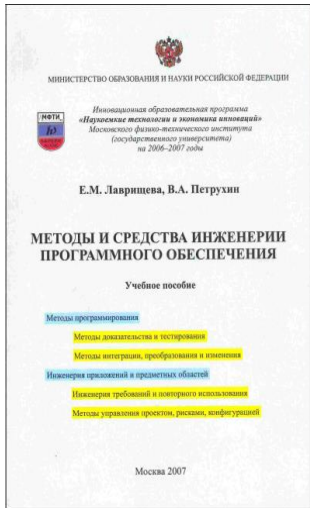
Разработана теория ОКМ моделирования систем и система преобразования ТД стандарта ISO/IEC 11404 – GDT 2012 и неструктурных ТД Big Data.

Отработана конфигурационная сборка информационных, программных и операционных ресурсов в ПТС и ОС. Создана технология сборки экспериментального варианта ядра OS Linux в современных средах WWW3C. Сделан доклад на OS DAY -2020 на эту тему и опубликована

- Лаврищева Е.М., Петренко А.К., Зеленов С.В., Козин С.В., Технология сборочного создания экспериментального варианта ядра OS Linux с обеспечением качества для применения в прикладных и технических системах.- Наука и технологии.-Системный администратор.- 2021. Ноябрь.- с.80-89.

- Lavrischeva E. M. Petrenko A. K. Kozin V. P. "Technology of assembly creation of an experimental version OS Linux kernels with quality assurance for applied and subject areas of knowledge".Euroasian Science Assosiation. [www.ESA.ru](http://www.ESA.ru), november-2021.- «Евразийское Научное Объединение» • № 11 (81) • Ноябрь, 2021.-94-105. DOI: 10.5281.

# Книги, препринты, учебники Лаврищевой Е.М. 2014-2022



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**