

Иерархия концепций и моделей создания и поддержки программного обеспечения в течение жизненного цикла

В.П. Хранилов¹, П.В. Мисевич¹, Е.Н. Панкратова¹, А.Э. Ермилов¹

¹ НГТУ им. Р.Е. Алексеева, ул. Минина д.24, Нижний Новгород, 603000, Россия

Аннотация

Статья посвящена позиционированию современных подходов, концепций и моделей к комплексу вопросов разработки автоматизированных систем и их поддержки в течение всего жизненного цикла. Тема актуальна для создателей современных программно-аппаратных комплексов компьютерной графики и программно-аппаратных комплексов на этапах их проектирования и поддержки. В работе предложены системы классификации концепций и информационных моделей. В статье описана иерархия универсальных концепций построения программного и аппаратного обеспечения. Первый уровень состоит из концепции интеллектуализации системы, концепции глобализации программного и аппаратного обеспечения, концепции систем, концепции поддержки систем в течение жизненного цикла, концепции открытых систем, объектно-ориентированного подхода и других. Второй уровень состоит из концепции ситуационного подхода, сценарного подхода, сценарно-ситуационного подхода, логистического подхода, мультиагентного подхода и прочих. Третий уровень иерархии состоит из концепции иерархий абстракции, концепции агрегаций, концепции обобщений (БД), концепции нормализаций, концепции семантических сетей, концепции фреймовых сетей, концепции мультимедийных фреймовых сетей (систем дистанционного управления и мониторинга), концепции сетей фреймов с нечеткой логикой и других. Статья опирается на работы в области системного анализа, САУ, САПР и систем представления знаний и искусственного интеллекта.

Ключевые слова

Автоматизированные системы, концептуальные иерархии, информационные модели, концепция систем, сети фреймов с нечеткой логикой, мультимедийные фреймовые сети, логистический подход, сценарно-ситуационный подход

Hierarchy of concepts and models for creating and maintaining software throughout the life cycle

V.P. Khranilov¹, P.V. Misevich¹, E.N. Pankratova¹, A.E. Ermilov¹

¹ NNSTU n.a. R.E. Alekseev, Minina 24 str., N. Novgorod 603000, Russia

Abstract

The article is devoted to the positioning of modern approaches, concepts and models to the complex issues of the development of automated systems and their support throughout the life cycle. The topic is relevant for the creators of modern computer graphics software and hardware complexes and software-hardware complexes at the stages of their design and support. A hierarchy of universal concepts for building software and hardware is described in the paper. The first level consists of the concept of system intellectualization, the concept of software and hardware globalization, the systems concept, the concept of the support for systems during the life cycle, the concept of open systems, the object-oriented approach, and

ГрафиКон 2021: 31-я Международная конференция по компьютерной графике и машинному зрению, 27-30 сентября 2021 г., Нижний Новгород, Россия

EMAIL: hkanilov@nntu.ru (В.П.Хранилов); p_misevich@mail.ru (П.В.Мисевич); inyaz@nntu.ru (Е.Н.Панкратова); aermilov09@mail.ru (А.Э.Ермилов)

ORCID:

others and etcetera. The second level consists of the concept of the situation approach, the scenario approach, the scenario-situational approach, the logistics approach, the multi-agent approach, and etcetera. The third level of the hierarchy consists of the concept of abstraction hierarchies, the concept of aggregations, the concept of generalizations (DB), the concept of normalizations, the concept of semantic networks, the concept of frame networks, the concept of multimedia frame networks (remote control and monitoring systems), the concept of networks of frames with fuzzy logic and etcetera. The article is based on works in the field of system analysis, ACS, CAD and knowledge representation systems and artificial intelligence.

Keywords

Automated systems, concept hierarchies, information models, systems concept, networks of frames with fuzzy logic, multimedia frame networks, logistics approach, scenario-situational approach

1. Введение

Активное развитие автоматизированных систем, захват ими всех сфер жизни человеческого инициирует развитие теоретических основ их создания и поддержки в течение всего жизненного цикла. Отметим, что, как правило, исследователи через свой практический опыт разработки и поддержки программно-аппаратных комплексов формулирует концепции и модели, которые в совокупности образуют теоретические основы построения и поддержки информационных систем и систем компьютерной графики.

Наличие множества концепций и моделей актуализирует их анализ с целью формализации факторов успеха в комплексе вопросов их применения. Одним их способов исследования предметных областей с высоким уровнем абстракций является классификация. Результатом, как правило, является иерархическая система, которая описывает систему объектов в исследуемой предметной области.

Отметим, что любая классификация концепций и моделей несет некоторый оттенок субъективизма. Однако, создание классификационных систем является научным методом исследования, который прямо или опосредованно приводит к часто весьма интересным результатам. В данной работе авторами предлагается классификационная система, которая охватывает концепции и модели построения автоматизированных систем.

2. Иерархии концепций

В данной работе предлагается условно разделить множество концепций на три уровня. К первому уровню (рис.1) отнесем концепции, которые выступают в качестве общих устойчивых трендов развития ИТ мира. К ним отнесем:

- интеллектуализацию автоматизированных систем;
- глобализацию;
- использование системного подхода [1];
- поддержку системы в течение всего жизненного цикла [2];
- открытые системы [3];
- объектно-ориентированный подход [4];
- и другие.

Очевидно, что каждая концепция имеет многогранную интерпретацию практиками. Например, концепция интеллектуализации автоматизированных систем может интерпретироваться практиками как:

- использование экспертных систем для решения задач;
- применение нейронных сетей в компьютерной графике;
- использование производственных систем для управления процессом обработки информации;

- применение семантических сетей для построения интероперабельных информационных систем;
- использование гибридных форм представления знаний, например, сетей фреймов с мультимедийными образами для создания информационного обеспечения и др.



Рисунок 1: Иерархия концепций: первый уровень

Научно-практические вопросы интеллектуализации имеют различную интерпретацию на каждом этапе проектирования, внедрения и поддержки автоматизированных систем и средств компьютерной графики. Например, опыт применения экспертных систем позитивен и для поддержки принятия решений при проектировании и для поддержки уже функционирующих программно-аппаратных комплексов.

Аналогично, применение аппарата нечеткой логики эффективно при выборе ресурсов при проектировании программно-аппаратных комплексов и при поддержке работы групп сопровождения программного продукта на этапах внедрения и эксплуатации программного обеспечения.

Однако, общее направление интеллектуализации ИТ мира, как концепция, располагается в нашей классификационной системе на высшем уровне иерархии.

Ко второму уровню (рис.2) отнесем концепции, которые поддерживают сам процесс проектирования. Это концепции:

- ситуационного подхода [5];
- сценарного подхода [5];
- сценарно-ситуационного подхода [5];
- логистический подход (каждый факт, каждое данное в нужном формате в нужном месте и в нужный момент времени) [6];
- агентного подхода [7];
- и другие.

Отметим нечеткие классификационные границы описанных выше подходов. Например, ситуационный подход, который основан на гипотезе повторяемости ситуаций применим и к сценариям функционирования автоматизированных систем. Таким образом, принцип повторяемости – это общая составляющая и сценарного и ситуационного подхода.

Классический аппарат описания ситуаций (фреймы) использовался М.Минским для описания сценариев. Взаимопроникновение подходов отмечается и с классификационными концепциями более высокого уровня. Например, ситуационный подход, который использует аппарат фреймов, является частным случаем концепции интеллектуализации ИТ мира. Однако, идеи ситуационного подхода позволяют строить информационные системы и без применения аппарата искусственного интеллекта. Практики понимают взаимозависимость идей логистического и агентного подхода. Создание и использование приведенной выше

классификации позволило авторам сформулировать сценарно-ситуационный подход, который использовался при построении систем информационной логистики и ослаблял недостатки сценарного и ситуационного подходов как концепций построения программно-аппаратных комплексов.

Условно к третьему уровню (рис.2) иерархии отнесем концепции, которые выступают в роли руководства к практическим действиям. Это в первую очередь концепции построения программного и информационного обеспечения информационных систем.

При построении информационного обеспечения используются концепции:

- иерархии абстракций (БД) [8, 9];
- агрегации (БД) [8, 9];
- обобщения (БД) [8, 9];
- нормализации [8, 9];
- семантические сети (ИИ, открытые системы и др.) [10];
- сети фреймов (САПР, САД, СППР и другие) [11, 12];
- сети мультимедийных фреймов (системы дистанционного управления и мониторинга) [13];
- сети фреймов с нечеткой логикой (системы мониторинга и др.) [14].

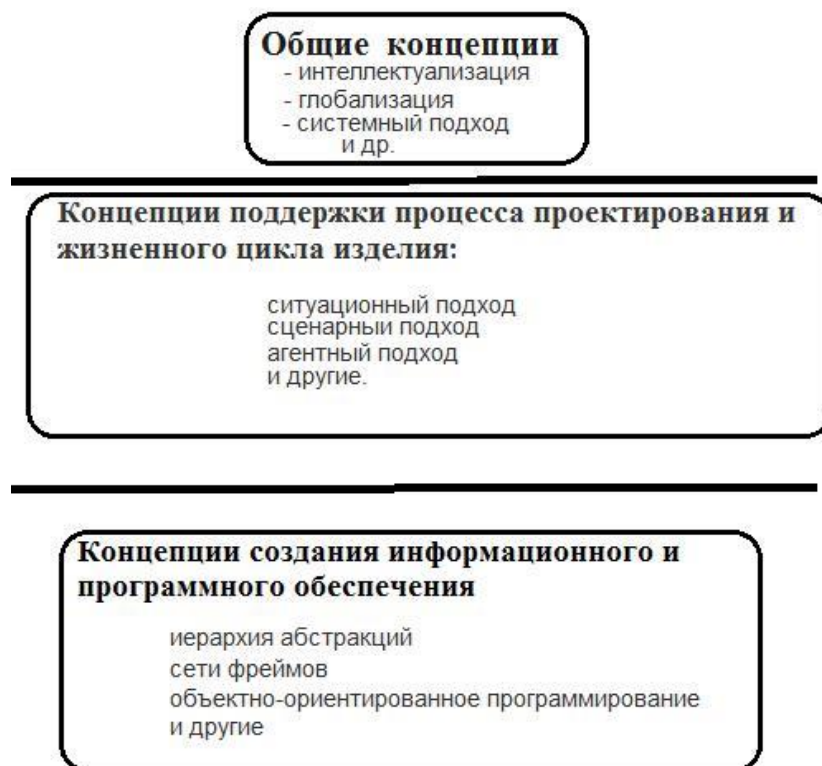


Рисунок 2: Иерархия концепций для проектирования и поддержки автоматизированных систем

В качестве примера применения данной классификации приведем формализацию гибридной формы баз знаний, которая основана на сочетании фреймового подхода с нечеткой логикой [14]. Эта форма представления знаний в различных предметных областях апробировалась и хорошо себя зарекомендовала при построении систем мониторинга в нескольких тестовых областях.

Целесообразность создания такой формы описания предметных областей стала следствием анализа классов, описанных выше и спецификой предметной области мониторинга:

необходимостью подстраивания сценариев работы систем под динамику изменения реальных ситуаций [14].

Применим полученные результаты к предметной области мониторинга распределенной системы компьютерной графики. Проведем декомпозицию предметной области мониторинга на множество взаимосвязанных типовых задач. Каждой типовой задаче сопоставляется один из «кирпичиков» фреймов-классов с единым интерфейсом, декларирующим их использование. Каждый фрейм-класс состоит из типовых сценариев, описанных в интерфейсе, и типовых вспомогательных сценариев, не описанных в интерфейсе, относящихся к тому или иному типу фрейма-класса (например: «мониторинг рабочей станции», «мониторинг используемого ПО»). Уровень событий и уровень причинно-следственных связей определяется логикой выполнения типовых сценариев и их параметров (id станции и т.п.), а также логикой правил обработки слотов фрейма (в т.ч. нечёткой логикой) и поступающей на вход оперативной информацией.

Отметим, что использование фреймовой модели позволяет совместить концептуальную модель информационного обеспечения с описанием предметной области построения системы мониторинга распределенной системы компьютерной графики.

При построении программного обеспечения применяют:

- объектно-ориентированное программирование [4];
- процедурное программирование [15];
- структурное программирование [16];
- модульное программирование [17];
- и другие.

Описанная выше иерархия весьма условна. Например, ситуационный подход можно отнести к самому верхнему уровню иерархии т.к. он является одним из основных подходов построения ИТ систем (первые центры ситуационного управления появились в 70-х годах прошлого столетия и сегмент рынка данного класса систем сегодня активно расширяется). Однако, ситуационный подход можно отнести и к более низким уровням иерархии т.к. он активно применяется при построении автоматизированных систем (САПР, САД, систем дистанционного управления и мониторинга, систем мониторинга ситуационного типа).

С практической точки зрения для предложенной системы работает правило: чем выше уровень концепции, тем большие предметные области автоматизации он охватывает. Кроме этого проектировщик, создатель систем имеет большую свободу действий, т.к. концепции более высокого уровня не предлагают конкретных стратегий создания систем.

Например, очевидная концепция – тренд интеллектуализации автоматизированных систем и всего ИТ мира не дает технологии решения конкретной задачи. Проектировщик при создании конкретной системы в рамках концепции интеллектуализации столкнется с проблемой выбора:

- использовать интеллектуальный анализ данных;
- создавать систему интеллектуальной поддержки пользователя;
- использовать модели данных искусственного интеллекта для построения информационного обеспечения;
- применение различных механизмов логического вывода;
- использование гибридных знаний для решения задач;
- и другие.

3. Иерархия моделей

Анализ моделей поддержки процесса проектирования автоматизированных систем и их поддержки в течение всего ЖЦ так же позволяет их ранжировать.

На самом верхнем уровне расположим модели:

- описания процессов проектирования и поддержки систем в течение жизненного цикла (каскадная, спиралевидная и др. модели) [18];
- динамическая модель поддержки выбора ресурсов для синтеза проектируемой системы [19];

- динамическая модель описания процесса реализации сценариев функционирования автоматизированных систем [20].

К моделям более низкого уровня, которые имеют ярко выраженную инженерную ориентацию отнесем:

- фреймовая модель описания процесса проектирования изделий [12];
- модель с мультимедийными фреймами [13];
- фреймовая модель с процедурами нечеткой логики [14];
- фреймово-продукционная модель представления процессов проектирования [21];
- ситуационные модели смешанного типа [22];
- и другие.

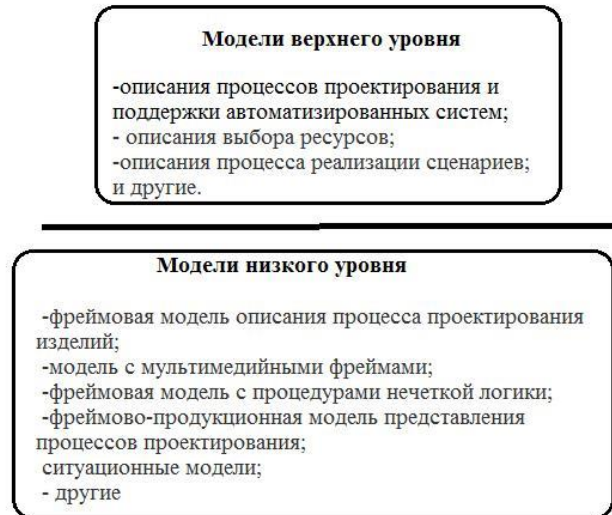


Рисунок 3: Иерархия моделей описания процессов проектирования и поддержки автоматизированных систем в течение всего жизненного цикла

Таким образом, совокупность моделей поддержки процесса проектирования и жизненного цикла изделия на уровне концепции образует два уровня иерархии (рис.3).

Отметим, что предложенная классификация концепций имеет три уровня, а классификация моделей состоит из двух уровней иерархии. Это во многом определяется традицией: при проектировании выделяют три уровня абстракций. На верхнем уровне стоят кибернетические концепции, которые описывают процесс в предметной области. Более низким уровнем являются машинно-независимые концепции и концептуальные модели, которые позволяют реализовать проект с использованием нескольких альтернативных платформ (или инструментальных комплексов, например, СУБД). И, наконец, на самом низком уровне располагаются машинно-ориентированные концепции и модели, которые поддерживают реализацию проекта в жестких рамках конкретных инструментариев.

4. Литература

- [1] Игорь Клименко: Теория систем и системный анализ. Учебное пособие. Кнорус, 2021. 264 с.
- [2] Юрчик, Голубкова: Применение CALS технологий на предприятии. Учебное пособие/ Лань, 2020 г. – 92 С.
- [3] Ю.В. Гуляев, Е.Е. Журавлев, А.Я. Олейников. Методология стандартизации для обеспечения интероперабельности информационных систем широкого класса. Радиоэлектроника, N3, 2012, С 1-12.
- [4] Grady Booch, Robert A. Maksimchuk, Michael W. Engle, Jim Conallen, Kelli A. Houston, Bobbi J. Young Ph.D Object-Oriented Analysis and Design with Applications, Third Edition. Released April 2007 Publisher(s): Addison-Wesley Professional ISBN: 9780201895513

- Д.А. Поспелов. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986. — 288 стр.
- [5] П.В. Мисевич. Логистический подход к вопросам проектирования систем объектов и формирования сценариев работы программного обеспечения// Системы управления и информационные технологии. 2007. №4.1(30). - С. 169-174.
- [6] Stuart Russell and Peter Norvig Artificial Intelligence: A Modern Approach, 4th US ed.
- [7] Т. Тиори. Проектирование структур баз данных. В 2 кн./ Т. Тиори, Д. Фрай - М.: Мир, 1985. Кн. 1. - 287 с. Кн. 2. - 320 с.
- [8] Н.Б. Паклин, В.И. Орешков. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. Учебное пособие. — 2-е изд., испр. — СПб.: Питер, 2013. — 704 с.
- [9] Г. С. Осипов. Методы искусственного интеллекта. Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 296 с.
- [10] Marvin Minsky. A Framework for representation knowledge. Massachusetts institute of technology. June 1974
- [11] В.В. Семёнов. Принципы формирования и фрагменты базы знаний теории управления, в сборнике "Общее математическое обеспечение систем автоматизированного проектирования", Москва, МАИ, 1981.
- [12] Д.А. Белов. Проблемно-ориентированная автоматизированная система мониторинга движения железнодорожного состава / Д.А. Белов, П.В. Мисевич, В.П. Хранилов // Автоматизация в промышленности. 2009. №2. С.49-51.
- [13] V.P. Khranilov; P.V. Misevich; E.N. Pankratova. The Use of Hybrid Knowledge Bases in Designing Engineering Systems Published in: 2020 2nd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA)
- [14] Борис Олейников. Программирование. процедурное программирование. Издательство: Сибирский федеральный университет 2016 92 с.
- [15] Татьяна Павловская, Юрий Щупак. С/С++. Структурное и объектно-ориентированное программирование: Практикум СПб.: Питер, 2011. — 352 с.
- [16] Н.В. Титовская., С.Н. Титовский. Модульное программирование: учеб. пособие / Н.В.Титовская; С.Н.Титовский, Краснояр. гос. аграр. ун-т. -Красноярск
- [17] Р.И. Сольнищев. Автоматизация проектирования систем автоматического управления / Р.И. Сольнищев - М., Высшая школа, 1991. - 335с.
- [18] В.П. Хранилов. Нечеткая динамическая модель интерактивного распределения вычислительных ресурсов / В.П. Хранилов, Д.В. Прохоров // Системы управления и информационные технологии. 2006. № 4.1(26). С. 189-12020
- [19] V.P. Khranilov, V.V. Andreev, P.V. Misevich, E.N. Pankratova. MODELS IN A STATE SPACE FOR ENGINEERING APPLICATIONS 788-792. 2019 XXI International Conference Complex Systems: Control and Modeling Problems (CSCMP)
- [20] П.Д. Басалин. Построение САПР на базе фреймво - производственной модели/ П.Д. Басалин, П.В. Мисевич // Системы обработки информации и управления: межвуз. сб. научн. тр./ Н. Новгород: изд - во НГТУ, 1995.- С. 106 - 112.
- [21] О.М. Полевая. Математическое обеспечение синтеза формулировок стратегических целей и задач в информационной системе поддержки процессов стратегического управления // Информационные системы и технологии, №3, 2016, с.81-91.