

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Экономический факультет
Кафедра экономики и управления инновационными системами

КУРСОВАЯ РАБОТА

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ CASE-СРЕДСТВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ

Работу выполнила _____ Д.С. Муродьянц
(подпись)

Направление _____ 27.03.03 Системный анализ и управление _____ курс 4

Направленность (профиль) Системный анализ и управление экономическими процессами

Научный руководитель:
канд. техн. наук, доцент _____ Н.Ю. Нарыжная
(подпись, дата) 26.12.2022

Нормоконтролер:
канд. техн. наук, доцент _____ Н.Ю. Нарыжная
(подпись, дата) 26.12.2022

Краснодар
2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Теоретические и методологические основы использования CASE-средств ..5	
1. CASE-средства: определение и общая характеристика.....	5
2. Классификации CASE-средств.....	8
3. Область применения CASE-средств.....	12
4. Технология внедрения CASE-средств	14
2 Исследование возможностей использования CASE-средств в проектирова- нии систем	18
2.1 Применение CASE-технологий: преимущества и недостатки.....	18
2.2 Примеры структурных CASE-средств и их характеристики (BPwin, ERwin, ARIS, Business Studio).....	21
2.3 Примеры объектно-ориентированных CASE-средств и их характеристики (IBM Rational Rose, StarUML).....	27
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	33
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	35

ВВЕДЕНИЕ

Непрерывное развитие современных информационных технологий приводит к постоянному возрастанию их сложности. Современные крупные проекты ИС характеризуются, как правило, следующими особенностями: сложность описания; наличие совокупности тесно взаимодействующих компонентов; отсутствие прямых аналогов, ограничивающее возможность использования каких-либо типовых проектных решений и прикладных систем; необходимость интеграции существующих и вновь разрабатываемых приложений; функционирование в неоднородной среде на нескольких аппаратных платформах и т.д.

Для успешной реализации проекта объект проектирования (информационная система) должен быть прежде всего адекватно описан, должны быть построены полные и непротиворечивые функциональные и информационные модели информационных систем.

Ручная разработка обычно порождает следующие проблемы:

- неадекватная спецификация требований;
- неспособность обнаруживать ошибки в проектных решениях;
- низкое качество документации, снижающее эксплуатационные качества;
- затяжной цикл и неудовлетворительные результаты тестирования.

Перечисленные факторы способствовали появлению программно-технологических средств специального класса – CASE-средств, реализующих CASE-технологии создания и сопровождения информационных систем. Благодаря им открываются новые возможности при проектировании систем, которые условно востребованы в бизнесе, что обуславливает актуальность данной работы.

Целью курсовой работы является исследование возможностей использования CASE-средств при проектировании систем на примере как структурных, так и объектно-ориентированных инструментов.

Для достижения указанной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- рассмотреть теоретические аспекты CASE-средств и дать им общую характеристику;
- классифицировать CASE-средства по нескольким признакам;
- изучить технологию внедрения CASE-средств;
- рассмотреть область применения, оценку и выбор CASE-средств;
- исследовать общие преимущества и недостатки от применения CASE-инструментов;
- провести анализ структурных CASE-средств;
- проанализировать объектно-ориентированные CASE-средства.

Объектом исследования данной работы выступают CASE-средства. Предметом исследования же выступают те возможности, которые открываются при использовании CASE-средств для проектирования систем. Для решения поставленных задач были использован сравнительный анализ, синтез, систематизация, описание, алгоритмизация, структурирование.

В качестве информационной базы исследования были использованы статьи и публикации отечественных авторов по исследованию современных CASE-технологий, их инструментов и методов, используемых на разных стадиях жизненного цикла систем. Теоретической основой работы послужили учебники по проектированию систем, CASE-средствам, а также монографии.

Структура работы представлена введением, двумя разделами, семью подразделами, заключением, списком использованных источников. Во введении обоснована актуальность работы, поставлена цель и задачи, обозначен объект и предмет данной работы. В первой главе рассмотрены теоретические аспекты CASE-технологий (характеристика, классификация, обобщенная технология внедрения). Во второй главе осуществлен анализ наиболее популярных на российском рынке CASE-средств на предмет предоставляемых ими возможностей при проектировании систем. В заключении подведены итоги и сделаны выводы исследования.

1 Теоретические и методологические основы использования CASE-средств

1. CASE-средства: определение и общая характеристика

За последние десятилетия сформировалось относительно новое направление CASE (Computer Aided System/Software Engineering), однако до сих пор не существует общепринятого его определения. Суть и значение этого термина чаще всего определяется теми задачами, что решаются с помощью CASE-средств, а также группой применяемых при этом методик и инструментов.

Так, чаще всего под CASE-средством понимают определенный набор инструментальных средств, позволяющий автоматизировать саму процедуру моделирования (разработки) информационной системы, а также программного обеспечения. Основная цель их использования состоит в сокращении временных и денежных затрат на проектирование информационных систем и в повышении их качества, что напрямую связано с деятельностью предприятия.

Однако сегодня CASE-средства подразумевают весь процесс разработки сложных информационных систем с момента создания вплоть до сопровождения, включая анализ, формулировку требований, проектирование прикладных программ и БД, тестирование, документирование, обеспечение качества, конфигурационное управление и проектное управление, а также целый ряд прочих процессов. Как следствие, CASE-средства образуют целую среду разработки информационных систем.

Существует еще один подход к определению данного понятия. Согласно ему, CASE-средство представляет собой методологию проектирования систем и набор инструментов, которые позволяют визуально моделировать предметную область, проводить анализ этой модели на всех этапах разработки (включая сопровождение), а также разрабатывать приложения в соответствии с информационными потребностями пользователей. В целом, данное определение не сильно отличается от предыдущего, однако оно затрагивает методологический аспект и делает акцент на наглядности CASE-средств. Отметим, что

большая часть существующих CASE-средств основана на методологиях структурного или объектно-ориентированного анализа и проектирования (также существует комбинированный подход), использующих нотации в виде схем для описания входов, выходов, механизмов, управления, внешних требований, связей между моделями системы, динамики поведения системы и архитектуры ПО, подробнее об этом будет пояснено в следующих разделах и главах.

CASE-средства появились, во-первых, для проектирования ИС. В связи с тем, что накопившийся за время применения опыт оказался положительным, CASE-средства стали активно использоваться и в РБП (реинжиниринге бизнес-процессов). Новейшие CASE-инструменты охватывают широкую область поддержки множества технологий проектирования систем: от простых средств для анализа и документирования заканчивая полномасштабными средствами автоматизации, охватывающими весь цикл жизни системы.

Одними из самых трудоемких этапов разработки систем являются этапы анализа и проектирования, в процессе которых CASE-средства обеспечивают качество принимаемых технических решений, а также подготовку проектных документов. При этом важную роль играют методы наглядного представления и моделирования, что подразумевает составление структурных или прочих диаграмм в масштабе реального времени, использование разнообразной цветовой гаммы, сквозную проверку правил синтаксиса. Графические средства моделирования предметной области позволяют разработчикам и прочим пользователям наглядно и доступно изучить спроектированную систему, перестроить ее в соответствии с поставленными задачами и существующими ограничениями.

В перечне CASE-инструментов существуют как относительно дешевые системы для ПК с весьма ограниченными возможностями, так и весьма дорогостоящие системы для сложных вычислительных платформ и операционных сред. Современный рынок CASE-средств насчитывает около 300 различных программных средств, мощнейшие из которых применяются почти всеми ведущими компаниями, причем как зарубежными, так и российскими.

Как правило, к CASE-инструментам относят любое ПО, автоматизирующее совокупность процессов его цикла жизни и имеющее такие характерные особенности как:

1. Наличие графических инструментов для документирования и описания системы, которые обеспечивают удобный интерфейс.
2. Объединение нескольких компонентов CASE-средств, которые обеспечивают управляемость процессом разработки системы.
3. Использование особым образом организованного ХД (хранилища данных (метаданных), то есть репозитория).

Что касается интегрированного CASE-средства (комплекса средств, которые поддерживают полный ЖЦ), то он содержит нижеприведенные характеристики:

- репозиторий, что является фундаментом CASE-средства (он должен обеспечивать хранение нескольких версий системы и ее подсистем, синхронизацию поступления данных от различных источников при совместной разработке, контроль метаданных на полноту и непротиворечивость;
- графические средства анализа и проектирования, обеспечивающие создание и редактирование иерархически связанных диаграмм, образующих модели ИС;
- средства разработки документации;
- средства тестирования;
- средства разработки приложений;
- средства управления конфигурацией;
- средства проектного управления;
- средства РБП (реинжиниринга бизнес-процессов).

На данным момент CASE оформилась в самостоятельное наукоемкое направление в программотехнике, которое повлекло за собой образование мощной CASE-индустрии. Она объединила сотни фирм и компаний с различных областей рынка. Среди них выделяются компании-разработчики средств анализа и проектирования систем; фирмы-разработчики специальных средств с ориентацией на узкие предметные области или на отдельные этапы ЖЦ системы; ком-

пании-менторы, которые организуют семинары и курсы подготовки специалистов; консультационные фирмы, оказывающие практическую помощь при использовании CASE-пакетов для разработки конкретных приложений; фирмы, специализирующиеся на выпуске периодических журналов и бюллетеней по CASE.

2.Классификации CASE-средств

Существует множество разных классификаций CASE-средств. Рассмотрим основные классификации современных CASE-систем по следующим признакам:

1. Поддерживаемые методологии проектирования: структурно-ориентированные (или функционально-ориентированные), объектно-ориентированные и комплексные (согласно этой классификации, мы рассмотрим CASE-средства в следующей главе)

2. Поддерживаемые нотации для построения диаграмм: с наиболее распространенными, со специфичными нотациями и с одной конкретной нотацией;

3. Уровень интегрированности: workbench (связаны репозиторием – общей базой данных, интегрированные средства) и toolkit, или environment (охватывают большинство этапов разработки ИС, неинтегрированные средства), а также tools (отдельные локальные средства);

4. Тип и архитектура вычислительной техники: ориентированные на локальную вычислительную сеть (ЛВС), на глобальную вычислительную сеть (ГВС) или смешанный тип;

5. Режим групповой разработки: с ориентацией на режим объединения более мелких составляющих проектов, режим реального времени разработки и без поддержки совместного проектирования.

Отдельного упоминания также стоит классическая классификация по типам, категориям и уровню (рисунок 1).

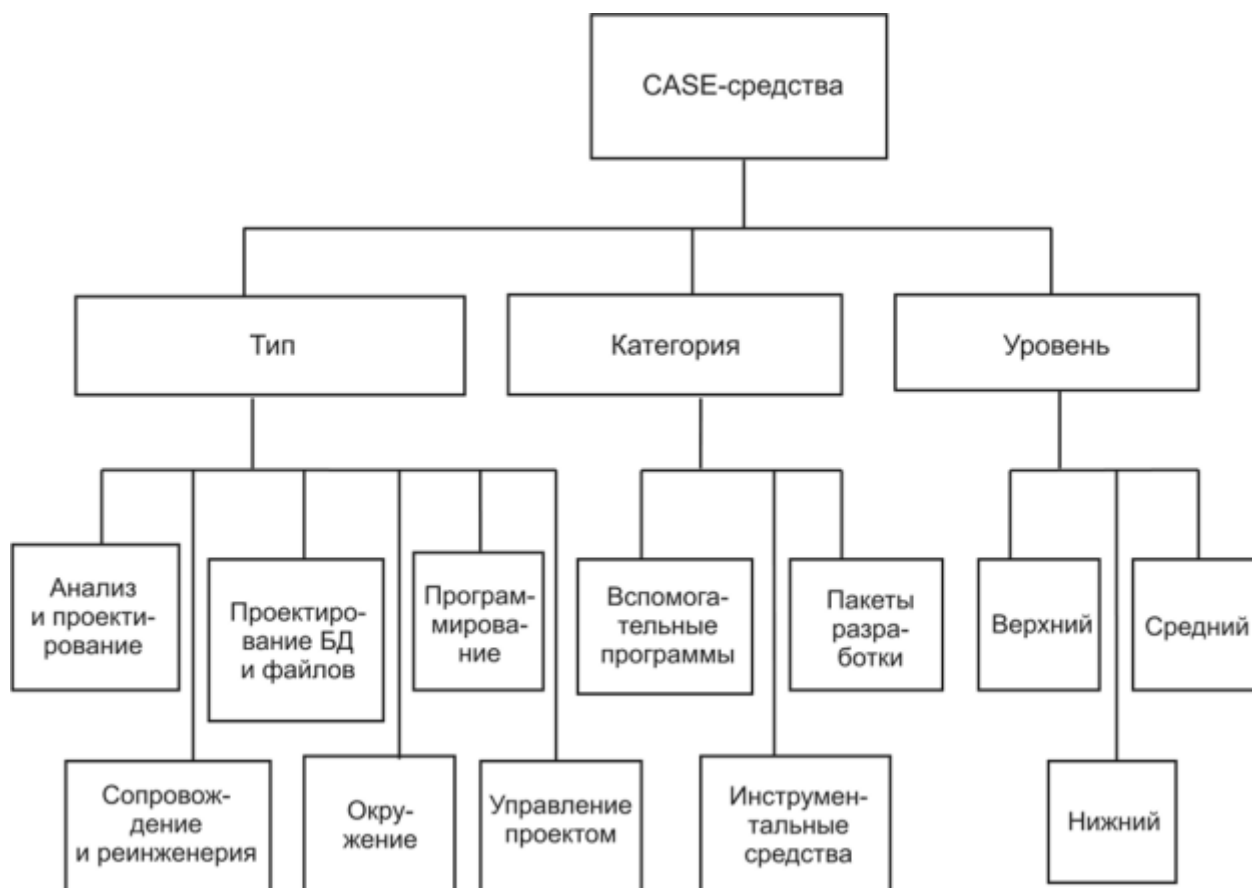


Рисунок 1 – Классическая классификация CASE-средств по типу, категории и уровню

Начнем с классификации по типам. Итак, согласно ей существуют следующие классы средств:

1. Средства проектирования и анализа, предназначенные для анализа и создания модели системы.

К ним относят System Architect, Power Designer, Paradigm Plus, Rational Rose, Oracle Designer, Silverrun, BPwin.

Целью данного класса средств является определение свойств и требований системы, которыми она должна обладать, а также создание проекта системы, удовлетворяющей этим требованиям и обладающей указанными свойствами. Продуктом этих средств является спецификация компонентов системы алгоритмов, интерфейсов, структур данных.

2. Средства проектирования баз данных, обеспечивающих генерирование их схем и создание модели данных (обычно с помощью Structured Query Language - SQL) для распространенных систем управления базами данных.

Средства проектирования БД входят в состав таких CASE-средств как: Power Designer, Paradigm Plus, Oracle Designer, Silverrun. Наиболее популярное средство, ориентированное исключительно на проектирование БД, – ERwin.

3. Средства управления требованиями, они обеспечивают всестороннюю поддержку неоднородных требований к проектируемой системе.

Примером здесь послужит DOORS и RequisitePro – это динамические объектно-ориентированные системы по управлению требованиями.

4. Средства тестирования. Наиболее развитым представителем является Rational Suite TestStudio – это набор продуктов, предназначенных для автоматизации тестирования приложений.

5. Средства управления конфигурацией ПО – ClearCase, PVCS и пр.

6. Средства документирования, наиболее популярное из которых – SoDA (автоматизированное документирование ПО).

7. Средства управления проектом – MS Project, Open Plan Professional и т.д.

8. Средства обратного инжиниринга, предназначенные для переноса существующей системы в новую среду. Ими обеспечивается анализ схем БД и программных кодов, а также формируются на их основе различные модели спецификации проекта.

Стоит заметить, что средства формирования ERD и анализа схем БД являются частью таких CASE-средств как: ERwin, Power Designer, Oracle Designer, Silverrun. Анализаторы программных кодов входят в состав Paradigm Plus и Rational Rose.

Классификация CASE-средств по категориям показывает область охвата процессов разработки системы, которые поддерживаются этим инструментом. Она полностью соответствует третьей классификации по уровню интегрированности, упомянутой выше.

Классификация по уровням связана с областью действия CASE-средств в жизненном цикле проектируемой системы.

1. Верхние (Upper) CASE-средства. Их также называют средствами компьютерного планирования, основная цель которых состоит в помощи руководителям проектов или отделов определить политику организации и создать план проекта. CASE-средства верхнего уровня позволяют построить модель предметной области, провести анализ разных сценариев (как правило, существующего, наилучшего и наихудшего), накопить данные для принятия управленческих решений. Как следствие, данные средства поддерживают процесс заказа и подготовку процесса разработки.

К средствам данного уровня можно отнести, например, Telelogic System Architect, Telelogic Focal Point, Telelogic Dashboard, средства линейки AllFusion Modeling Suite.

2. Средние (Middle) CASE-средства процесс анализа предметной области, разработки требований к системе, проектирование системной архитектуры, разработку требований к программам, проектирование архитектуры, то есть начальные этапы процесса разработки. Притом интегрированные графические среды используют как формализованный язык общения между пользователем (заказчиком) и разработчиком спецификаций требований.

Как правило данные средства обладают возможностями накопления и хранения данных по проекту. Это позволяет использовать накопленные данные как в текущем, так и в последующих проектах. CASE-средства данного уровня часто также поддерживают прототипирование и автоматизированное документирование.

К CASE-средствам данного уровня относится линейка AllFusion Modeling Suite, средства Telelogic DOORS, Telelogic Statemate, Telelogic DocExpress, Telelogic Modeler, Telelogic Tau, Telelogic Rhapsody.

3. Нижние (Lower) CASE-средства поддерживают вторую половину работ процесса разработки системы. Они содержат графические инструменты, которые исключают необходимость разработки физических спецификаций для модулей. Спецификации представляют часто в виде моделей, непосредственно

преобразующихся в код разрабатываемой программы или системы, причем обычно автоматически генерируется до 90% программных кодов.

CASE-средства нижнего уровня поддерживают также прототипирование, тестирование, управление конфигурацией, генерирование документации, облегчают модификацию и сопровождение программного средства или систем.

К CASE-средствам данного уровня можно отнести AllFusion Data Modeler, Telelogic Rhapsody, Telelogic TAU Logiscope, Telelogic Change, Telelogic Tau, Telelogic Statemate, Telelogic Synergy, Telelogic DocExpress.

3.Область применения CASE-средств

Каждое CASE-средство – это, во-первых, набор инструментов, который направлен на повышение качества ПО. Рассмотрим факторы, которые влияют на низкое качество программного продукта и которые могут быть устранены с помощью CASE-средств. Если обобщить их, то они выльются в человеческий и экономический факторы, которые переплетены между собой.

Давление на исполнителей со стороны руководства, которое вызвано желанием получить разработку при минимуме расходов, представляет собой экономический фактор. Он приводит к следующим необоснованным решениям: выпуск недостаточно отлаженной продукции, найм большого числа низкоквалифицированных сотрудников, недостаточное число аналитиков и разработчиков и отступление от принятого методологического стандарта якобы для ускорения разработки.

Со стороны специалистов естественной реакцией на давление является ухудшение качества любого этапа разработки. Усталость, которая вызвана постоянной спешкой и напряженным графиком, снижает концентрацию. Стремление уложиться в график ведет к тому, что при разработке используют отработанные приемы, инновации почти исключены или не внедряются до конца. Документация начинает медлить и отставать от реалий, неопытные разработчики запарывают участки, являющиеся для них учебным материалом.

Есть также такой человеческий фактор как отношение к проекту со стороны заказчика: специалисты не желают тратить свои временные ресурсы на объяснение «очевидного», что лишь только поощряется руководством.

Экономический фактор, в свою очередь, весьма непрост и противоречив. Как только новые методологии позволят производить разработку быстрее и с задействованием менее обученных сотрудников, сроки и бюджеты сокращаются, нанимается более дешевая рабочая сила. Следовательно, справиться с этим фактором можно лишь на короткий период, пока выделение ресурсов не будет происходить при учете получаемых преимуществ.

Взаимозависимость и взаимосвязь факторов экономического и человеческого генеза можно использовать, сплетая их при помощи методологии таким образом, чтобы они сами могли оказывать друг на друга давление в направлении улучшения качества путем строго определенного и неотступного следования технологии.

RUP, например, внедряется исключительно потому, что является экономически оправданным – он дает повышение скорости, и является геронтологом по отношению к продукту, продлевая его жизнь, поскольку проект дольше остается под контролем. Таким образом, экономический фактор управляет человеческим так, чтобы методология применялась. И он же является врагом следования ей, как только выгоды внедрения становятся менее очевидными.

Разработчики, в свою очередь, используют RUP как механизм, позволяющий уложиться в назначенные сроки, проверять различные варианты решений на абстрактном уровне, упростить общение друг с другом и так далее. А, следовательно, человеческий фактор управляет экономическим так, чтобы методология продолжала применяться, несмотря на ожесточающиеся обстоятельства и неочевидность ее преимуществ.

Но чтобы потребности бизнеса и потребности специалистов оказывали друг на друга давление всегда и действительно в направлении полноценного следования методологии, необходимо связать их интересы в гордиев узел.

Самый очевидный путь к этому – автоматизация как можно большего числа функций. Это и скорость, а значит, экономия, и больше времени на поиск

творческих решений, и уход от притупляющей внимание рутины, и уменьшение влияния действий разработчиков с низкой квалификацией.

Другой путь – это устранение беспорядка в процессе разработки. Чем меньше неопределенностей, чем точнее прогнозы - тем качественнее результат и тем более адекватны требования менеджмента.

Еще одна серьезная проблема – это устранение небрежности разработчиков, неизбежной в условиях сжатых сроков и большого количества однообразных действий. Для этого в САГ будут созданы специального вида отчеты, которые будут автоматически собирать информацию о полиморфизме и наследовании, человеку останется лишь принять/отклонить предложенное, и приложить умственные усилия для поиска действительно нетривиальных зависимостей. Обеспечение инкапсуляции вообще не потребует человеческих ресурсов, и будет обеспечиваться автоматически при создании кода, благодаря специфике алгоритма генерации кода.

4.Технология внедрения CASE-средств

Приведенная в разделе технология базируется по большей части на стандартах IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Понятие внедрения используется в широком смысле и включает в себя совокупность действий от оценки первоначальных потребностей до полномасштабного использования CASE-инструментов в различных подразделениях пользующейся ими организации. Процесс внедрения CASE-средств состоит из следующих этапов:

- а) определение потребностей в CASE-средствах;
- б) оценка и выбор CASE-средств;
- в) выполнение пилотного проекта;
- г) практическое внедрение CASE-средств.

Определение потребностей в CASE-средств. Данный этап включает достижение понимания потребностей организации и технологии последующего процесса внедрения CASE-средств. Он должен привести к выделению тех обла-

стей деятельности организации, в которых применение CASE-средств может принести реальную пользу. Результатом данного этапа является документ, определяющий стратегию внедрения CASE-средств.



Рисунок 2 – Определение потребностей в CASE-средствах

Оценка и выбор CASE-средств. Модель процесса оценки и выбора, изображенная на рисунке 3, описывает наиболее общую ситуацию оценки и выбора, а также показывает зависимость между ними. Как можно видеть, оценка и выбор могут выполняться независимо друг от друга или вместе, каждый из этих процессов требует применения определенных критериев. Процесс оценки и выбора может преследовать несколько целей, включая одну или более из следующих:

- оценка нескольких CASE-средств и выбор одного или более из них;
- оценка одного или более CASE-средств и сохранение результатов для последующего использования;
- выбор одного или более CASE-средств с использованием результатов предыдущих оценок.



Рисунок 3 – Модель процесса оценки и выбора

Входной информацией для процесса оценки является:

- определение пользовательских потребностей;
- цели и ограничения проекта;
- данные о доступных CASE-средствах;
- список критериев, используемых в процессе оценки.

Результаты оценки могут включать результаты предыдущих оценок. При этом не следует забывать, что набор критериев, использовавшихся при предыдущей оценке, должен быть совместимым с текущим набором. Конкретный вариант реализации процесса определяется перечисленными выше целями.

Процесс оценки и/или выбора может быть начат только тогда, когда лицо, группа или организация полностью определила для себя конкретные потребности и формализовала их в виде количественных и качественных требований в заданной предметной области.

Говоря вскользь об оставшихся этапах, отметим, что третий этап представляет из себя для начала анализ возможностей организации в отношении ее технологической базы, персонала и используемого ПО. Такой анализ может быть формальным или неформальным.

Планирование пилотного проекта должно по возможности вписываться в обычный процесс планирования проектов в организации. План должен содержать следующую информацию:

- цели, задачи и критерии оценки;
- персонал;
- процедуры и соглашения;
- обучение;
- график и ресурсы.

Процесс перехода к практическому использованию CASE-средств начинается с разработки и последующей реализации плана перехода. Этот план может отражать поэтапный подход к переходу, начиная с тщательно выбранного пилотного проекта до проектов с существенно возросшим разнообразием характеристик.

2 Исследование возможностей использования CASE-средств в проектировании систем

2.1 Применение CASE-технологий: преимущества и недостатки

CASE-средства позволяют людям, работающим над программным продуктом, выполнять все действия (такие как анализ, проектирование, кодирование, тестирование и т. д.) посредством их автоматизации. CASE-инструменты также помогают менеджеру проекта, разработчику и другим ответственным за процесс разработки людям повысить производительность и эффективность всей команды. Также можно условно сказать, что CASE – это своего рода область компьютерной помощи в разработке и обслуживании программного обеспечения.

Ознакомившись в предыдущей главе с общей характеристикой, областью применения CASE-средств и вскользь коснувшись темы оценки и выбора этих технологий для дальнейшего внедрения, перейдем к рассмотрению преимуществ и недостатков CASE-технологий в целом как категории (таблица 1), а также критериев, по которым осуществляется выбор среди всех средств, что будет целесообразно в рамках выявления открывающихся возможностей в связи с их использованием.

Таблица 1 – Преимущества и недостатки использования CASE-средств

Преимущества	Недостатки
1. Сокращение времени процесса разработки	1. Стоимость
2. Повышение точности (идентификация ошибок)	2. Необходимость в обучении сотрудников
3. Улучшенная документация (процесс ее создания)	3. Сложность в выборе набора инструментов
4. Наглядность	
5. Повышенная производительность ввиду автоматизации задач	

Начнем с рассмотрения достоинств CASE-средств.

1. Сокращение времени разработки: инструменты CASE обеспечивают автоматизацию всех действий, выполняемых при разработке программного обеспечения, и, таким образом, сокращают время, затрачиваемое на выполнение различных задач, таких как проектирование, кодирование, тестирование и прочих задач, связанных со схематическими спецификациями.

2. Повышение точности: CASE-инструменты предоставляют методы обнаружения и устранения ошибок. Раннее обнаружение и устранение ошибок играет очень важную роль в разработке современного программного обеспечения. Если ошибки исправляются на ранней стадии разработки программного обеспечения, затрачивается меньше усилий и времени.

3. Улучшенная документация: использование CASE-средств помогает создавать большое количество документов, а также улучшать их содержание и качество. Большинство инструментов содержат комментарии и заметки по разработке и обслуживанию программного обеспечения.

4. Наглядность: возможность наглядно представить общую картину функционирования автоматизируемой предметной области, а также возможность наглядно представить и исследовать модель будущей системы задолго до ее фактической реализации.

5. Повышенная производительность: инструменты CASE обеспечивают автоматизацию нескольких задач. Это помогает повысить эффективность системы и, следовательно, повысить производительность системы. CASE-средства обеспечивают лучший дизайн, лучший анализ и автоматическую генерацию кода, автоматическое тестирование и отладку. В результате чего улучшается качество всей системы. Документация также улучшается, таким образом, сокращается общее время, усилия и затраты, связанные с обслуживанием системы.

Теперь перейдем к недостаткам CASE-средств:

1. Стоимость: доступные для использования CASE-инструменты очень дороги. Таким образом, большинство небольших организаций, разрабатывающих программное обеспечение, не склонны вкладывать средства в CASE-ин-

струменты, полагая, что преимущества CASE-средств оправданы только в крупных организациях, разрабатывающих большие проекты.

2. Необходимость в обучении: программисту нужно время, чтобы научиться использовать инструменты CASE, таким образом, производительность программиста может упасть на начальных этапах внедрения.

3. Выбор инструментов: для получения преимуществ с точки зрения затрат от интеграции кейсов и интеграции данных важно правильно выбрать набор инструментов. Так, например, возможность совместного использования результатов задачи, выполненной с помощью одного инструмента CASE, с другим инструментом CASE является наиболее важным типом интеграции.

Выбор CASE-инструментов для анализа и моделирования процессов зависит от многих факторов: финансовых возможностей, функциональных характеристик, подготовки персонала, используемых средств информационных технологий и т.д. Не имеет смысла приводить исчерпывающий состав этих факторов, потому что в ситуации выбора для каждого конкретного случая этот состав будет меняться. Однако можно определить набор «основных» факторов, на основе которых определяются критерии выбора CASE-инструментов. К таким «основным» факторам относятся следующие:

–Моделирование целей и анализ процессов. Необходимые методы определяются на основе целей моделирования, которые должны поддерживать CASE-средства. Цели моделирования определяют требуемый уровень детализации моделей и форму отчетности.

–Удобство использования. Этот фактор определяет набор критериев для представления результатов наиболее понятным и приемлемым способом. Выбор инструментов CASE следует осуществлять с учетом того факта, что пользователям приходится тратить как можно меньше усилий на работу в среде CASE. Инструменты CASE должны быть визуально и интуитивно понятны пользователям.

–Применение стандартных методологий. Этот фактор определяет критерии выбора CASE-средств, связанные с использованием стандартных методологий анализа и моделирования бизнес-процессов. Моделирование, как прави-

ло, не заканчивается созданием новых моделей процессов. Модели используются для внедрения систем управления информацией и автоматизации процессов. Взаимодействие между CASE-инструментами и различными информационными системами упрощается благодаря стандартизации.

–Простота использования. При выборе CASE-средств необходимо учитывать такие характеристики, как эффективность применения, переносимость моделей из одной системы в другую и т.д. Этот фактор связан с техническими характеристиками ПО.

–Трудоемкость. Этот фактор определяет набор критериев, связанных с разработкой и изучением работы CASE-средств. Необходимо принимать во внимание, сколько времени потребуется на обучение пользователей.

–субъективность. Этот фактор также не следует исключать из набора критериев выбора инструментов CASE. При выборе конкретного КЕЙС-инструмента могут быть субъективные соображения, которые не связаны с рациональными критериями выбора.

2.2 Примеры структурных CASE-средств и их характеристики (BPwin, ERwin, ARIS, Business Studio)

Как было упомянуто ранее, основные методологии моделирования, используемые в настоящее время на этапах анализа, разработки и внедрения систем управления можно разделить на две большие группы: структурные и объектно-ориентированные.

Структурные методологии базируются на декомпозиции моделируемой системы на автоматизируемые функции: система разбивается на функциональные подсистемы, которые в свою очередь делятся на функции, подразделяемые на задачи и так далее. При этом система сохраняет целостное представление, в котором все компоненты взаимосвязаны. Наиболее известными структурными методологиями являются: структурный анализ/структурное проектирование (SA/SD), комплексная автоматизация производственных процессов (IDEF), ар-

хитектура интегрированных информационных систем (ARIS), методологии фирм-разработчиков (ORACLE, BAAN и др.).

Каждая из методологий включает в себя набор методов графического моделирования аспектов предметной области (видов моделей, диаграмм, нотаций). На рисунке 4 приведена классификация основных методов моделирования, используемых при анализе, проектировании, разработке и внедрении систем управления структурными CASE-средствами.

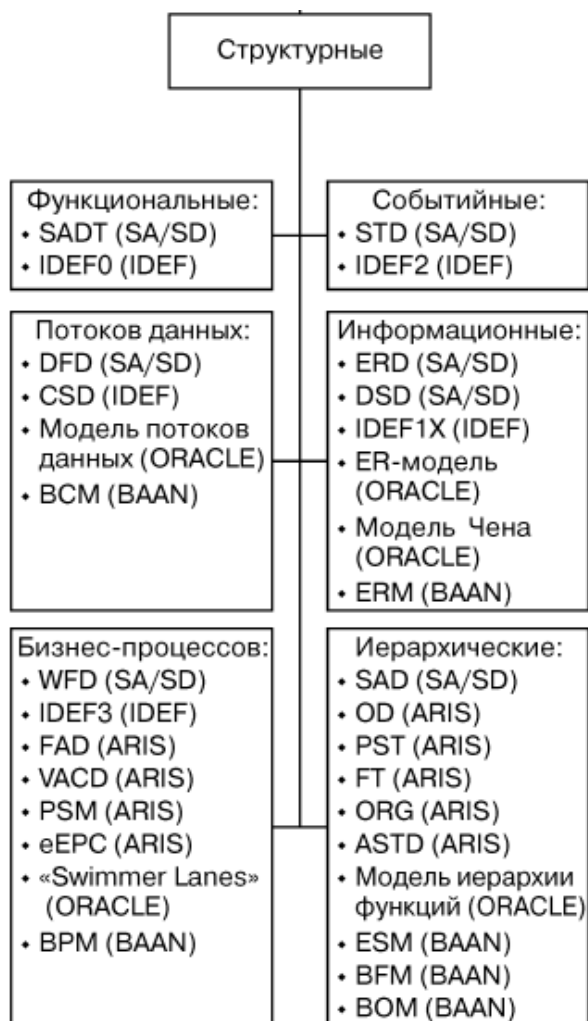


Рисунок 4 – Классификация структурных методов моделирования

Функциональные модели – модели, ориентированные на функции и представляющие собой структурированное изображение функций системы или среды, информации и объектов, связывающих эти функции. Функциональные модели применяют при анализе требований к системе, при проектировании новой

системы, а также для анализа бизнес-процессов при принятии решений о реконструкции (реинжиниринге) системы управления.

Модели потоков данных – модели графического структурного анализа, описывающие внешние по отношению к системе источники и приемники данных, процессы, потоки данных и хранилища данных, к которым осуществляется доступ. Модели потоков данных используются на этапе проектирования систем управления.

Модели бизнес-процессов – модели видов деятельности организации, включающие описание деловых объектов (процессов, бизнес-функций, потоков работ, подразделений, должностей, ресурсов, ролей, информационных систем, носителей информации и т. д.) и отображение связей между ними. Отметим, что модели бизнес-процессов являются динамическими моделями, так как описывают последовательность (и иногда условия) выполнения бизнес-процессов, в отличие от остальных групп структурных моделей (рис. 2), описывающих исключительно статику системы. Модели бизнес-процессов используются при описании и реинжиниринге видов деятельности компании, на этапах анализа и определения требований к системе, а также при внедрении систем управления на предприятиях.

Событийные модели – это модели, в которых функционирование системы представляется в виде набора состояний объектов и перечня событий (функций) системы. Событийные модели используются на этапах анализа требований и проектирования поведения динамических объектов (элементов) системы.

Информационные модели – модели данных конкретной предметной области или ее объектов, они отображают структуру данных проектируемых систем. Информационные модели разрабатываются на этапах проектирования и реинжиниринга систем управления.

Иерархические модели – модели представления системы в виде древовидной (иерархической) структуры, состоящей из объектов различных уровней. С помощью иерархических моделей для организаций и подразделений описывают организационные структуры, деревья целей, выполняемых функций, выпускаемых продуктов и оказываемых услуг и т. д. Иерархические модели ис-

пользуют в управленческом консалтинге при реинжиниринге систем управления.

Для более детального рассмотрения возможностей структурных CASE-средств были отобраны следующие технологии, представленные на российском рынке.

1. AllFusion Process Modeler 7 (ранее BPwin) – инструмент для моделирования, анализа, документирования и оптимизации бизнес-процессов (рисунок 5).



Рисунок 5 – Контекстная диаграмма в нотации IDEF0 в BPwin

Основные возможности системы: поддержка различных технологий моделирования; анализ показателей затрат и производительности; интеграция процессов/данных. Также возможна поддержка стандартных нотаций – IDEF0 (функциональное моделирование, пример модели в данной нотации представлен на рисунке 5), DFD (моделирование потоков данных) и IDEF3 (моделирование потоков работ); экспорт объектов и свойств в другие модели; документиро-

вание информации в пределах всей модели; масштабируемость отчетности без потери качества графиков.

2. AllFusion ERwin Data Modeler 7 (ранее ERwin) – средство для проектирования и документирования баз данных, которое позволяет создавать, документировать и сопровождать базы данных, хранилища и витрины данных. Ключевые характеристики: синхронизация моделей/баз данных; автоматизированное создание структуры базы данных (рисунок 6) и обратное проектирование; публикация моделей; поддержка нотаций: IDEF1X, IE, Dimensional; совместная работа группы проектировщиков; документирование структур баз данных; перенос структур баз данных (но не самих данных) из одного типа СУБД в другой. Поддерживаемые СУБД: Oracle, DB2/UDB (включая iSeries), SQL Server, Teradata, ODBC, Sybase, Informix, Ingres, Progress, Access.

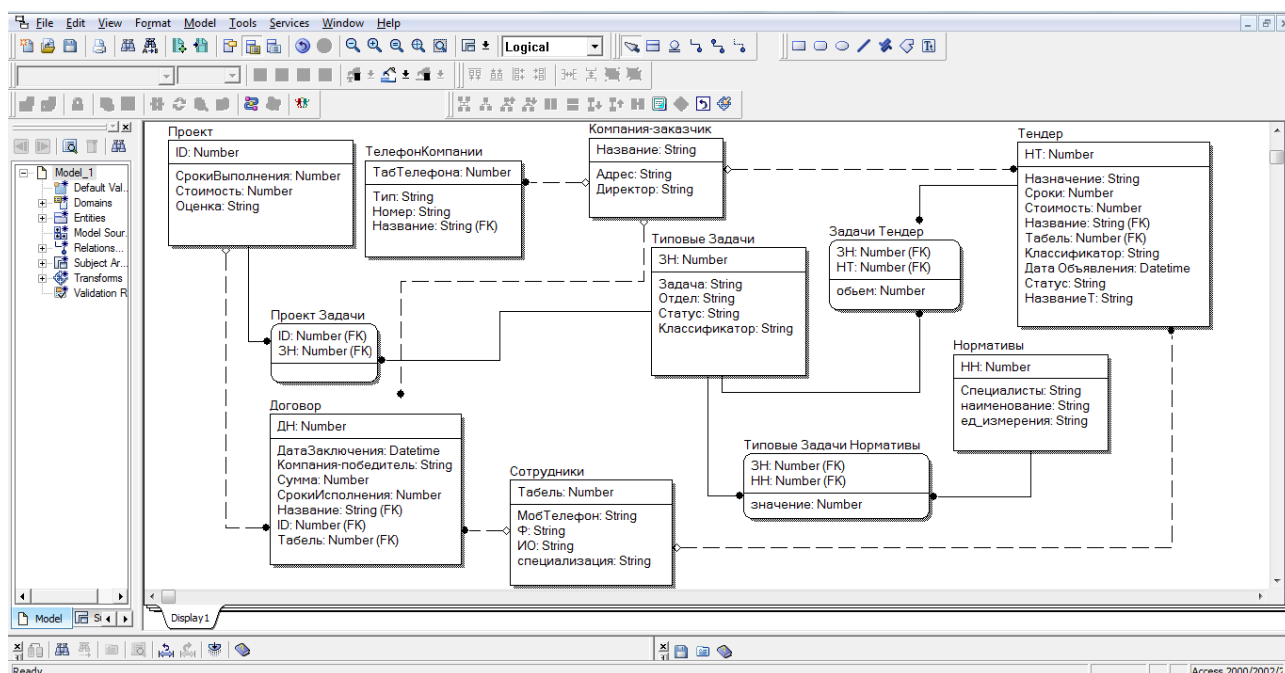


Рисунок 6 – Модель базы данных в ERwin

3. CASE-средство Architecture of Integrated Information Systems (ARIS) состоит из двух основных продуктов, ARIS Easy Design и ARIS Toolset, и множества дополнительных функциональных модулей. ARIS поддерживает следующие функциональные требования: анализ бизнес-среды; разработка стратегии предприятия; формирование общего видения компании (глобальный уровень); формирование детального описание процессов компании (вплоть до процессов

рабочих мест), представлено на рисунке 7; формирование организационной и функциональной структуры, структур данных; описание требований к информационным системам поддержки деятельности; проектирование интегрированных информационных систем; проведение документирования результатов проекта; проведение анализа разработанных моделей (количественный и сравнительный, анализ, анализ семантики, анализ стоимостных и временных характеристик); разработка информационных систем (формирование баз данных, генерация программных кодов); интеграция моделей с функционирующими информационными системами (актуализация организационной структуры, номенклатуры, показателей).

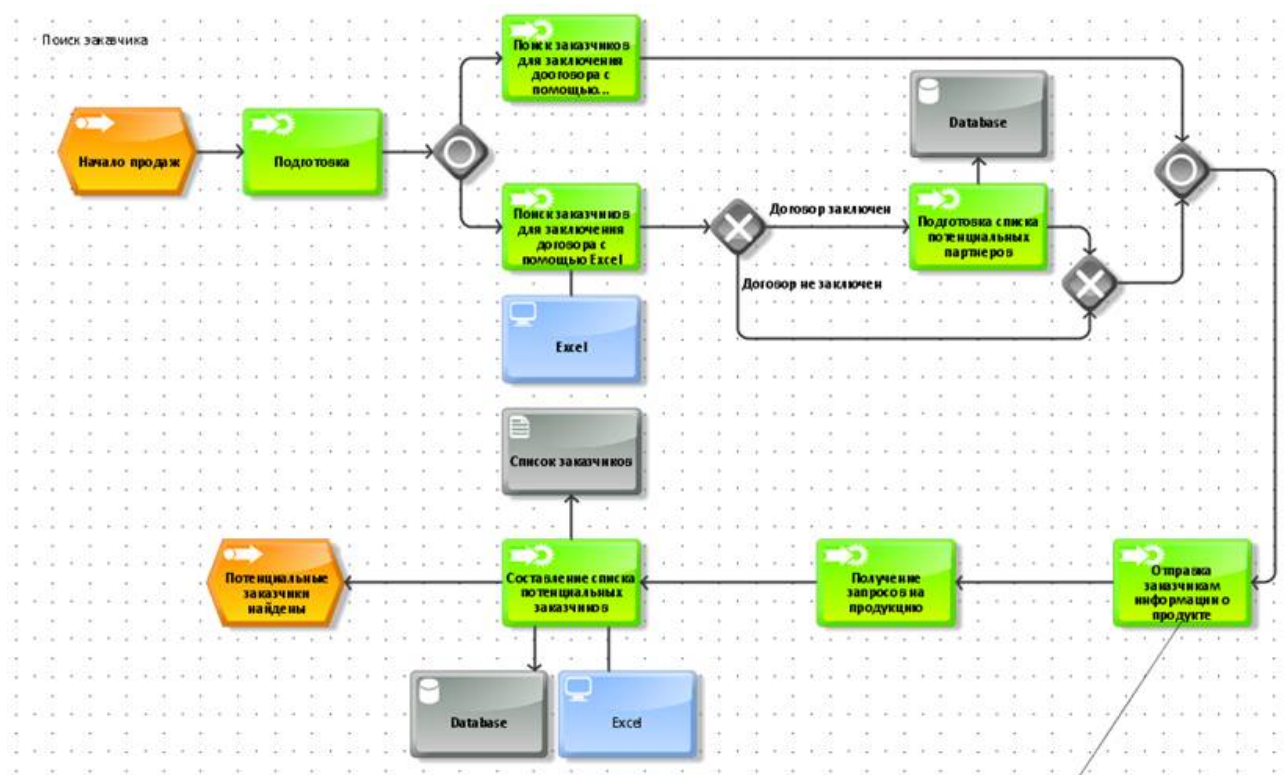


Рисунок 7 – Описание процесса поиска заказчика в нотации EPC в ARIS

4. Business Studio – CASE-средство визуального бизнес-моделирования, позволяющий создавать модели бизнес-процессов, процедур управления, информационных и материальных потоков, организационной структуры. Архитектура пакета интегрирована с набором офисных приложений компании Microsoft, в качестве редактора бизнес-процессов используется Microsoft Visio, экспорт документов производится в Microsoft Word. Пакет объединяет в себе

следующие функции: построение древовидной организационной структуры предприятия; формирование процессной модели предприятия в нотациях: IDEF0, BPMN (рисунок 8), Basic Flow Chart и Cross Functional Flow Chart; управление субъектами (поставщики, подрядчики, заказчики и др.) и объектами (документами, материальными ценностями и др.).

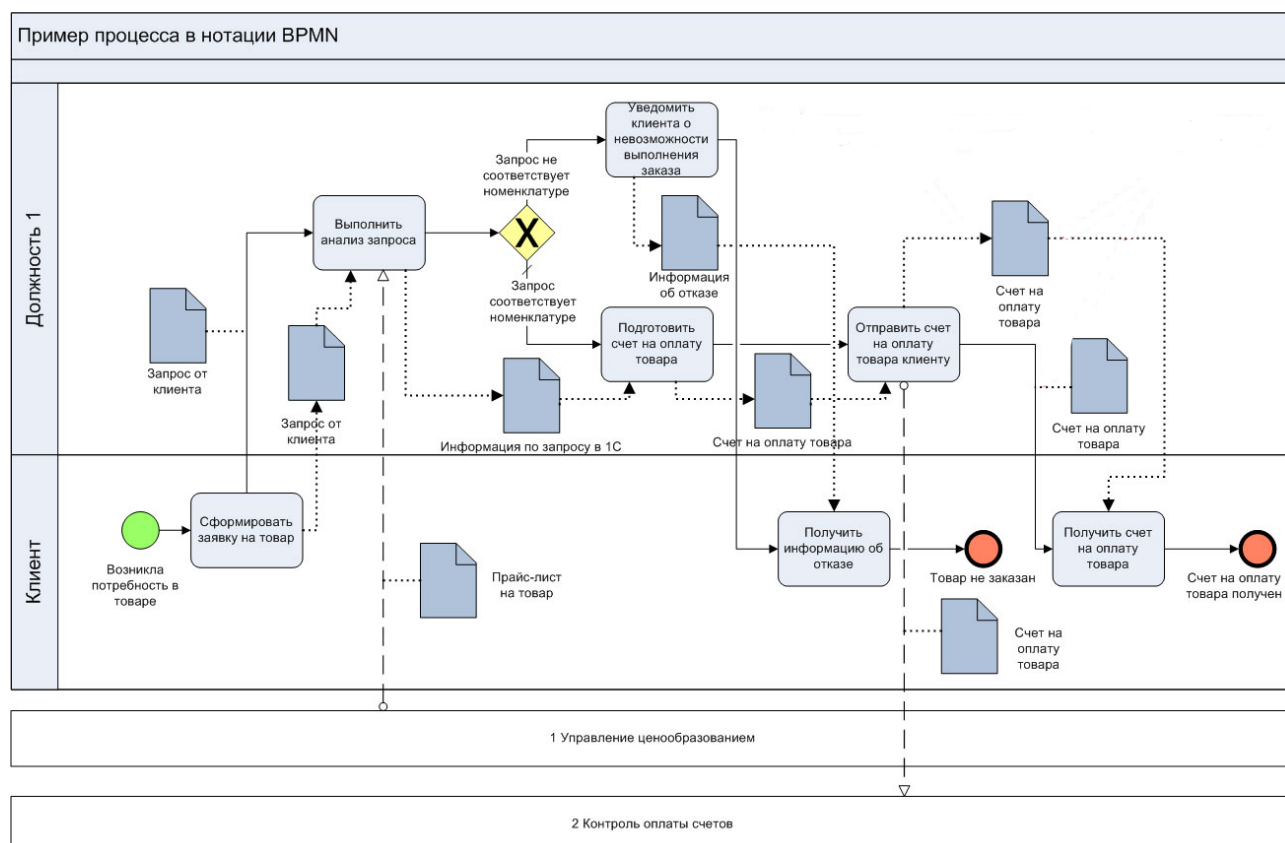


Рисунок 8 – Пример процесса в нотации BPMN в Business Studio

В пакете предусмотрены две формы представления документов: Microsoft Word и HTML. Главный недостаток системы – отсутствие встроенного редактора процессов.

2.3 Примеры объектно-ориентированных CASE-средств и их характеристики (IBM Rational Rose, StarUML)

Объектно-ориентированные методологии основаны на представлении системы в виде совокупности объектов, каждый из которых является реализацией определенного типа, использует механизмы пересылки сообщений и классы,

организованные в иерархию наследования. Наиболее известными объектными методологиями являются: объектно-ориентированный системный анализ (OSA), технология объектного моделирования (OMT), унифицированный язык моделирования (UML).

Каждая из методологий включает в себя, как уже было сказано, целый набор методов графического моделирования аспектов предметной области (видов моделей, диаграмм, нотаций). На рисунке 9 приведена классификация основных методов моделирования, используемых при анализе, проектировании, разработке и внедрении систем управления объектно-ориентированными CASE-средствами.

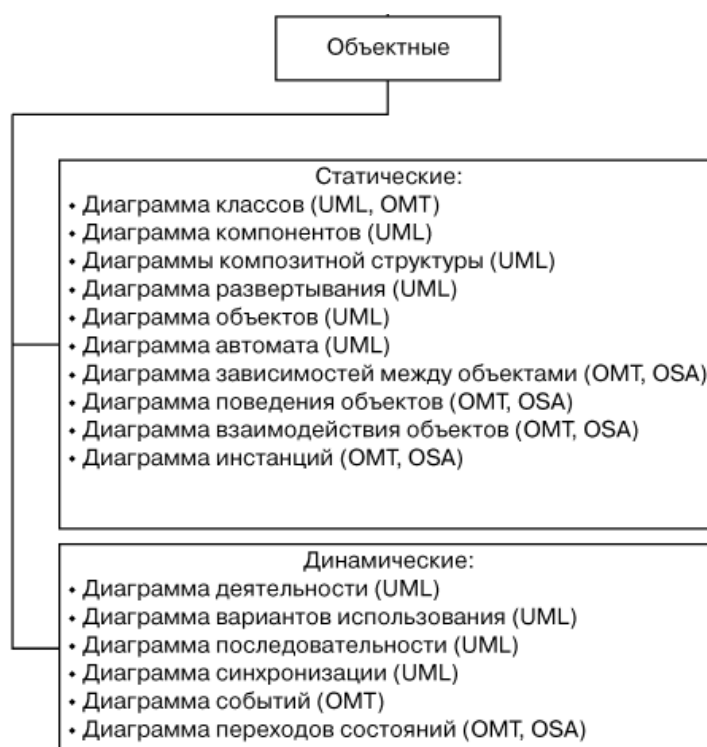


Рисунок 9 – Классификация объектно-ориентированных методов моделирования

Объектные статические модели – модели, которые не отражают динамику системы, т.е. изменения, происходящие с течением времени. Основными статическими моделями на этапах объектно-ориентированного анализа и проектирования систем служат диаграммы, представляющие классы, объекты или компоненты системы и их отношений между собой: ассоциации, обобщения и различные виды зависимостей.

Объектные динамические модели – модели, описывающие изменение (динамику) функций (параметров, состояний объектов) системы. Объектные динамические модели используются на этапах объектно-ориентированного анализа и проектирования и отображают процесс изменения состояний реальной или проектируемой системы, показывают различия между состояниями объектов, последовательность смены состояний и последовательность выполнения функций системы в течение времени.

1. Rational Rose – это CASE-средство фирмы IBM Rational Software (США), предназначенное для автоматизации этапов анализа и проектирования ПО, а также для генерации кодов на различных языках и выпуска проектной документации. Rational Rose использует методологию UML, претендующую на роль стандарта в области объектно-ориентированного анализа и проектирования, в основе работы которой лежит построение диаграмм и спецификаций, определяющих логическую и физическую структуры модели, ее статические и динамические аспекты. Пакет обеспечивает построение следующих видов диаграмм: вариантов использования (представлена на рисунке 10), классов, состояний, сценариев, модулей, процессов и др. Он позволяет разрабатывать проектную документацию в виде диаграмм и спецификаций, а также генерировать программные коды на языках C++, Smalltalk, PowerBuilder, Ada, SQLWindows или ObjectPro. Пакет содержит средства реинжиниринга программ, обеспечивающие повторное использование программных компонент в новых проектах.

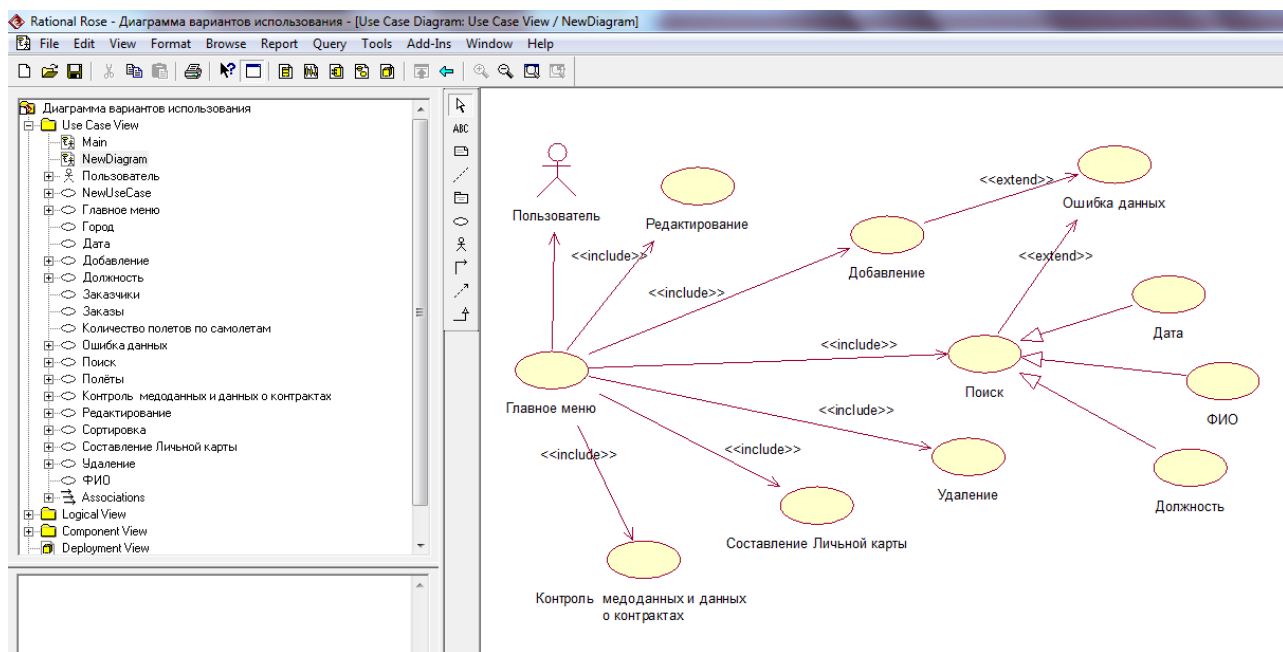


Рисунок 10 – Диаграмма вариантов использования в Rational Rose

В составе Rational Rose можно выделить 6 основных структурных компонент: репозиторий, графический интерфейс пользователя, средства просмотра проекта, средства контроля проекта, средства сбора статистики и генератор документов. К ним добавляются генератор кодов (индивидуальный для каждого языка) и анализатор для языка C++, обеспечивающий реинжиниринг – восстановление модели проекта по исходным текстам программ. Rational Rose функционирует на различных платформах: IBM PC (в среде Windows), Sun SPARC stations (UNIX, Solaris, SunOS), Hewlett-Packard (HPUX), IBM RS/6000 (AIX).

Последние версии Rational Rose содержат несколько программных продуктов, которые обеспечивают широкие возможности по моделированию бизнес-процессов. Пользователи могут создавать графические модели процессов, приближенные к потребностям бизнеса.

Rational Rose обеспечивает следующие возможности моделирования бизнес-процессов:

- 1) поддержка объектного моделирования. Применение принципов объектного моделирования и языка UML позволяет приблизить модели процессов к требованиям бизнеса и упрощает вид моделей;

2)структурное представление элементов. Модели процессов и их элементы могут быть представлены в виде графической структуры, наглядно отображающий их состав и взаимосвязи;

3)интеграция моделей. За счет применения единого языка UML, Rational Rose позволяет объединить модели бизнес-процесса, модели приложений и модели данных;

4)интеграция с программными продуктами. Для расширения возможностей моделирования и анализа бизнес-процессов в Rational Rose реализована возможность интеграции с другими программными продуктами, например, Microsoft Visual Studio;

5)открытая архитектура. Она позволяет дополнять существующий инструментарий программы новыми функциями и возможностями;

6)обратное проектирование. Эта возможность позволяет на основе имеющегося программного кода построить понятийную модель. Для целей моделирования бизнес-процессов данная возможность может быть полезна, если моделируемый процесс автоматизирован.

StarUML – это бесплатный пакет с открытым программным кодом, написанный на Delphi и работающий под управлением операционной системы семейства Windows. StarUML – программный инструмент моделирования, который поддерживает UML. StarUML строго придерживается спецификации UML версии 1.4 и поддерживает одиннадцать различных типов диаграмм, принятых в нотации UML 2.0 (пример представлен на рисунке 11). Среда разработки StarUML превосходно настраивается в соответствии с требованиями пользователя и имеет высокую степень расширяемости, особенно в области своих функциональных возможностей. Пользователи могут допустить ошибки в процессе моделирования. Такие ошибки могут дорого обойтись, если они не будут исправлены к заключительной стадии формирования кода. Чтобы предотвратить такие ситуации, StarUML автоматически проверяет модель программы, разрабатываемую пользователем, облегчая раннее обнаружение ошибок и способствуя безупречной и полной разработке программного обеспечения.

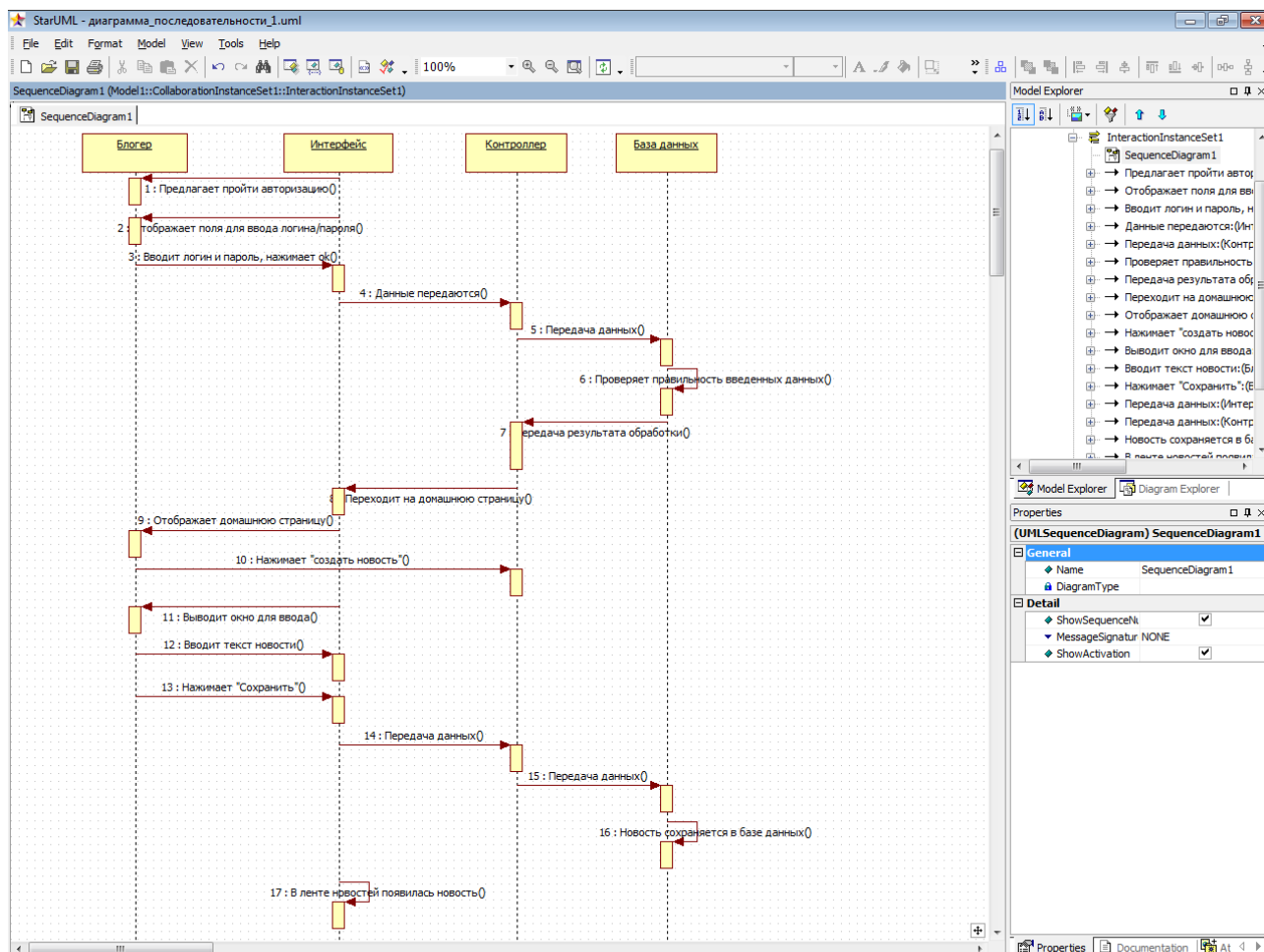


Рисунок 11 – Диаграмма последовательности в StarUML

В отличие от многих существующих программ, которые используют собственные неэффективные форматы файла модели, StarUML оперирует файлами в стандартном формате XML. Коды, написанные в легких для чтения структурах и форматах, могут быть легко изменены с помощью синтаксического анализатора XML.

Основные возможности:

- генерация кода в языки: #c, java, c++ (на сайте программы можно скачать дополнения для генерации кода в другие языки программирования);
- удобный графический редактор;
- возможность расширения функционала;
- экспорт документации в форматы: doc, ppt, txt, xls и др.;
- импорт проектов rational rose.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение, стоит отметить, что выбор эффективных и адекватных автоматизируемому объекту методов и CASE-средств, применяемых при анализе, проектировании, разработке или внедрении систем управления предприятиями, представляет собой сложную и ответственную задачу, которую надо решать с опорой на имеющиеся у средства возможности при проектировании системы.

Цель данного исследования была определена как исследование возможностей использования CASE-средств при проектировании систем на примере как структурных, так и объектно-ориентированных инструментов. В ходе данной работы были выполнены следующие задачи:

- рассмотрены теоретические аспекты CASE-средств и дана их общую характеристику;
- классифицированы CASE-средства по нескольким признакам;
- изучена технология внедрения CASE-средств;
- рассмотрена область применения, оценка и выбор CASE-средств;
- исследованы общие преимущества и недостатки от применения CASE-инструментов;
- проведен анализ структурных CASE-средств;
- проанализированы объектно-ориентированные CASE-средства.

В результате подведенного исследования во второй главе было определено следующее: так, например, ARIS обладает наиболее полным функционалом для моделирования, однако уступают другим системам по характеристикам эффективности (из-за высокой цены) и сопровождаемости (из-за сложности). Этот пакет может быть рекомендован для больших и сложных проектов. BPWin имеет хорошую сопровождаемость и может быть рекомендован для проектов среднего размера. CASE-средство Business Studio имеет достаточно слабый функционал, однако хорошие значения всех остальных характеристик. Он может быть рекомендован для описания и реинжиниринга бизнес-процессов на средних и малых предприятиях. Пакет Rational Rose получил средние оценки по всем характеристикам, этот пакет можно рекомендовать для проектов, целиком разра-

батываемых по объектно-ориентированной методологии. Пакет ERWin имеет самый слабый функционал (поддерживает только ERD-модели), однако его целесообразно использовать при проектировании структур БД в проектах среднего и малого размера, в том числе совместно с BPWin.

Таким образом, определенные в работе возможности использования наиболее популярных в России CASE-средств будут полезны фирмам, занимающимся проектированием и внедрением систем управления предприятиями при выборе CASE-средств для конкретного проекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1.Лаврищева, Е. М. Программная инженерия. Парадигмы, технологии и CASE-средства : учебник для вузов / Е. М. Лаврищева. — 2-е изд., испр. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 280 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01056-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513086> (дата обращения: 12.11.2022).

2.Галиаскаров, Э. Г. Анализ и проектирование систем с использованием UML : учебное пособие для вузов / Э. Г. Галиаскаров, А. С. Воробьев. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 125 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14903-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/520341> (дата обращения: 18.11.2022).

3.Сунетов Т. Р., Шестаков Д. А., Свистунов И. В. Сравнение современных CASE-средств // Интерактивная наука. 2017. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-sovremennyh-case-sredstv> (дата обращения: 18.11.2022).

4.Серебрякова. Т. А., Тюриков. И. А. Сравнительный анализ case – средств // Colloquium-journal. 2019. №2-6 (26). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyi-analiz-case-sredstv> (дата обращения: 12.11.2022).

5.Бостонов О. Х. Средства автоматизации проектирования для интеграции информационных систем // Информатика, телекоммуникации и управление. 2021. №1 (115). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sredstva-avtomatizatsii-proektirovaniya-dlya-integratsii-informatsionnyh-sistem> (дата обращения: 10.11.2022).

6.Шарапов Н. Р. Эффективность применения CASE-средств для проектирования информационных систем // Наука, образование и культура. 2018. №6 (30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-primeneniya-case-sredstv-dlya-proektirovaniya-informatsionnyh-sistem> (дата обращения: 28.10.2022).

7.Шестопап Е. А., Панченко В. М. Выбор эффективного инструмента проектирования программного обеспечения CASE-средств // Перспективы разви-

тия информационных технологий. 2018. №28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-effektivnogo-instrumenta-proektirovaniya-programmnogo-obespecheniya-case-sredstv> (дата обращения: 09.11.2022).

8.Беликов А. Н. Обзор и анализ методов и средств проектирования конфигурируемых информационных систем // Известия ЮФУ. Технические науки. 2019. №6 (155). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-i-analiz-metodov-i-sredstv-proektirovaniya-konfiguriruemyyh-informatsionnyh-sistem> (дата обращения: 08.11.2022).

9.Берсенева Е. А. Использование CASE-средства Rational Rose в процессе создания больничной информационной системы // Врач и информационные технологии. 2018. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-case-sredstva-rational-rose-v-protssesse-sozdaniya-bolnichnoy-informatsionnoy-sistemy> (дата обращения: 01.11.2022).

10.Королев Е. Н., Бескорвайная М. А., Фиртыч О. А. Особенности проектирования реляционных баз данных с помощью CASE-средств в нотации UML // Объектные системы. 2020. №2 (2). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-proektirovaniya-relyatsionnyh-baz-dannyh-s-pomoschyu-case-sredstv-v-notatsii-uml> (дата обращения: 22.10.2022).

11.Мышенков К. С. Методика обоснования выбора CASE-средств для анализа и проектирования систем управления предприятиями // Инновации. 2013. №10 (180). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-obosnovaniya-vybora-case-sredstv-dlya-analiza-i-proektirovaniya-sistem-upravleniya-predpriyatiyami> (дата обращения: 05.11.2022).

12.Шкода Д. А. Моделирование бизнес-процессов с использованием методологии ARIS // The Newman in Foreign policy. 2019. №32 (76). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-biznes-protssessov-s-ispolzovaniem-metodologii-aris> (дата обращения: 18.10.2022).

13.Яхонтова И. М. Процессное описание предприятия с использованием инструментария ARIS // Научный журнал КубГАУ. 2020. №91. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/protsessnoe-opisanie-predpriyatiya-s-ispolzovaniem-instrumentariya-aris> (дата обращения: 26.10.2022).

14.Колмыков А. Н. Сравнительный анализ отечественных программных продуктов для бизнес-моделирования // Огарёв-Online. 2019. №7 (128). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-otechestvennyh-programmnyh-produktov-dlya-biznes-modelirovaniya> (дата обращения: 10.11.2022).

15.Львова О. В., Альбитер Л.М. Особенности автоматизации системного управления качеством на предприятии // Экономика и управление: анализ тенденций и перспектив развития. 2019. №13. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-avtomatizatsii-sistemnogo-upravleniya-kachestvom-na-predpriyatii> (дата обращения: 18.10.2022).

16.Александров, Д. В. Инструментальные средства информационного менеджмента. CASE-технологии и распределенные информационные системы: учебное пособие / Д. В. Александров. - Москва: Финансы и статистика, 2022. - 225 с. - ISBN 978-5-00184-074-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1913987> (дата обращения: 09.11.2022).

17.Коваленко, В. В. Проектирование информационных систем: учебное пособие / В.В. Коваленко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 357 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/987869. - ISBN 978-5-00091-637-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1894610> (дата обращения: 08.10.2022).

18.Лежебоков, А. А. Программные средства и механизмы разработки информационных систем: Учебное пособие / Лежебоков А.А. - Таганрог: Южный федеральный университет, 2021. - 86 с.: ISBN 978-5-9275-2286-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/997088> (дата обращения: 18.10.2022).

19.Пирогов, В. Ю. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование : учебное пособие / В. Ю. Пирогов. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2019. - 528 с. - (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0399-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1768223> (дата обращения: 24.10.2022).

20.Чистова Д.В. Проектирование информационных систем : учебник и практикум для вузов / под общей редакцией Д. В. Чистова. — Москва : Изда-

тельство Юрайт, 2022. — 258 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00492-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489307> (дата обращения: 13.10.2022).

21.Егорова А. А., Козлов С. А. Информационные системы: методы и средства проектирования // Научный вестник МГТУ ГА. 2019. №105. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-sistemy-metody-i-sredstva-proektirovaniya> (дата обращения: 15.11.2022).