

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»**

**Институт информационных технологий и управления  
в технических системах**

## **Технологии проектирования информационных систем**

**Методические указания**

для студентов всех форм обучения направления подготовки

09.04.02 «Информационные системы и технологии»

(магистратура)



Севастополь  
**2017**

## **УДК 004.07**

Учебное пособие по дисциплине «Технологии проектирования информационных систем» для студентов всех форм обучения направления подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии» / Разраб. Ю.В. Доронина, И.В. Дымченко, О.А. Сырых – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2016.

Рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «Информационные системы», протокол № \_\_\_\_ от «31» августа 2016 г.

Допущено учебно-методическим центром СГУ в качестве учебно-методического пособия.

# СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений .....	6
Введение .....	7
Введение .....	7
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	8
1.1. Основные понятия и определения.....	8
1.2. Принципы создания информационных систем.....	9
1.3. Подходы к созданию информационных систем .....	10
1.4. Стандартизация, комплексы стандартов на информационные системы и технологии .....	11
1.5. Жизненный цикл информационной системы.....	13
1.6. Структура жизненного цикла информационной системы .....	13
1.7. Выбор модели жизненного цикла информационной системы .....	14
1.8. Основа технологий проектирования ИС .....	15
1.9. Технологии проектирования информационных систем.....	16
1.10. Технология канонического проектирования .....	16
1.11. Технологии индустриального проектирования.....	16
1.12. Технологии, основанные на структурном подходе (анализе).....	16
1.13. ТЕХНОЛОГИЯ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	18
в рамках методологии моделирования функциональной структуры объектов – SADT (Structured Analysis and Design Technique) .....	18
1.14. ТЕХНОЛОГИИ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССОВ.....	18
в рамках методологии функционального моделирования потоков данных DFD (Data Flow Diagrams) и потоков работ – WFD (Work Flow Diagram) .....	18
1.15. ТЕХНОЛОГИИ ОТОБРАЖЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ .....	20
В рамках методологии функционального моделирования процессов – IDEF0 (Integrated DEfinition Function).....	20
1.16. ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДАННЫХ в рамках методологии ERD (Entity-Relationship Diagrams) (case-метод Баркера) .....	21
1.17. ТЕХНОЛОГИИ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ .....	22
На основе методологии STD (State Transition Diagrams) .....	22
1.18. ТЕХНОЛОГИЯ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ на основе нотации IDEF1 (IDEF1X) (Integrated DEfinition Function) .....	23
1.19. ТЕХНОЛОГИЯ ОПИСАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ на основе нотации – IDEF3 (Integrated DEfinition Function).....	24
1.20. ТЕХНОЛОГИИ ОПИСАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС_ПРОЦЕССОВ– BPMN (Business Process Model and Notation) .....	25
1.21. ТЕХНОЛОГИИ, СВЯЗАННЫЕ С МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАН-НЫМ ПОДХОДОМ (АНАЛИЗОМ).....	26
1.22. ТЕХНОЛОГИЯ RAD (Rapid Application Development).....	27

1.23. ТЕХНОЛОГИЯ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССОВ на основе методологии рационального унифицированного процесса RUP (Rational Unified Process) .....	28
1.24. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ARIS (ARchitecture of Integrated Information Systems) .....	33
1.25. ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ интегрированных информационных систем (MathWorks) .....	34
2. ИНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ .....	37
2.1 Лабораторная работа №1 .....	37
Исследование технологий проектирования информационных систем .....	37
2.2 Лабораторная работа №2 .....	39
Исследование технологий описания процессов на основе функционального моделирования потоков данных (методология DFD) .....	39
2.1. Лабораторная работа №3 .....	42
Исследование возможностей средства (CASE-средства) поддержки методологий функционального моделирования процессов (методология IDEF0) .....	42
2.2. Лабораторная работа №4 .....	44
Исследование возможностей инструментальных средств (CASE-средства) поддержки методологий описания логики взаимодействия информационных потоков (методология IDEF3) .....	44
2.3. Лабораторная работа №5 .....	46
Исследование применимости инструментальных средств (CASE-средства) поддержки методологии BPMN для реализации темы НИР .....	46
2.4. Лабораторная работа №6 .....	50
Исследование технологии модельно-ориентированного проектирования систем (AnyLogic) .....	50
2.5. Требования к содержанию и оформлению отчетов .....	54
2.6. Организация защиты и критерии оценивания выполнения лабораторных работ .....	55
3. Перечень вопросов для подготовки к экзамену по дисциплине «Технологии проектирования информационных систем» .....	58
17. Модель быстрой разработки приложений RAD (Rapid Application Development) .....	58
24. Диаграммы PFDD (Process Flow Description Diagrams), OSTN (Object State Transition Network). .....	59
25. Методология рационального унифицированного процесса RUP (Rational Unified Process). ..	59
26. Диаграмма Последовательности (Sequence Diagram) и диаграмма Ганта: сходства, отличия, назначение. ....	59
4. ИНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ .....	60
4.1 Цели и задачи курсового проектирования .....	60
4.2. Содержание курсового проекта и пояснительной записки .....	60
4.3 Порядок защиты курсового проекта .....	61
4.4 Теоретические сведения и примеры выполнения задания на курсовое проектирование .....	62

Рисунок 4.1 – Примеры реализации графиков приращения информационного фонда .....	64
Приложение 1 .....	68
Варианты заданий к лабораторным работам.....	68
Приложение 2 .....	69
Образец единого титульного листа к отчетам по лабораторным работам и практическим занятиям .....	69
Приложение 3 .....	70
Образец оформления и содержания ПЗ к курсовому проекту .....	70

## Список сокращений

АС	–	автоматизированная система
ЖЦ	–	жизненный цикл
ИСП	–	иерархия структуры работ
ИС	–	информационная система
МКП	–	метод критического пути
МОП	–	модельно-ориентированное проектирование
ПО	–	программное обеспечение
СД	–	системная динамика
СДР	–	структурная декомпозиция работ
ФЗ	–	Федеральный закон
ФУБП	–	функциональная устойчивость бизнес – процесса
AM	–	Agile Modeling
ARIS	–	( <i>ARchitecture of Integrated Information Systems</i> ) Концепция Архитектуры Интегрированных Информационных Систем
	–	<i>Integrated Computer Aided Manufacturing (ICAM) Definition</i> (Интегрированное компьютеризированное решение для производственных задач) – методологии семейства стандартов моделирования сложных систем
IDEF	–	
SADT	–	<i>Structured Analysis and Design Technique</i> (технология проектирования и структурного анализа)
OMG	–	<i>Object Management Group</i> (Группа по управлению объектами)
DFD	–	( <i>Data Flow Diagrams</i> ) диаграммы потоков данных
ERD	–	( <i>Entity-Relationship Diagrams</i> ) диаграммы "сущность-связь"
BP	–	( <i>Business Process</i> ) бизнес-процесс

## **Введение**

Целью учебного пособия является помощь магистрантам направления подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии» в организации эффективного изучения дисциплины «Технологии проектирования информационных систем». Задача дисциплины состоит в формировании системного представления о современных тенденциях в области проектирования информационных систем.

В первой части пособия систематизированы и приведены теоретические положения, касающиеся технологий, применяемых при проектировании информационных систем в настоящее время. Рассмотрены основные технологии проектирования и дано краткое описание инструментальных средств, используемых для автоматизации процессов разработки.

Во второй части приведены инструктивно-методические указания по выполнению комплекса лабораторных работ, задачей которых является исследование различных подходов, методологий и инструментальных средств, применяемых в процессе проектирования информационных систем. Здесь же приведены: требования к содержанию и оформлению отчетов по лабораторным работам, система организации их защиты и критерии оценивания выполненной работы.

В конце второй части содержится перечень вопросов для итогового контроля полученных знаний (в первом учебном семестре магистратуры).

Третья часть посвящена инструктивно-методическим указаниям к выполнению курсового проектирования.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к уровню знаний и формируемым компетенциям Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии» (уровень – магистратура) и профессиональным стандартом 5.141118 «Специалист по информационным системам».

# 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

## 1.1. Основные понятия и определения

Согласно ФЗ № 149-ФЗ [1] **информационная система (ИС)** – совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих её обработку информационных технологий и технических средств.

В соответствии с ГОСТ 34.321-96 [2] **информационная система** – это система, которая организует хранение и манипулирование информацией о предметной области.

По ISO/IEC 2382-1:1993 [3] **информационная система** – это система обработки информации и соответствующие организационные ресурсы (человеческие, технические, финансовые и т.д.), которые обеспечивают и распространяют информацию.

Определением, учитывающим множество аспектов понятия, можно считать следующее: **информационная система** – это взаимосвязанная совокупность информационных, технических, программных, математических, организационных, правовых, эргономических, лингвистических, технологических и других средств, а также персонала, предназначенная для сбора, обработки, хранения и выдачи информации и принятия решений.

**Информационная технология**, согласно ГОСТ 34.003-90 [4] – это приемы, способы и методы применения средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных.

Согласно ФЗ № 149-ФЗ [1] **информационная технология** – процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов.

А в соответствие ISO/IEC 38500:2015 [5], **информационная технология** – это ресурсы, необходимые для сбора, обработки, хранения и распространения информации.

**Проектирование** (лат. «projectus» – брошенный вперед) – процесс создания прототипа, прообраза предполагаемого или возможного объекта, явления. Результатом проектирования является научно-теоретически и практически обоснованное определение версий или вариантов развития или изменения того или иного объекта, явления [6].

**Проектирование информационной системы** – представляет сложный многоступенчатый вид деятельности – процесс преобразования входной информации об объекте проектирования, о методах проектирования и об опыте проектирования аналогичных объектов в проект ИС. Другими словами – это процесс перехода от первичного описания информационной системы в виде проектного (технического) задания к описанию ее в виде набора стандартных документов (проектной документации), достаточного для создания системы.

**Целью проектирования ИС** является подбор технического и формирование информационного, математического, программного и организационно-



правового обеспечения. Документ, полученный в результате проектирования, носит название **проект** и представляет собой совокупность проектной документации, в которой представлено **описание проектных решений** по созданию и эксплуатации ИС. В реальных условиях **проектирование** – это поиск способа (выбор технологии) создания ИС, который удовлетворяет требованиям функциональности системы средствами имеющихся технологий с учетом заданных ограничений [7].

**Жизненный цикл (ЖЦ) информационной системы** – непрерывный процесс, начинающийся с момента принятия решения о создании информационной системы и заканчивающийся в момент полного изъятия ее из эксплуатации [8].

**Стандартизация проектирования информационных систем** – набор правил и соглашений, которые должны соблюдаться всеми участниками проекта, является технологической основой для разработки открытых информационных систем.

**Технология проектирования информационных систем** – совокупность технологических операций в их последовательности и взаимосвязи, приводящая к разработке проекта системы, при этом определяется совокупность методов (методология) и средств, направленных не только непосредственно на проектирование ИС, но и на организацию, управление, внедрение и модернизацию проекта ИС, то есть обеспечение всего жизненного цикла системы.

**Методология создания информационных систем** – описание процесса создания и сопровождения информационной системы в виде жизненного цикла, представление его как некоторой последовательности стадий и выполняемых на них процессов, а так же обеспечение управления этим процессом для того, чтобы гарантировать выполнение требований, как к самой системе, так и к характеристикам процесса разработки [6].

**Средства проектирования информационных систем** – комплекс инструментальных средств, обеспечивающих в рамках выбранной методологии проектирования поддержку полного жизненного цикла ИС.

## 1.2. Принципы создания информационных систем

Согласно ГОСТ РД 50-680-88 [9] основными принципами создания ИС определены:

- системность;
- развитие (открытость);
- совместимость;
- стандартизация (унификация);
- эффективность.

**Принцип системности** – при декомпозиции должны устанавливаться такие связи между структурными компонентами системы, которые обеспечивают цельность системы и ее взаимодействие с другими системами.

**Принцип развития (открытости)** – внесение в систему изменений, обусловленных самыми различными причинами (внедрением новых информационных технологии, изменением законодательства, организационной перестройкой внутри фирмы и т. п.), должно осуществляться только путем дополнения системы без переделки уже созданного, т. е. не нарушать ее функционирования.

**Принцип совместимости** – при создании системы должны быть реализованы информационные интерфейсы, благодаря которым, она может взаимодействовать с другими системами, согласно установленным правилам (особенно касается сетевых связей локального и глобального уровней).

**Принцип стандартизации (унификации)** – при создании системы должны быть рационально использованы типовые, унифицированные и стандартизованные элементы, проектные решения, пакеты прикладных программ, комплексы, компоненты.

**Принцип эффективности** – достижение рационального соотношения между затратами на создание системы и целевыми эффектами, включая конечные результаты, отражающиеся на прибыльности и получаемые по окончании внедрения автоматизации в управленческие процессы.

### 1.3. Подходы к созданию информационных систем

Модели, применяемые на стадии конструирования, образуют метафору проектирования или подход к проектированию.

При проектировании информационных систем используют локальный или системный подходы.

Сущность *локального подхода* к проектированию состоит в последовательном наращивании задач, решаемых в системе. В этом случае проектирование информационной системы состоит из решения задач, ориентированных на удовлетворение потребностей конкретных подразделений или требований, связанных с реализацией конкретных условий. При этом данные организуют в отдельные логически структурированные файлы. Этот подход имеет серьезные недостатки:

- избыточность информации;
- противоречивость;
- недостаточная скорость обработки;
- отсутствие гибкости;
- низкая стандартизация программного обеспечения.

*Системный подход* [7], будучи общей методологической базой проектирования информационных систем, основан на концепции интеграции данных, которые описывают все сферы деятельности объекта информатизации. Этот подход предусматривает рассмотрение все элементов и составляющих процесса проектирования в их взаимосвязи, взаимозависимости и взаимном влиянии в интересах оптимального достижения как отдельных, так и общих целей создания информационной системы.

На современном этапе можно выделить четыре основных подхода к проектированию:

- *структурный подход (функционально-ориентированное проектирование)*, который использует структурные методы для построения функциональной, информационной и других моделей информационной системы;
- *блочно-иерархический подход* к проектированию использует идеи декомпозиции сложных описаний объектов и соответственно средств их создания на иерархические уровни и аспекты, вводит понятие стиля проектирования (восходящее, нисходящее, смешанное), устанавливает связь между параметрами соседних иерархических уровней;
- *объектный подход (объектно-ориентированное проектирование)* предлагает набор объектных моделей для описания предметной области;
- *модельный подход (модельно-ориентированное проектирование)* основан на настройке и доработке типовой конфигурации информационной системы в среде специализированных инструментальных систем.

#### 1.4. Стандартизация, комплексы стандартов на информационные системы и технологии

Реальное применение любой технологии проектирования, разработки и сопровождения ИС в конкретной организации и конкретном проекте происходит при соблюдении всеми участниками проекта правил и соглашений, касающихся, рис.1.1:

- проектирования;
- оформления проектной документации;
- пользовательского интерфейса.

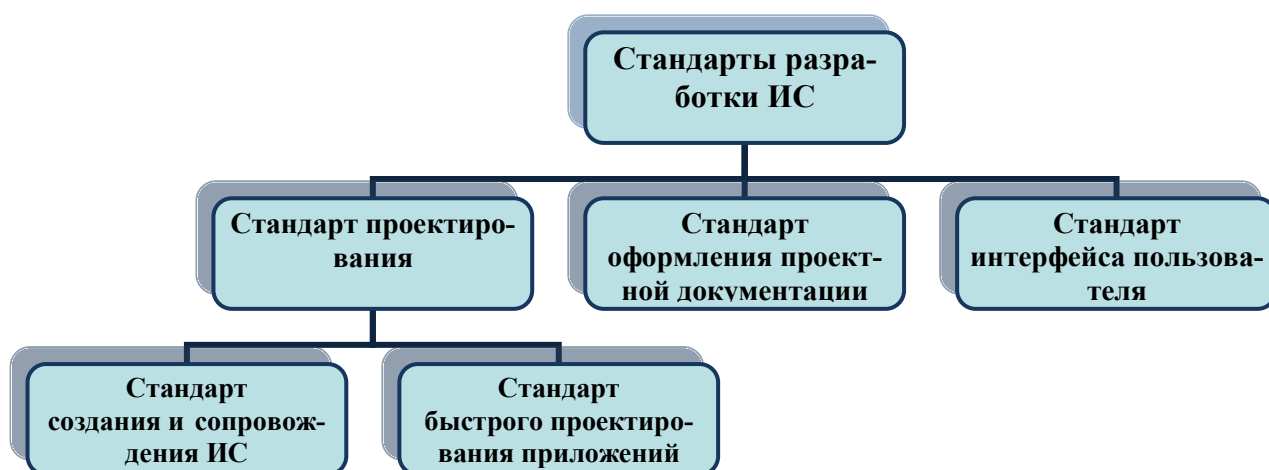


Рис.1.1. Стандарты проектирования информационных систем

**Стандарт проектирования** должен устанавливать:

- набор необходимых моделей (диаграмм) на каждой стадии проектирования и степень их детализации;

- правила фиксации проектных решений на диаграммах, в том числе: правила именования объектов (включая соглашения по терминологии), набор атрибутов для всех объектов и правила их заполнения на каждой стадии, правила оформления диаграмм, включая требования к форме и размерам объектов, и т.д.;

- требования к конфигурации рабочих мест разработчиков, включая настройки операционной системы, настройки CASE-средств, общие настройки проекта и т.д.;

- механизм обеспечения совместной работы над проектом, в том числе: правила интеграции подсистем проекта, правила поддержания проекта в одинаковом для всех разработчиков состоянии (регламент обмена проектной информацией, механизм фиксации общих объектов и т.д.), правила проверки проектных решений на непротиворечивость и т.д.

**Стандарт оформления** проектной документации должен устанавливать:

- комплектность, состав и структуру документации на каждой стадии проектирования;

- требования к ее оформлению (включая требования к содержанию разделов, подразделов, пунктов, таблиц и т.д.);

- правила подготовки, рассмотрения, согласования и утверждения документации с указанием предельных сроков для каждой стадии;

- требования к настройке издательской системы, используемой в качестве встроенного средства подготовки документации;

- требования к настройке CASE-средств для обеспечения подготовки документации в соответствии с установленными требованиями.

Стандарты в области информационных технологий можно **классифицировать**:

- в зависимости от организации, утверждающей стандарты;

- по уровню утверждающей организации;

- по предмету стандартизации;

- по используемым методическим источникам.

В зависимости от *организации, утверждающей стандарты* [10]:

- официальные международные, официальные национальные или национальные ведомственные стандарты (например, стандарты ISO1, IEC2, ГОСТ);

- стандарты международных консорциумов и комитетов по стандартизации (например, стандарты OMG – Object Management Group (Группа по управлению объектами));

- стандарты «де-факто» – официально никем не утвержденные, но фактически действующие (например, стандартом «де-факто» долгое время были язык взаимодействия с реляционными базами данных SQL4);

- фирменные стандарты (например, Microsoft ODBC5, методика Oracle CDM).

**Объектами стандартизации** при проектировании информационных систем являются:

- процесс (что делать?): ISO12207 [8], ISO15288 [11], IEEE1220 [12];

- практика (как следует делать?): ISO15504 [13];

- источник (какие данные использовать): ISO10303 [14];
- описание: IDEF [15], UML [16], IEEE 1471 [17].

Стандартизация информационных технологий и систем повышает их прибыльность за счет снижения затрат на создание и особенно модификацию.

### 1.5. Жизненный цикл информационной системы

Понятие жизненного цикла (ЖЦ) является одним из базовых понятий методологии проектирования информационных систем.

Модель ЖЦ, как правило, представляется в виде диаграммы ЖЦ, на которой изображаются пути перехода из некоторого начального состояния в конечное состояние и события, инициирующие изменения состояния. Модель ЖЦ может быть также представлена в виде текстового описания.

### 1.6. Структура жизненного цикла информационной системы

*Структура ЖЦ по стандарту ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 [11]*

<b>ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005</b>	договорные процессы: приобретение (внутренние решения или решения внешнего поставщика); поставка (внутренние решения или решения внешнего поставщика);
	процессы предприятия: управление окружающей средой предприятия; инвестиционное управление; управление ЖЦ ИС; управление ресурсами; управление качеством
	проектные процессы: планирование проекта; оценка проекта; контроль проекта; управление рисками; управление конфигурацией; управление информационными потоками; принятие решений
	технические процессы, включающие: определение требований; анализ требований; разработка архитектуры; внедрение; интеграция; верификация; переход; аттестация; эксплуатация; сопровождение; утилизация
	специальные процессы: определение и установка взаимосвязей исходя из задач и целей

*Структура ЖЦ по стандарту ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207 [8]* базируется на трех группах процессов:

- основные процессы ЖЦ ПО (приобретение, поставка, разработка, эксплуатация, сопровождение);
- вспомогательные процессы, обеспечивающие выполнение основных процессов (документирование, управление конфигурацией, обеспечение качества, верификация, аттестация, оценка, аудит, решение проблем);

- организационные процессы (управление проектами, создание инфраструктуры проекта, определение, оценка и улучшение самого ЖЦ, обучение).

*Структура ЖЦ по стандарту ГОСТ 34.601-90* [18] предусматривает следующие стадии и этапы создания автоматизированной системы (АС) (8 групп процессов):

- формирование требований к АС: обследование объекта и обоснование необходимости создания АС, формирование требований пользователя к АС, оформление отчета о выполнении работ и заявки на разработку АС;

- разработка концепции АС: изучение объекта; проведение необходимых научно-исследовательских работ; разработка вариантов концепции АС и выбор варианта концепции АС, удовлетворяющего требованиям пользователей; оформление отчета о проделанной работе;

- техническое задание: разработка и утверждение технического задания на создание АС;

- эскизный проект: разработка предварительных проектных решений по системе и ее частям, разработка документации на АС и ее части;

- технический проект: разработка проектных решений по системе и ее частям; разработка документации на АС и ее части, разработка и оформление документации на поставку комплектующих изделий; разработка заданий на проектирование в смежных частях проекта;

- рабочая документация: разработка рабочей документации на АС и ее части, разработка и адаптация программ;

- ввод в действие: подготовка объекта автоматизации; подготовка персонала; комплектация АС поставляемыми изделиями (программными и техническими средствами, программно-техническими комплексами, информационными изделиями); строительно-монтажные работы; пусконаладочные работы; проведение предварительных испытаний; проведение опытной эксплуатации; проведение приемочных испытаний;

- сопровождение АС: выполнение работ в соответствии с гарантийными обязательствами; послегарантийное обслуживание; эскизный, технический проекты и рабочая документация – это последовательное построение все более точных проектных решений.

## **1.7. Выбор модели жизненного цикла информационной системы**

Выбор модели определяет основные критические параметры проекта – это успех проекта в целом, архитектура проекта, его бюджет, в каких случаях можно сэкономить. Модель должна быть адекватна опыту проектной команды с точки зрения знаний предметной области и знания конкретных технологий, CASE-средств, документирования, подходов к документированию и т.д. У каждой модели есть свои преимущества и недостатки, которые обнаруживаются и имеют смысл только в контексте проекта, с учетом его особенностей [22].

## 1.8. Основа технологий проектирования ИС

Основой технологий проектирования ИС кроме средства, является метод проектирования, который в общем случае включает совокупность трёх составляющих:

- 1) пошаговая процедура, определяющая последовательность технологических операций проектирования;
- 2) критерии и правила, используемые для оценки результатов выполнения технологических операций;
- 3) нотации (графические и текстовые средства), используемые для описания проектируемой системы.

Методы проектирования ИС можно классифицировать по:

**По подходу к автоматизации объекта** методы проектирования различают:

– **метод «снизу - вверх»** – разработка подсистем (процедур, функций), в то время когда проработка общей схемы не закончилась, то есть разработка ведется от отдельных задач ко всей системе;

– **метод «сверху - вниз»** – разработка начинается с определения целей решения проблемы, после чего идет последовательная детализация. При нисходящем проектировании задача анализируется с целью определения возможности разбиения ее на ряд подзадач. Затем каждая из полученных подзадач также анализируется для возможного разбиения на подзадачи. Процесс заканчивается, когда подзадачу невозможно или нецелесообразно далее разбивать на подзадачи;

– **принципы «дуализма» и многокомпонентности** – подход к проектированию ИС заключается в сбалансированном сочетании двух предыдущих.

**По степени автоматизации** методы проектирования разделяются на:

– **методы ручного проектирования**, при которых проектирование компонентов ИС осуществляется без использования специальных инструментальных программных средств, а программирование – на алгоритмических языках;

– **методы компьютерного проектирования**, при которых производится генерация или конфигурирование (настройка) проектных решений на основе использования специальных инструментальных программных средств.

**По степени использования типовых проектных решений** различают следующие методы проектирования:

– **типовое**, предполагающее конфигурирование ИС из готовых типовых проектных решений (программных модулей). Выполняется на основе опыта, полученного при разработке индивидуальных проектов.

– **оригинальное (индивидуальное)**, когда проектные решения разрабатываются «с нуля» в соответствии с требованиями к ИС.

**По степени адаптивности проектных решений** выделяют методы:

– **реконструкции**, когда адаптация проектных решений выполняется путем переработки соответствующих компонентов (перепрограммирования программных модулей);

- *параметризации*, когда проектные решения настраиваются (генерируются) в соответствии с изменяемыми параметрами;
- *реструктуризации модели*, когда изменяется модель проблемной области, на основе которой автоматически заново генерируются проектные решения.

### **1.9. Технологии проектирования информационных систем**

Среди технологий проектирования ИС выделяют два основных класса:

- 1) каноническая технология;
- 2) индустриальная технология.

### **1.10. Технология канонического проектирования**

*Технология канонического проектирования* предполагает использование инструментальных средств универсальной компьютерной поддержки и предназначена для создания индивидуальных (оригинальных) проектов локальных ИС. При этом адаптация проектных решений возможна лишь путем перепрограммирования соответствующих программных модулей.

Организация канонического проектирования ИС ориентирована на использование главным образом каскадной модели жизненного цикла ИС. Стадии и этапы работы описаны в ГОСТ 34.601-90 [18].

### **1.11. Технологии индустриального проектирования**

*Технологии индустриального проектирования* использует инструментальные средства специальной компьютерной поддержки для разработки проектов сложных интегрированных (корпоративных) ИС.

Индустриальная технология проектирования, в свою очередь, разбивается на два подкласса:

- *типовое* (параметрически-ориентированное или модельно-ориентированное) проектирование.
- *автоматизированное проектирование* (использование CASE-технологий).

### **1.12. Технологии, основанные на структурном подходе (анализе)**

Все наиболее распространенные технологии, основанные на методологии структурного подхода базируются на ряде *общих принципов*. В качестве двух базовых принципов используются следующие:

- принцип «разделяй и властвуй» – принцип решения сложных проблем путем их разбиения на множество меньших независимых задач, легких для понимания и решения;
- принцип иерархического упорядочивания – принцип организации составных частей проблемы в иерархические древовидные структуры с добавлением новых деталей на каждом уровне.



Выделение двух базовых принципов не означает, что остальные принципы являются второстепенными, поскольку игнорирование любого из них может привести к непредсказуемым последствиям (в том числе и к провалу всего проекта). В структурном анализе используются в основном две группы средств, иллюстрирующих функции, выполняемые системой и отношения между данными. Каждой группе средств соответствуют определенные виды моделей (диаграмм), наиболее распространенными среди которых, являются следующие:

- SADT (*Structured Analysis and Design Technique*) модели и соответствующие функциональные диаграммы;

- DFD (*Data Flow Diagrams*) диаграммы потоков данных;

- ERD (*Entity-Relationship Diagrams*) диаграммы "сущность-связь".

Семейство IDEF включает следующие стандарты, рис.1.12 [24]:

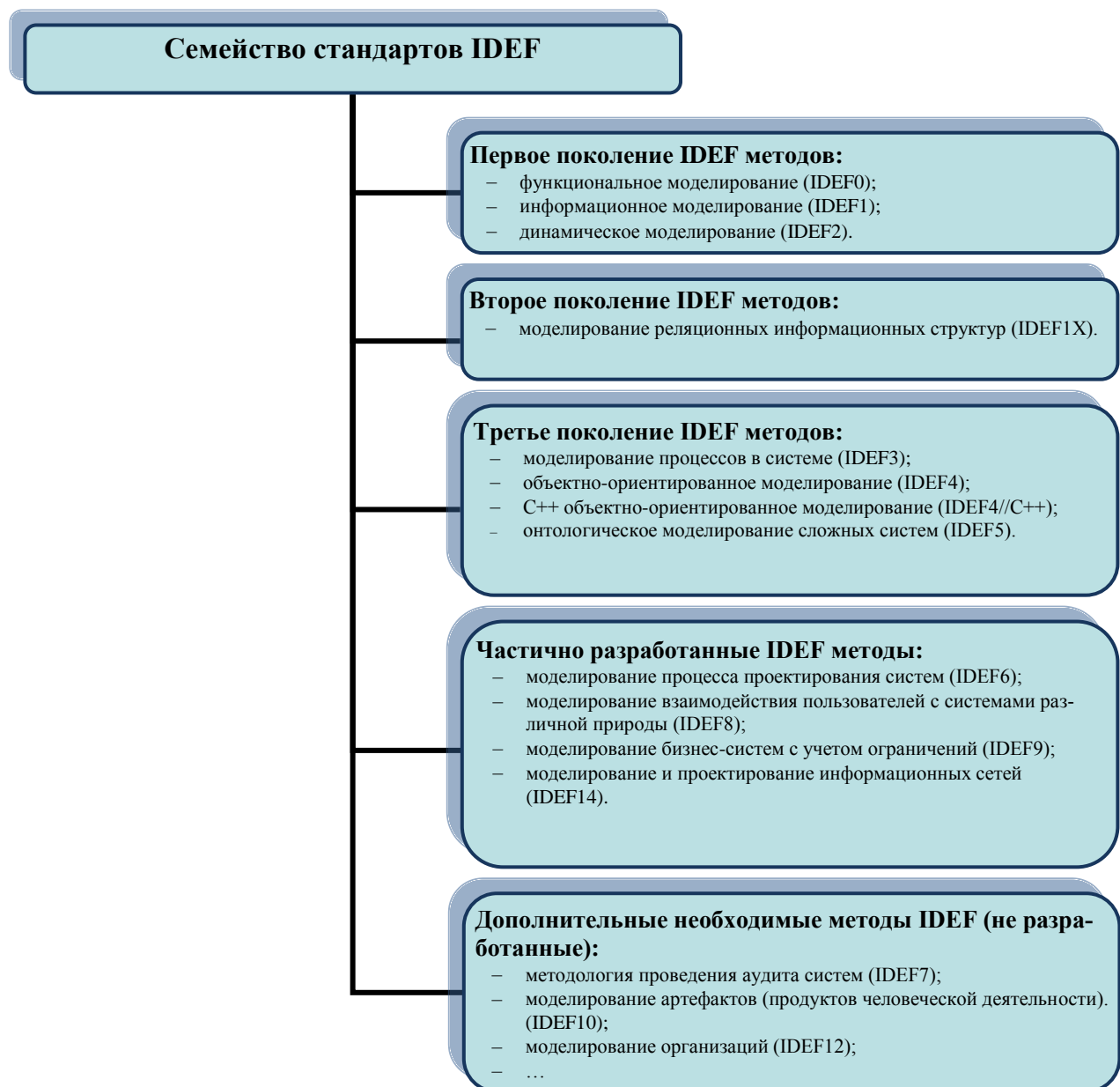


Рис.1.12. Семейство стандартов IDEF [24]

### 1.13. ТЕХНОЛОГИЯ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ в рамках методологии моделирования функциональной структуры объектов – SADT (Structured Analysis and Design Technique)

Методология SADT (Structured Analysis and Design Technique – Технология структурного анализа и проектирования) [23], разработана Дугласом Т. Россом в 1969-73 годах. В основе методологии SADT лежат два основных принципа:

- **SA-блоки** на основе которых создается иерархическая многоуровневая модульная система, каждый уровень которой представляет собой законченную систему (блок), поддерживаемую и контролируемую системой (блоком), находящейся над ней.

- **декомпозиция**. Процесс декомпозиции проводится до достижения нужного уровня подробности описания. Диаграмма ограничивается 3-6 блоками для того, чтобы детализация осуществлялась постепенно, рис.1.13.



Рис.1.13. Функциональный блок и интерфейсные дуги SADT-диаграммы

В программе интегрированной компьютеризации производства (ICAM) Министерства обороны США была признана полезность SADT, что привело в 1993 году к *стандартизации и публикации ее части, называемой IDEF0* в качестве федерального стандарта в США [25], а в 2000 году – в качестве руководящего документа по стандартизации в Российской Федерации [26].

### 1.14. ТЕХНОЛОГИИ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССОВ в рамках методологии функционального моделирования потоков данных DFD (Data Flow Diagrams) и потоков работ – WFD (Work Flow Diagram)

Классическая технология описания процессов, которая была разработана на заре рождения процессных технологий управления, достаточно проста и состоит всего лишь из двух стандартов описания бизнес-процессов – DFD и WFD.

**Методология DFD (Data Flow Diagrams – диаграммы потоков данных)** представляет модель системы как иерархию диаграмм потоков данных, описывающих процессы верхнего уровня (процессы, получающиеся на начальных этапах процессной декомпозиции) и описывает: операции обработки информации; документы и информацию; объекты, организационные единицы сотрудников и т.д., которые участвуют в обработке информации; внешние объекты, которые уча-

ствуют в процессе, но находятся за его границами; хранилища документов, данных и информации.

Методология DFD [27] чаще всего может быть представлена следующими нотациями:

- нотация Йордона – де Марко (Yourdon and Coad Process Notation), рис.1.14;

- нотация Гейна – Сарсона (Gane and Sarson Process Notation), рис.1.15.

DFD отражает функциональные зависимости значений, вычисляемых в системе, включая входные значения, выходные значения и внутренние хранилища данных. DFD – это граф, на котором показано движение значений данных от их источников через преобразующие их процессы к их потребителям в других объектах.

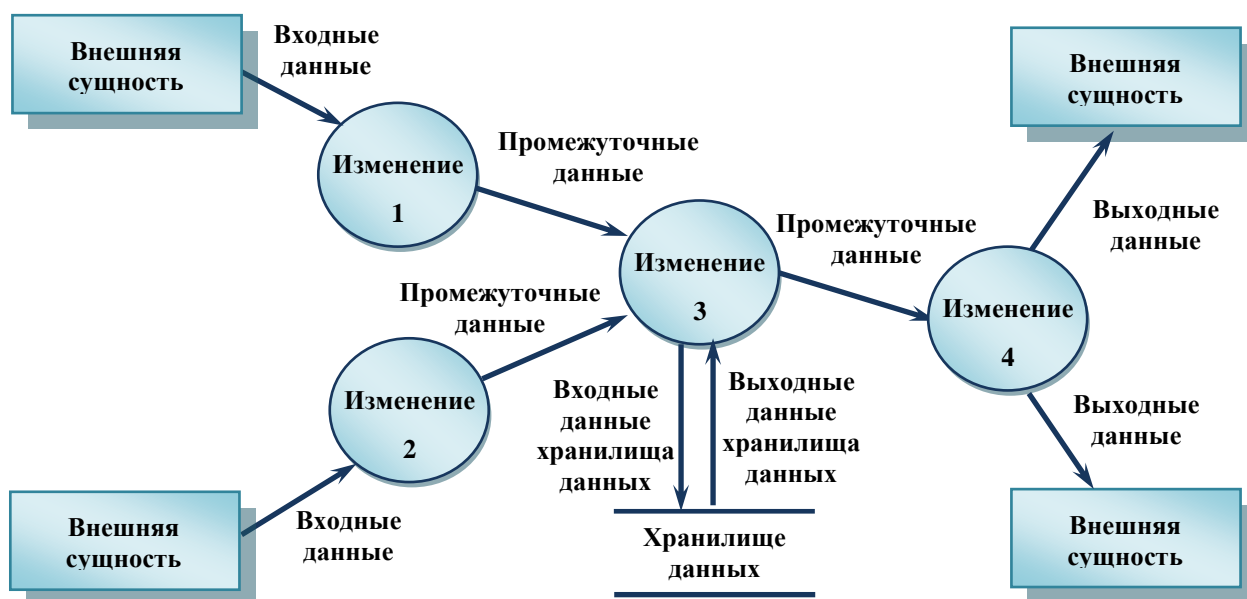


Рис.1.14. Пример DFD –диаграммы в нотации Йордона – де Марко

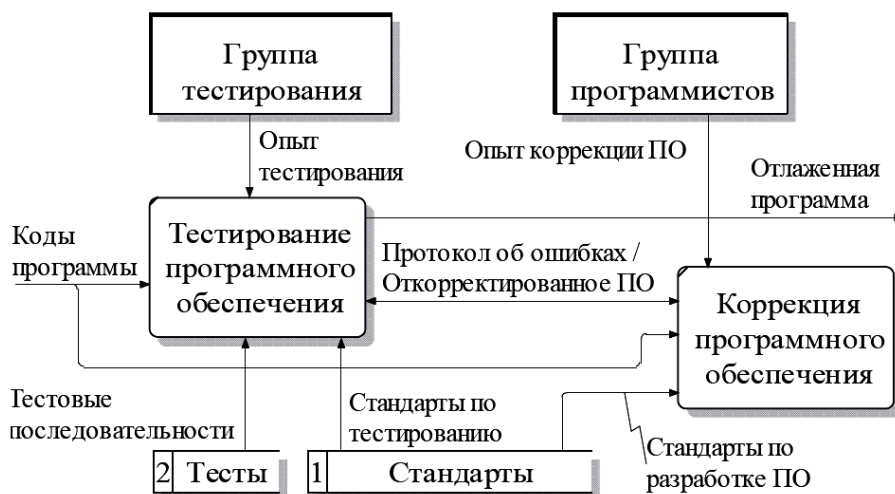


Рис.1.15. Пример DFD-диаграммы в нотации Гейна – Сарсона

DFD-модель включает в себя три документа, которые ссылаются друг на друга:

- графические диаграммы, рис.1.14,1.15;
- миниспецификация;
- словарь данных.

**Технология описания процессов на основе WFD (Work Flow Diagram – диаграмма потоков работ)** [28] и представляет модель системы как диаграмму потоков работ, которая используется для описания процессов нижнего уровня. У диаграммы потоков работ имеются и другое название – диаграмма алгоритмов, рис.1.16.

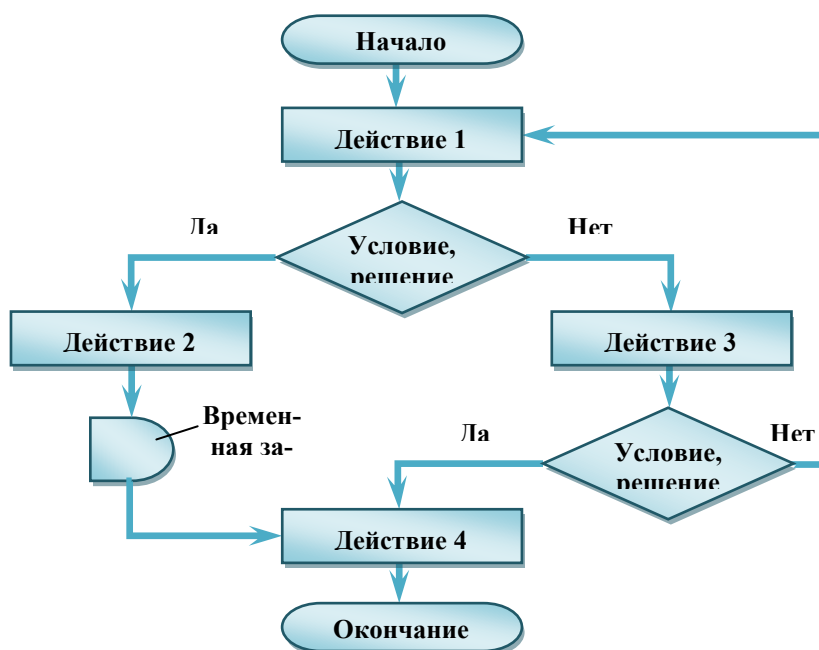


Рис.1.16. Диаграмма потоков работ – WFD

### 1.15.ТЕХНОЛОГИИ ОТОБРАЖЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ

**В рамках методологии функционального моделирования процессов – IDEF0 (Integrated DEfinition Function)**

Основу методологии IDEF0 (Integrated Definition Function), считающейся конечным этапом методологии описания функциональных систем SADT (п.1.8.1.1), составляет графический язык описания (моделирования) систем – графическая нотация, предназначенная для формализации и описания бизнес-процессов.

В терминах IDEF0 система представляется в виде комбинации блоков и дуг, рис.1.17.

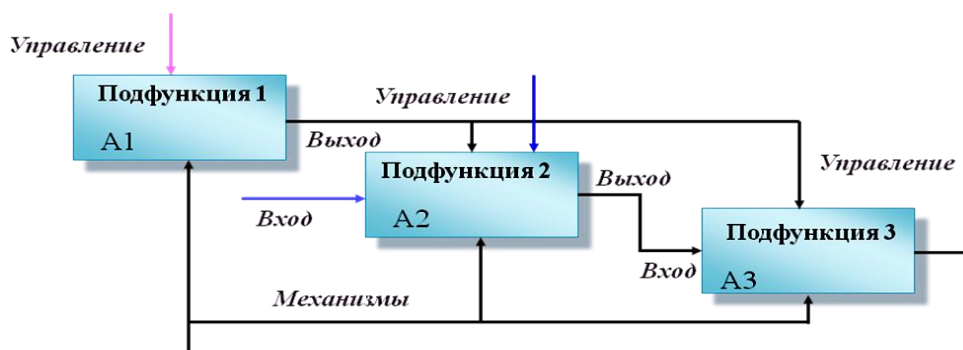


Рис.1.17. Декомпозиция бизнес-процесса на составляющие его операции в стандарте IDEF0.

Практика показала, что стандарт IDEF0 наиболее часто применяется как технология исследования и проектирования систем на логическом уровне и его целесообразно использовать в проектах по описанию и оптимизации локальных процессов, а так же в небольших проектах в которых больше участвуют и принимают решения специалисты предметных областей.

### 1.16. ТЕХНОЛОГИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДАННЫХ в рамках методологии ERD (Entity-Relationship Diagrams) (case-метод Баркера)

Наиболее распространенной методологией моделирования данных являются диаграммы «сущность-связь» – ERD (Entity-Relationship Diagrams). С их помощью определяются важные для предметной области объекты (сущности), их свойства (атрибуты) и отношения друг с другом (связи). ERD непосредственно используются для проектирования реляционных баз данных.

Нотация ERD была впервые введена П.Ченом (Chen) и получила дальнейшее развитие в работах Баркера [29].

ERD-диаграмма, рис.1.18, позволяет рассмотреть систему целиком и выявить требования, необходимые для ее разработки, касающиеся хранения информации.

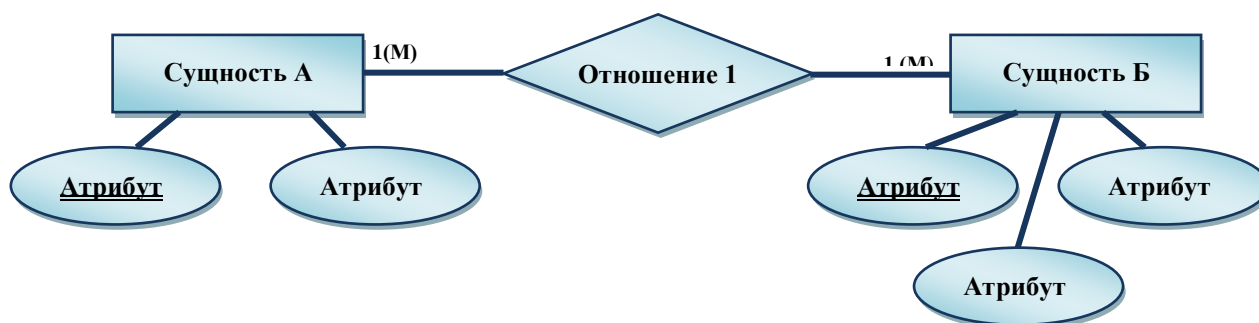


Рис.1.18. Пример ER-диаграммы в нотации П.Чена

Существуют и другие нотации для представления ER-диаграмм: нотация Мартина, нотация IDEF1X (см.п.1.8.1.6), нотация Баркера.

## 1.17. ТЕХНОЛОГИИ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

### На основе методологии STD (State Transition Diagrams)

Методология STD (State Transition Diagram) предназначена для моделирования аспектов функционирования системы, зависящих от времени или реакции на события (так называемая работа в реальном времени) [30], рис.1.19.



Рис.1.19. Пример STD узлов

**Состояние** – рассматривается как устойчивое значение некоторого свойства в течение определенного времени. Начальное состояние – узел STD, являющийся стартовой точкой для начального системного перехода.

**Переход** определяет перемещение моделируемой системы из одного состояния в другое. При этом имя перехода идентифицирует событие, являющееся причиной перехода и управляющее им.

**Управляющий поток** – это «трубопровод», через который проходит управляющая информация.

Имеются следующие типы управляющих потоков:

- Т-поток (trigger flow) – поток управления процессом, который может вызвать выполнение процесса. При этом процесс включается одной короткой операцией;

- А-поток (activator flow) – поток управления процессом, который может изменять выполнение отдельного процесса. Используется для обеспечения непрерывности выполнения процесса до тех пор, пока поток «включен», с «выключением» потока выполнение процесса завершается;

- Е/D-поток (enable/disable flow) –поток управления процессом, который может переключать выполнение отдельного процесса. Течение по Е-линии вызывает выполнение процесса, которое продолжается до тех пор, пока не возбуждается течение по D-линии. Можно использовать 3 типа таких потоков: Е-поток, D-поток, Е/D-поток.

**Условие** представляет собой событие (или события), вызывающее переход и идентифицируемое именем перехода. Если в условии участвует входной управляющий поток управляющего процесса-предка, то имя потока должно быть за-

ключено в кавычки, например. Кроме условия с переходом может связываться действие или ряд действий, выполняющихся, когда переход имеет место.

**Действие** – это операция, которая может иметь место при выполнении перехода. Если действие необходимо для выбора выходного управляющего потока, то имя этого потока должно заключаться в кавычки.

На STD *состояния* представляются узлами, а *переходы* – дугами. *Условия* (по-другому называемые стимулирующими событиями) идентифицируются именем перехода и возбуждают выполнение перехода. *Действия* или отклики на события привязываются к переходам и записываются под соответствующим условием.

### 1.18. ТЕХНОЛОГИЯ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ на основе нотации IDEF1 (IDEF1X) (Integrated DEfinition Function)

Методология IDEF1 [31] разработанная Т.Рэмеем, основана на подходе П.Чена и позволяет построить модель данных, эквивалентную реляционной модели в третьей нормальной форме.

Методология IDEF1 позволяет на основе наглядных графических представлений моделировать информационные взаимосвязи и различия между:

- реальными объектами;
- физическими и абстрактными зависимостями, существующими среди реальных объектов;
- информацией о реальных объектах;
- структурой данных, используемой для приобретения, накопления и управления информацией.

Центральным понятием IDEF1 является понятие «сущность», рис.1.20.

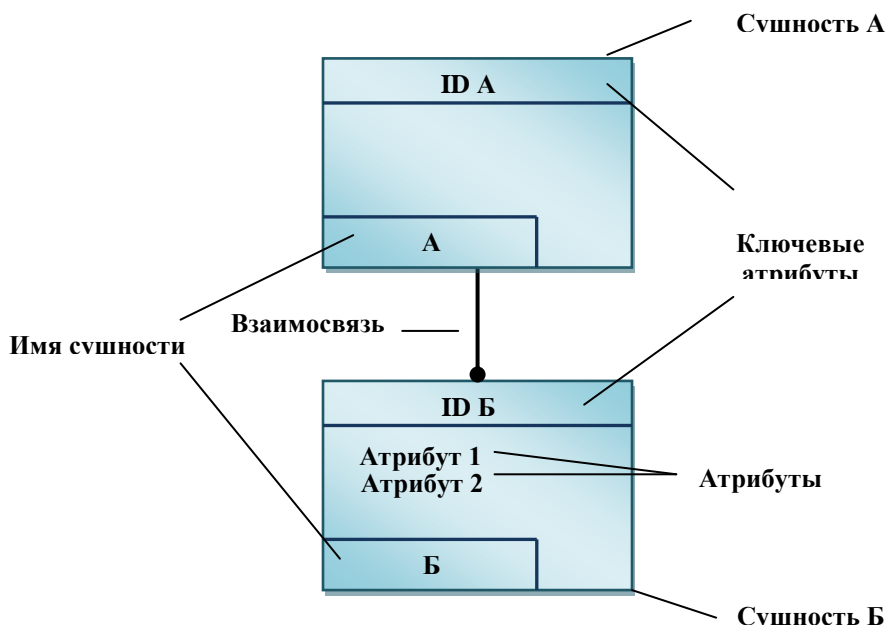


Рис.1.20. Стандарт IDEF1



IDEF1X – методология, предназначена для построения концептуальной схемы логической структуры реляционной базы данных, которая была бы независимой от программной платформы её конечной реализации [32,33].

### 1.19. ТЕХНОЛОГИЯ ОПИСАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ на основе нотации – IDEF3 (Integrated DEfinition Function)

Нотация IDEF3, вторая важнейшая нотация (после IDEF0), предназначена для описания потоков работ (Work Flow Modeling) [34,35].

С помощью диаграмм IDEF3 можно анализировать сценарии из реальной жизни, например, как закрывать магазин в экстренных случаях или какие действия должны выполнить менеджер и продавец при закрытии.

Существуют **два типа диаграмм** в стандарте IDEF3, представляющие описание одного и того же сценария процесса в разных ракурсах:

- *диаграммы Описания Последовательности Этапов Процесса* – PFDD (Process Flow Description Diagrams).

- *диаграммы Состояния Объекта и его Трансформаций в Процессе* – OSTN (Object State Transition Network).

Диаграмма PFDD, рис.1.22 является графическим отображение сценария процесса.

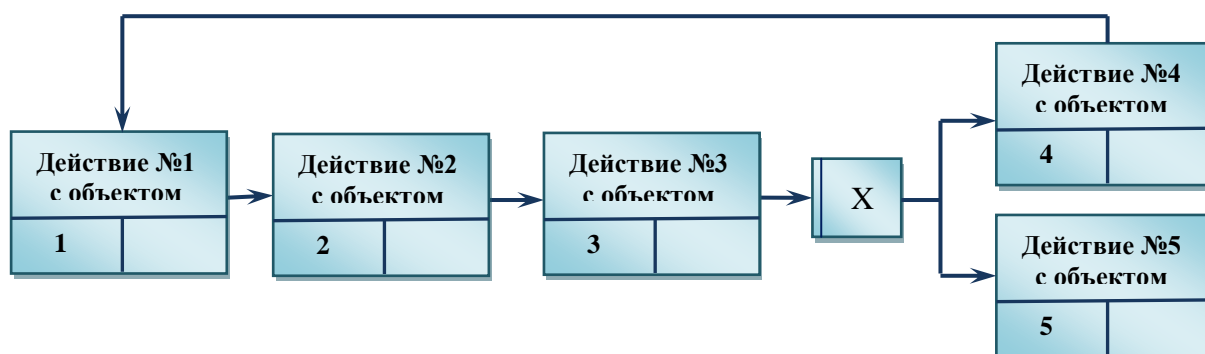


Рис.1.22. Пример PFDD диаграммы.

Прямоугольники на диаграмме PFDD называются *функциональными элементами* или *элементами поведения* – UOB (Unit of Behavior,) и обозначают событие, стадию процесса или принятие решения.

Если диаграммы PFDD технологический процесс «С точки зрения наблюдателя», то другой класс диаграмм IDEF3 OSTN позволяет рассматривать тот же самый процесс «С точки зрения объекта». На рис.1.23 представлено пример изображения OSTN диаграммы.

*Состояния объекта* и *Изменение состояния* являются ключевыми понятиями OSTN диаграммы. Состояния объекта отображаются окружностями, а их изменения направленными линиями. Каждая линия имеет ссылку на соответствующий функциональный блок UOB, в результате которого произошло отображаемое ею изменение состояния объекта.



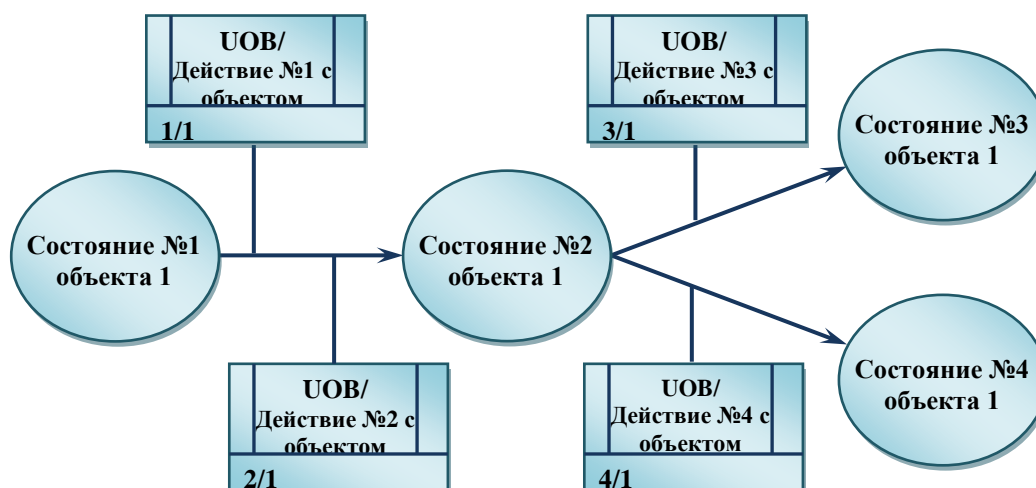


Рис.1.23. Пример OSTN диаграммы

Нотацию IDEF3 целесообразно применять в случае относительно простых процессов на нижнем уровне декомпозиции, т.е. процессов уровня рабочих мест. В этом случае схема процесса может служить основой для создания документов, регламентирующих работу исполнителей.

## 1.20. ТЕХНОЛОГИИ ОПИСАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗ-ПРОЦЕССОВ– BPMN (Business Process Model and Notation)

Модель и нотация бизнес-процессов (BPMN, Business Process Model and Notation) – методология моделирования, анализа и реорганизации бизнес-процессов. Разработана Business Process Management Initiative (BPMI), с 2005 г. поддерживается и развивается Object Management Group (OMG). В отличие от других методологий бизнес-моделирования, имеющих статус «фирменного» (EPC) или «национального» (IDEF0) стандарта, BPMN получила «международный» статус – Международная организация по стандартизации опубликовала стандарт «ISO/IEC 19510:2013. Information technology – Object Management Group. Business Process Model and Notation» [36, 37].

Диаграмма процесса в нотации BPMN представляет собой алгоритм выполнения процесса. В нотации BPMN выделяют **пять основных категорий элементов**: элементы потока (Flow Objects) (события, процессы и шлюзы); данные (объекты данных и базы данных) (товарно-материальные ценности (ТМЦ) или информация); соединяющие элементы (Connecting Objects) (потoki управления, потоки сообщений и ассоциации); зоны ответственности (Swimlanes) (пулы и дорожки); артефакты (сноски) (Artifacts).

**Элементы потока** являются важнейшими графическими элементами, определяющими ход бизнес-процесса. Элементы потока, в свою очередь, делятся на: события (Events); действия (Activities); шлюзы (Gateways).

**Артефакты** используются для добавления дополнительной информации о Процессе. Текущий перечень Артефактов включает в себя следующие элементы: объект данных (Data object); группа (Group); аннотация (Annotation).

Разновидности диаграмм (типы процессов) BPMN:

- диаграмма процессов (Process Diagram):
- частный (внутренний) бизнес-процесс (Private (internal) Business Process), рис.1.24;
- публичный (открытый) процесс (Public Process), рис.1.25;
- диаграмма хореографии (Choreography Diagram), рис.1.26;
- диаграмма взаимодействия (Collaboration Diagram):
- процессов (Process), рис.1.27;
- посредством обмена сообщениями (A view of Conversations), рис. 1.28.

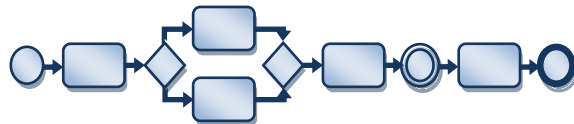


Рис. 1.24. Примерный вид BPMN диаграммы частного (внутреннего) бизнес- процесса.

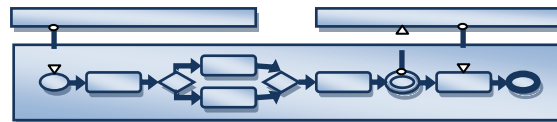


Рис.1.25. Примерный вид BPMN диаграммы публичного (открытого) процесса.

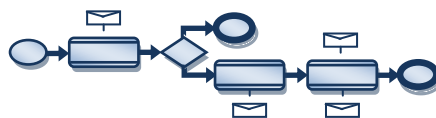


Рис.1.26.Примерный вид BPMN диаграммы хореографии.

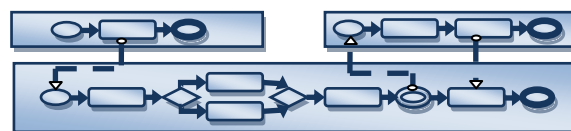


Рис.1.27. Примерный вид BPMN диаграммы взаимодействия процессов.

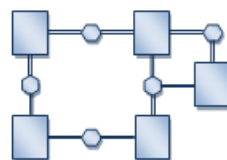


Рис.1.28.Примерный вид BPMN диаграммы посредством обмена сообщениями.

## 1.21. ТЕХНОЛОГИИ, СВЯЗАННЫЕ С МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ПОДХОДОМ (АНАЛИЗОМ)

Модельно-ориентированное проектирование (МОП) – эффективный и экономически выгодный способ разработки систем управления и создания встраиваемых систем.

Типовая ИС в специальной базе метаинформации – *репозитории* – содержит модель объекта автоматизации, на основе которой осуществляется конфигурирование программного обеспечения. МОП ИС предполагает построение модели объекта автоматизации с использованием специального программного инструментария (например, SAP Business Engineering Workbench (BEW), BAAN Enterprise Modeler).

Преимущества МОП перед традиционным подходом проектирования:

- МОП предоставляет общую среду разработки, что способствует взаимодействию группы разработчиков в процессе анализа данных и проверки системы;
- инженеры могут найти и исправить ошибки на ранних стадиях проектирования системы, когда затраты времени и финансовые последствия изменения системы сводятся к минимуму;
- МОП способствует повторному использованию моделей для улучшения системы и создания производных систем с расширенными возможностями.

### **1.22. ТЕХНОЛОГИЯ RAD (Rapid Application Development)**

Технология проектирования ИС на основе методологии использования средств быстрой разработки приложений, получила широкое распространение и приобрела название методологии быстрой разработки приложений – RAD (Rapid Application Development) [10].

RAD – это комплекс специальных инструментальных средств быстрой разработки прикладных информационных систем, позволяющих оперировать с определенным набором графических объектов, функционально отображающих отдельные информационные компоненты приложений.

Основные принципы методологии RAD можно свести к следующему:

- используется итерационная (спиральная) модель разработки;
- полное завершение работ на каждом из этапов жизненного цикла не обязательно;
- в процессе разработки информационной системы необходимо тесное взаимодействие с заказчиком и будущими пользователями;
- необходимо применение CASE-средств и средств быстрой разработки приложений;
- необходимо применение средств управления конфигурацией, облегчающих внесение изменений в проект и сопровождение готовой системы;
- необходимо использование прототипов, позволяющее полнее выяснить и реализовать потребности конечного пользователя;
- тестирование и развитие проекта осуществляются одновременно с разработкой;
- разработка ведется немногочисленной и хорошо управляемой командой профессионалов;
- необходимы грамотное руководство разработкой системы, четкое планирование и контроль выполнения работ.

### 1.23. ТЕХНОЛОГИЯ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССОВ на основе методологии рационального унифицированного процесса RUP (Rational Unified Process)

Еще одной ведущей методологией, в которой инструментально *поддерживаются все этапы жизненного цикла* разработки ПО, является методология Rational Unified Process (RUP).

В основе методологии RUP, как и многих других программных методологий, объединяющих инженерные методы создания ПО, лежит «пошаговый подход». Он определяет этапы жизненного цикла, контрольные точки, правила работ для каждого этапа и, тем самым, упорядочивает проектирование и разработку ПО.

Для каждого этапа жизненного цикла методология задает:

- состав и последовательность работ, а также правила их выполнения;
- распределение полномочий среди участников проекта (роли);
- состав и шаблоны формируемых промежуточных и итоговых документов;
- порядок контроля и проверки качества.

Модели позволяют рассмотреть будущую систему, ее объекты и их взаимодействие еще до вкладывания значительных средств в разработку, позволяют увидеть ее глазами будущих пользователей снаружи и разработчиков изнутри еще до создания первой строки исходного кода. Большинство моделей представляются UML диаграммами [39].

**Определение требований.** Унифицированный процесс – это процесс, управляемый прецедентами, которые отражают сценарии взаимодействия пользователей. Фактически, это взгляд пользователей на программную систему снаружи. Таким образом, одним из важнейших этапов разработки, согласно RUP, будет этап определения требований, который заключается в сборе всех возможных пожеланий к работе системы, которые только могут прийти в голову пользователям и аналитикам.

Для облегчения этого процесса аналитики используют Диаграммы Прецедентов (Вариантов использования) (Use Case Diagram), рис.1.29. На диаграмме отображаются варианты использования (1) и действующие лица (2), между которыми устанавливаются следующие основные типы отношений: ассоциация между действующим лицом и вариантом использования (3); обобщение между действующими лицами (4); обобщение между вариантами использования (5); зависимости (различных типов) между вариантами использования (6).

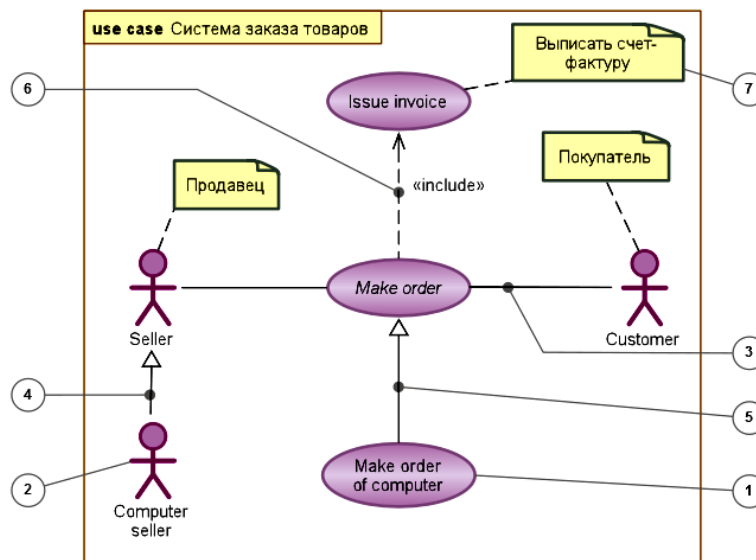


Рис.1.29. Диаграммы Прецедентов (Вариантов использования) (Use Case Diagram).

Для детализации конкретного прецедента используется Диаграмма Активности (Activity Diagram), пример которой дан на рис.1.30. На диаграмме применяют один основной тип сущностей – действие (1), и один тип отношений – переходы (2) (передачи управления и данных). Также используются такие конструкции как развилки, слияния, соединения, ветвления (3), которые похожи на сущности, но таковыми на самом деле не являются, а представляют собой графический способ изображения некоторых частных случаев многоместных отношений.

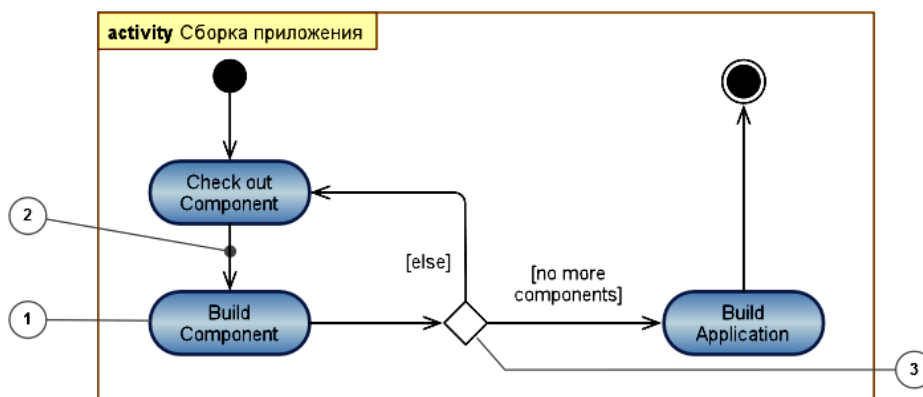


Рис.1.30. Диаграмма Активности (Activity Diagram).

Для создания модели предметной области используется обычная Диаграмма Классов (Class Diagram), рис.1.31, на которой отображаются: основной тип сущностей: классы (1), между которыми устанавливаются следующие основные типы отношений: ассоциация между классами (2); обобщение между классами (3); зависимости (различных типов) между классами 4 и между классами и интерфейсами.).

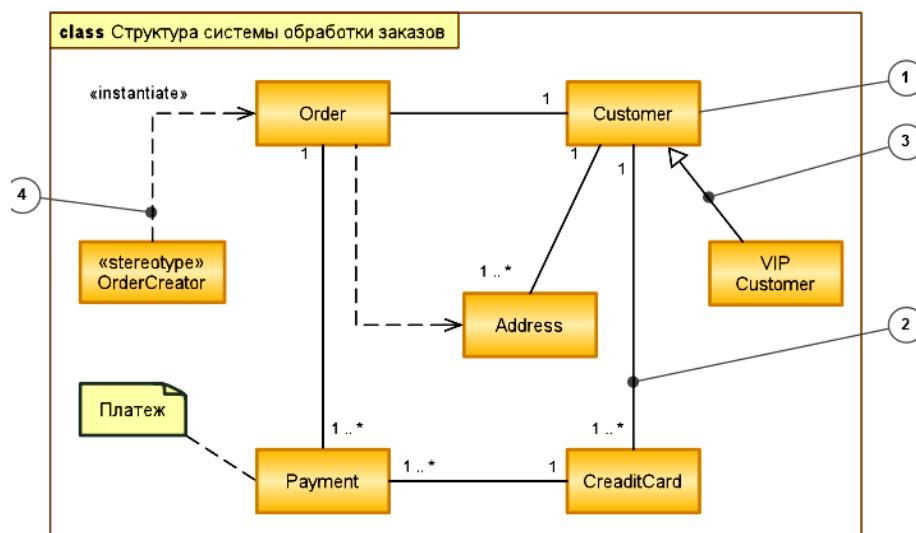


Рис.1.31. Диаграмма Классов (Class Diagram).

**Анализ.** После определения требований и контекста, в котором будет работать система, наступает черед анализа полученных данных. Аналитическая модель – это взгляд на систему изнутри, в отличие от модели прецедентов, которая показывает, как система будет выглядеть снаружи.

Для отображения модели анализа при помощи UML используется Диаграмма Классов со стереотипами (образцами поведения) «граничный класс», «сущность», «управление», а для детализации используются Диаграммы Сотрудничества (Collaboration), рис.1.32.

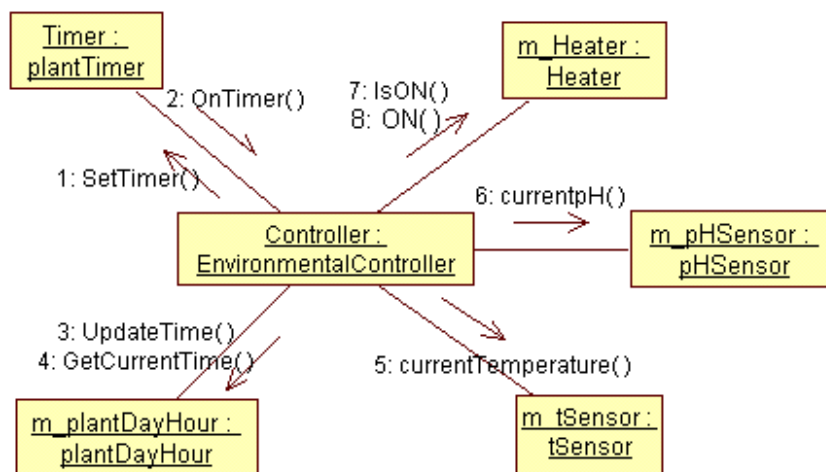


Рис.1.32. Диаграммы Сотрудничества (Collaboration).

Если акцентировать внимание на порядке взаимодействия, то другим его представлением будет Диаграмма Последовательности (Sequence Diagram), рис.1.33.

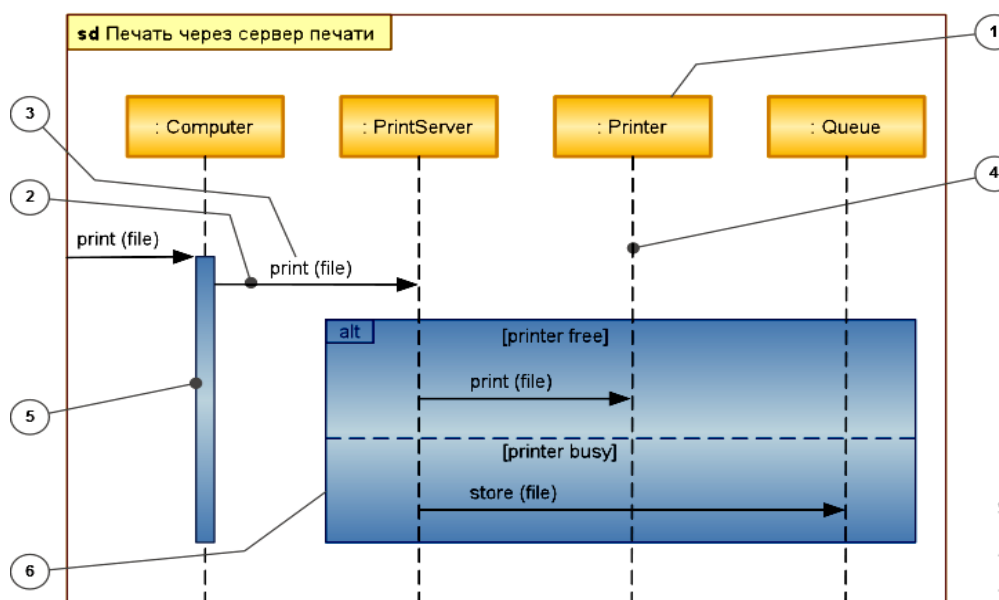


Рис.1.33. Диаграмма Последовательности (Sequence Diagram).

Эта диаграмма позволяет взглянуть на обмен сообщениями во времени, наглядно отобразить последовательность процесса. На диаграмме применяют один основной тип сущностей – экземпляры взаимодействующих классификаторов (1) (в основном классов, компонентов и действующих лиц), и один тип отношений – связи (2), по которым происходит обмен сообщениями (3). **Проектирование** в ходе которого на основании моделей, созданных ранее, создается модель проектирования. Для создания модели проектирования используются целый набор UML диаграмм: Диаграммы Активности, рис.1.30, Диаграммы Классов, рис.1.31, Диаграммы Коммуникации, рис.1.34, Диаграммы Взаимодействия, рис.1.35.

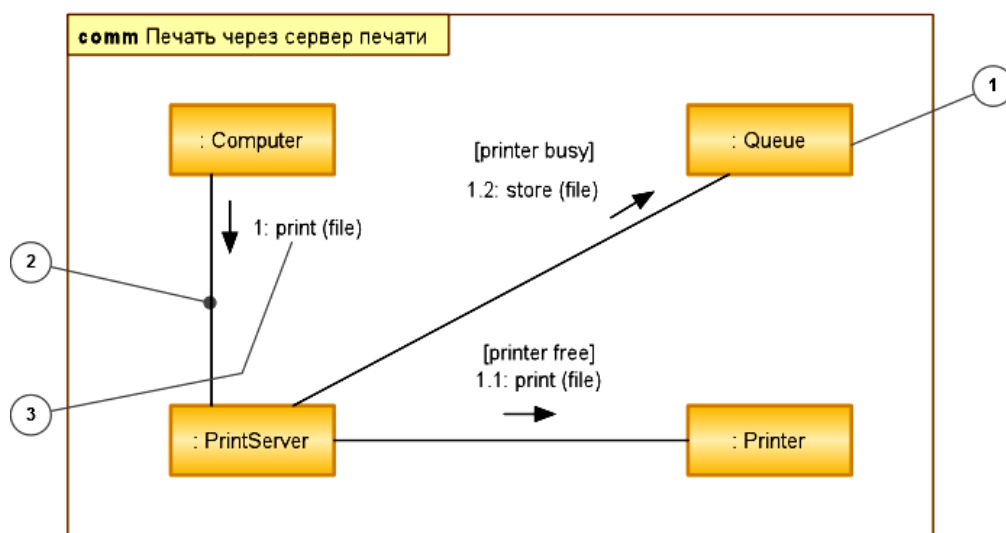


Рис.1.34. Диаграммы Коммуникации (Communication Diagram).

Дополнительно в этом рабочем процессе может создаваться модель развертывания, которая реализуется на основе Диаграммы Развертывания (Deployment Diagram), рис.1.36. Это самый простой тип диаграмм, предназначенный для моделирования распределения устройств в сети. На диаграмме присутствует два типа

сущностей: артефакт (1), который является реализацией компонента (2) и узел (3) (может быть как классификатор, описывающий тип узла, так и конкретный экземпляр), а также отношение ассоциации между узлами (4), показывающее, что узлы физически связаны во время выполнения. Если одна сущность является частью другой, применяется либо отношение зависимости «deploy» (5), либо фигура одной сущности помещается внутрь фигуры другой сущности (6).

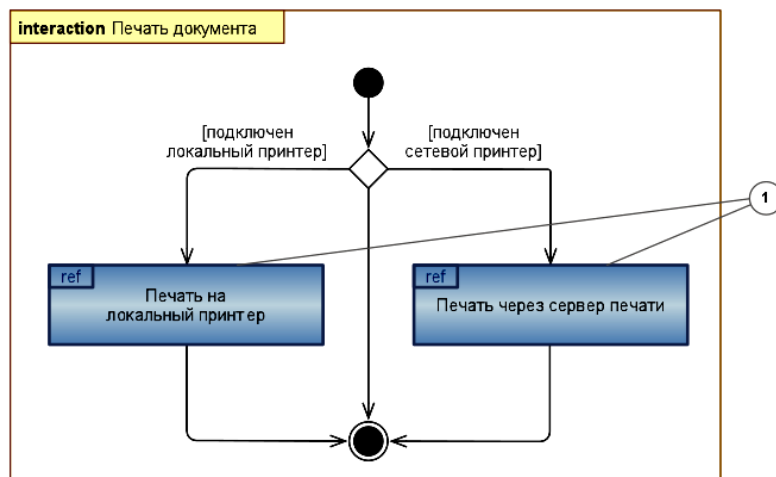


Рис.1.35. Диаграммы Взаимодействия.

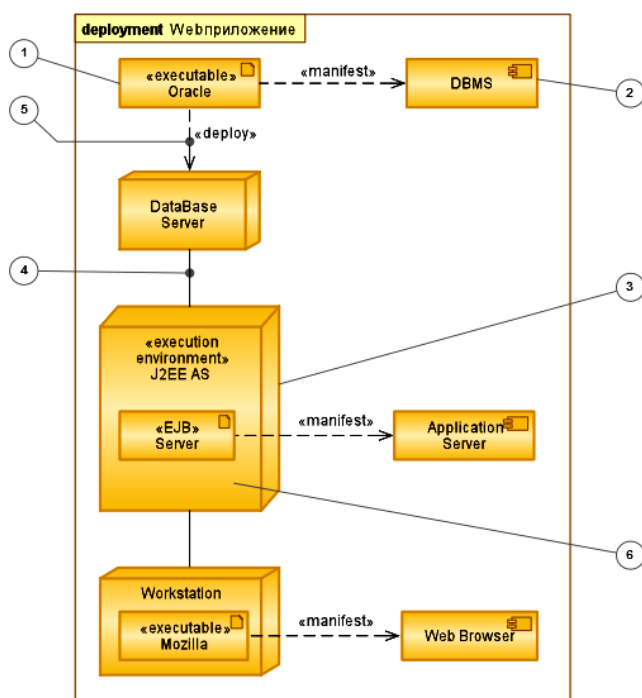


Рис.1.36. Диаграммы Развертывания (Deployment Diagram).

**Реализация.** Основная задача процесса реализации – создание системы в виде компонентов – исходных текстов программ, сценариев, двоичных файлов, исполняемых модулей и т.д. Данная модель описывает способ организации этих компонентов в соответствии с механизмами структурирования и разбиения на модули, принятыми в выбранной среде программирования и представляется Диаграммой Компонентов (Component Diagram), рис.1.37.



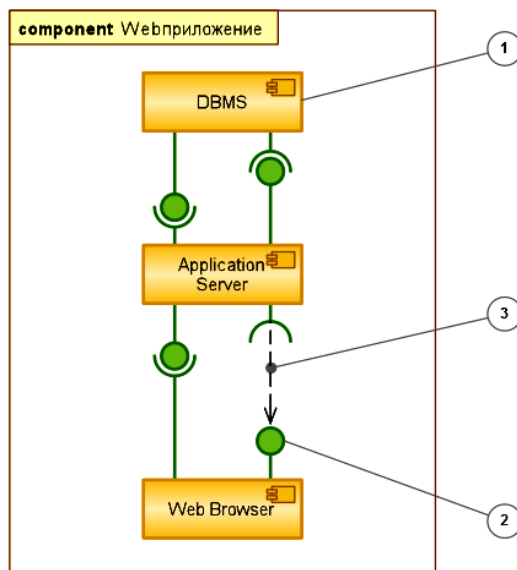


Рис.1.37. Диаграммы Компонентов (Component Diagram).

Основной тип сущностей на диаграмме компонентов – это сами компоненты (1), а также интерфейсы (2), посредством которых указывается взаимосвязь между компонентами. На диаграмме компонентов применяются следующие отношения:

- реализации между компонентами и интерфейсами (компонент реализует интерфейс);
- зависимости между компонентами и интерфейсами (компонент использует интерфейс) (3).

**Тестирование.** В процессе тестирования проверяются результаты реализации. Для данного процесса создается модель тестирования, которая состоит из тестовых примеров, процедур тестирования, тестовых компонентов, однако не имеет отображения на UML диаграммы.

RUP довольно обширен, и содержит рекомендации по ведению различных программных проектов, от создания программ группой разработчиков в несколько человек, до распределенных программных проектов, объединяющих тысячи человек на разных континентах.

#### 1.24. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ARIS (ARchitecture of Integrated Information Systems)

Концепция Архитектуры Интегрированных Информационных Систем - ARIS (ARchitecture of Integrated Information Systems) разработана профессором А.В. Шеером (Scheer).

Эта концепция имеет два основных преимущества:

- позволяет выбрать методы и интегрировать их, опираясь на основные особенности моделируемого объекта;

– служит базой для управления сложными проектами, поскольку благодаря структурным элементам содержит встроенные модели процедур для разработки интегрированных информационных систем.

Архитектура ARIS явилась основой ARIS Toolset – инструментальной среды, разработанной компанией IDS Scheer AG.

В методологии ARIS [41] для описания различных подсистем организации используется более ста типов моделей, отражающих различные аспекты деятельности и реализующих различные методы моделирования (в том числе событийная цепочка процесса EPC (Event driven Process Chain):

- модель «сущность-связь» ERM (Entity Relationship Model);
- модели методики объектно-ориентированного моделирования OMT (Object Modeling Technique);
- модели BSC (Balanced Scorecard) – система сбалансированных показателей;
- модели UML и многие другие.

Все многообразие типов моделей ARIS подразделяется на пять видов описания в соответствии с основными подсистемами предприятия:

- организационной;
- функциональной,
- подсистемой данных;
- подсистемой процессов;
- подсистемой продуктов/услуг,

Остальные подсистемы могут моделироваться с использованием типов объектов, входящих в перечисленные виды описания.

### **1.25. ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ интегрированных информационных систем (MathWorks)**

Модельно-ориентированное проектирование (МОП) способствует представлению проекта на основании требований, а также улучшенной степени интеграции и повторному использованию на этапах концептуального и детализированного моделирования и проектирования [42].

Отправной точкой модельно-ориентированного проектирования является применение инструмента Simulink® компании MathWorks, с помощью которого на стадии концептуального проектирования создаются модели всей системы, включающие алгоритмы и внешнюю среду.

На рис.1.40 представлен типичный процесс разработки встроенного программного обеспечения, включающий в себя составление требований, проектирование, реализацию, интеграцию и этапы тестирования. Непрерывная верификация, управление конфигурацией и изменениями распространяются на каждый этап разработки.



Рис.1.40. Типичный процесс разработки встроенных систем

**Составления требований.** Составление спецификации по требованиям – это процесс анализа и документирования требований и ограничений, которым должна удовлетворять разрабатываемая система.

**Проведение валидации требований** перед переходом к рабочему проекту большое количество времени следует потратить на получение, анализ и верификацию требований. В случае новых или комплексных приложений верификация будет включать в себя моделирование и быстрое прототипирование для проверки правильности и полноты требований.

**Этап проектирования.** Проектирование – это процесс определения архитектуры и интерфейсов программного обеспечения и разработки детализированных функций и операций, удовлетворяющих требованиям.

**Проектирование концептуальной модели.** По ранее собранным требованиям инженер-проектировщик конструирует исполняемую версию проекта. Simulink дает возможность инженерам создавать эти алгоритмические модели в интуитивно понятной графической среде.

**Трассируемость требований в концептуальной модели.** В рабочем процессе при использовании МОП все элементы концептуального проекта должны трассироваться к требованиям, которые они удовлетворяют.

**Верификация концептуальной модели.** Концептуальный проект должен анализироваться для верификации выполнения заданных требований.

**Этап реализации.** Реализация – это процесс перевода разработки во встроенное программное обеспечение, которое можно запускать на целевом аппаратном обеспечении. В МОП перевод из разработки во встроенное программное обеспечение автоматизирован за счет генерации кода, которая значительно снижает количество ошибок и экономит время на написание кода.

**Этап верификации и валидации.** При МОП модели и имитационное моделирование используются для ранней и непрерывной верификации и валидации разработок на протяжении всего процесса разработки.

При использовании МОП, разработка представляется в виде модели и в завершение процесса демонстрируется, что модель соответствует требованиям, и код, сгенерированный из модели (реализация) также удовлетворяет требованиям, как показано на рис.1.41.

**Верификация действительно нужных элементов.** Первый шаг по внедрению верификации и валидации в проект с использованием модельно-

ориентированного проектирования состоит в том, чтобы оценить, какие действия по верификации и валидации необходимы для одновременного удовлетворения требований и временной экономии за счет МОП.



Рис.1.41. Процесс верификации и валидации в модельно-ориентированном проектировании

На рисунке 1.42 показана системная организация и взаимодействие принципов, стандартов и подходов к проектированию ИС



Рисунок 1.42. Взаимодействие принципов, стандартов и подходов к проектированию ИС

## 2. ИНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### 2.1 Лабораторная работа №1.

#### Исследование технологий проектирования информационных систем

**Цель:** проанализировать и систематизировать существующие технологии проектирования информационных систем (ИС) и определить целесообразное подмножество методов и технологий для решения задачи научно-исследовательской работы (НИР).

**Время:** 4 часа

#### Задание на лабораторную работу №1

Часть 1 (неделя 1). Провести анализ и систематизацию технологий проектирования ИС при решении различных задач НИР.

Часть 2 (неделя 2). На основе предварительного определения темы НИР сформировать подмножество возможных технологий, необходимых для реализации заданной темы НИР.

#### Порядок выполнения лабораторной работы №1

1. Исследовать доступный функционал и возможности различных технологий, применяемых при проектировании ИС.
2. Построить сводную таблицу, отражающую п.1.
3. На основе методов отбора и сужения мощности множества (например, экспертных оценок, вариантного анализа) предложить подмножество возможных технологий, необходимых для реализации заданной темы НИР.

#### Содержание части отчета №1 по лабораторной работе

1. Таблица систематизированных технологий, отражающая возможные их применения к различным областям научной и проектной деятельности.

Пример построения таблицы:

№ п/п	Технология	Методология	Стандарт	Связь с другими методологиями	Возможное применение	Уточнение
1	Отображения и моделирования процессов	функционального моделирования процессов – IDEF0 (Integrated DEfinition Func-tion)	IDEF	SADT	На этапе описания процессов системы, с целью построения процессуальной декомпозиции	IDEF0
2	...	...	...	...	...	...

2. Аргументация выбора конкретных технологий к заданной теме НИР.
3. Схема взаимодействия конкретных технологий для реализации НИР (в форме граф-схемы или таблицы).

Пример построения граф-схемы:



Пример построения таблицы

Тема НИР: Система принятия решения по структурной оптимизации информационной системы на основе модельно-ориентированного проектирования					
№ п/п	Технология	Методология	Стандарт	Возможное применение	Уточнение
1	Отображения и моделирования процессов	функционального моделирования процессов – IDEF0 (Integrated Definition Function)	IDEF	На этапе описания процессов системы, с целью построения процессуальной декомпозиции	IDEF0
2	-	-	ГОСТ 34.003-90	Документирование ТЗ, формирование требований к АС	-
...	...	...	...	...	...

#### 4. Выводы.

## 2.2 Лабораторная работа №2.

### Исследование технологий описания процессов на основе функционального моделирования потоков данных (методология DFD)

**Цель:** изучить автоматизированные средства моделирования потоков данных и потоков работ; осуществить выбор и применение инструментального средства для функционального моделирования потоков данных (диаграммы DFD).

**Время:** 4 часа

#### Краткие теоретические сведения

##### 1. Инструментальные средства поддержки методологии DFD

Для решения задачи функционального моделирования на базе структурного анализа традиционно применяются два типа моделей: SADT-диаграммы и DFD-диаграммы потоков данных. В табл.2.2 приведен перечень проприетарных (несвободных) инструментальных средств на российском рынке, поддерживающих DFD, и основные составляющие функциональных моделей.

**Таблица 2.2. Пакеты, поддерживающие DFD**

Название	Нотация DFD	Мини-спецификации	Поведение
Ramus	Йордан		упр. потоки и процессы
CASE Аналитик	Гейн-Карсон	структ. язык	упр. потоки и процессы
CASE/4/0	Йордан (расшир.)	-	Уорд-Мелпор (с STD)
Designer/2000	Гейн-Карсон	-	-
EasyCASE	Гейн-Карсон. Иодан	структ. язык	Уорд-Мелпор (с STD)
I-CASE Yourdon	Йордан	3GL	STD
Prokit *WORKBENCH	Гейн-Карсон	-	-
S-Designor	Гейн-Карсон, Йордан	-	-
SILVERRUN	произвольная	-	упр. потоки и процессы
Visible Analyst Workbench	Гейн-Карсон, Йордан	-	-

##### 2. Кроссплатформенная система моделирования и анализа бизнес-процессов Ramus Educational (условно свободное ПО)

Ramus Educational – это бесплатный аналог Ramus [56]. Ramus Education может быть использован для создания диаграмм в формате IDEF0 и DFD, использует формат файлов полностью совместимый с форматом файла коммерческой версии Ramus.

Ramus Educational доступен только в локальном варианте, и ограничен по функциональности. Для свободного скачивания с официального сайта доступен Ramus Educational ([http://ramussoftware.com/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=15&Itemid=10](http://ramussoftware.com/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=15&Itemid=10)).

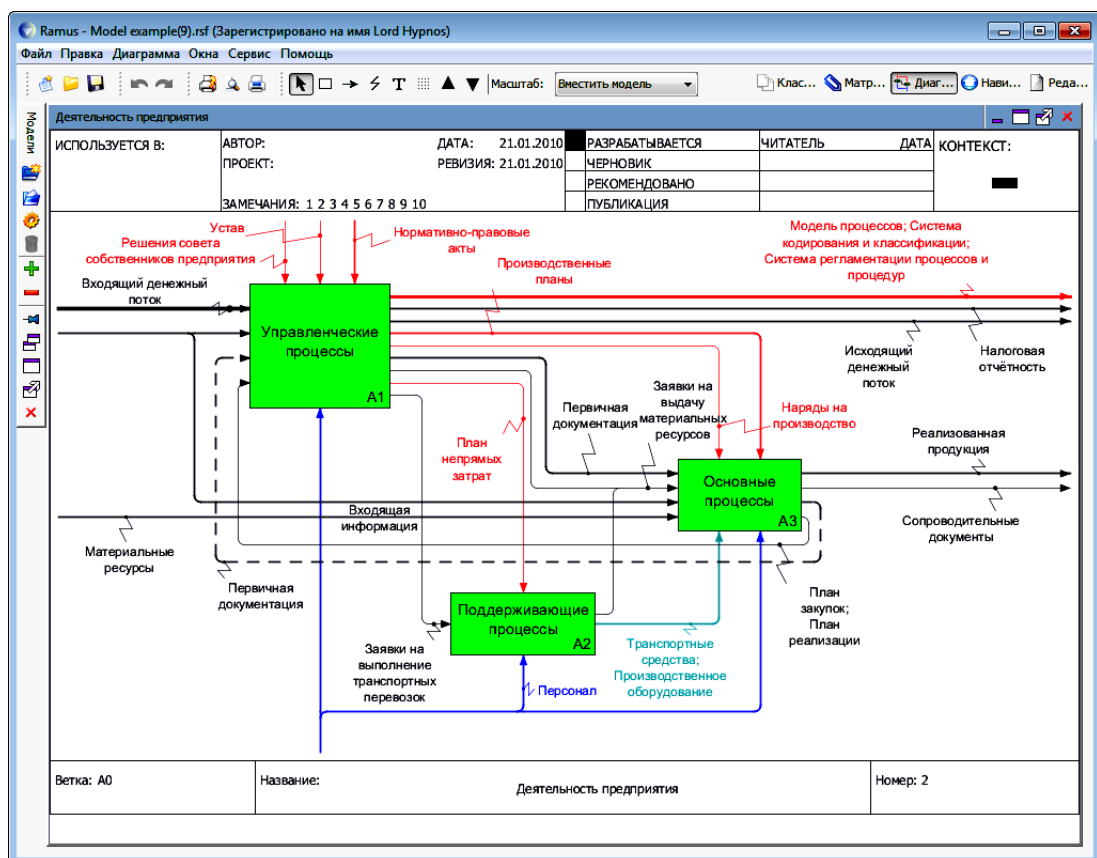


Рис.2.4. Область построения диаграмм Ramus Educational.

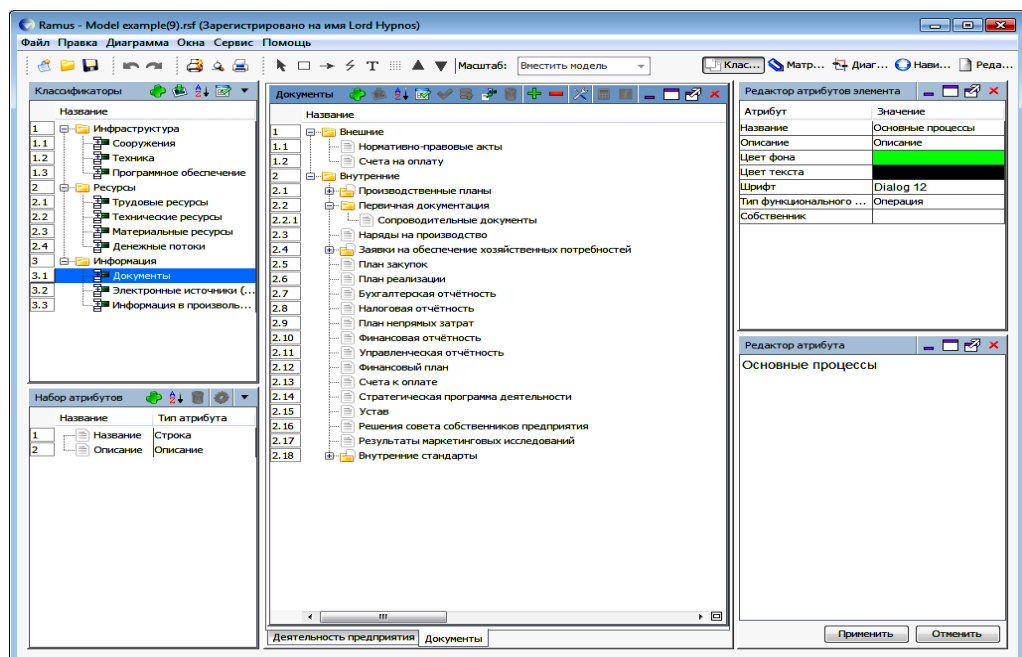


Рис.2.5. Область документирования процессов в Ramus Educational.

## Задание на лабораторную работу №2

В соответствии с темой НИР выполнить построение DFD-диаграммы при помощи CASE-средства Ramus Educational.



## **Порядок выполнения лабораторной работы №2**

1. Исследовать доступный функционал кроссплатформенной системы моделирования и анализа бизнес-процессов Ramus Educational [57].
2. Осуществить построение DFD-диаграммы в кроссплатформенной системе моделирования и анализа бизнес-процессов Ramus Educational.
3. Сгенерировать все доступные отчеты средствами Ramus Educational (сформировать таблицы операций и таблицы документов).

## **Содержание отчета №1 по лабораторной работе**

1. DFD-диаграмма, созданная в Ramus Educational.
2. Все возможные доступные отчеты по DFD-диаграмме, сформированные средствами кроссплатформенной системы моделирования и анализа бизнес-процессов Ramus Educational.
3. Выводы о применимости технологии для реализации НИР.

## 2.1. Лабораторная работа №3

### Исследование возможностей средства (CASE-средства) поддержки методологий функционального моделирования процессов (методология IDEF0)

**Цель:** изучить автоматизированные средства построения и анализа моделей предметной области в рамках НИР; осуществить выбор и применение инструментального средства функционального моделирования процессов (IDEF0 диаграммы). **Время:** 4 часа

#### Краткие теоретические сведения

### 1. Инструментальные средства поддержки методологии функционального моделирования процессов (IDEF0)

Нотация IDEF0, предназначенная для построения и анализа моделей предметной области, требует автоматизированных средств анализа (Upper CASE) и поддерживается многими инструментальными средствами

### 2. CA ERwin Data Modeler Community Edition (условно свободное ПО)

CA ERwin Data Modeler Community Edition – это бесплатное базовое средство моделирования, включающее в себя подмножество функций флагманского продукта CA ERwin Data Modeler Standard Edition. Это решение предоставляет множество базовых функций моделирования данных с ограничением до 25 объектов моделей, в том числе для проектирования и создания баз данных, сравнения моделей, определения стандартов и др., рис.2.6.

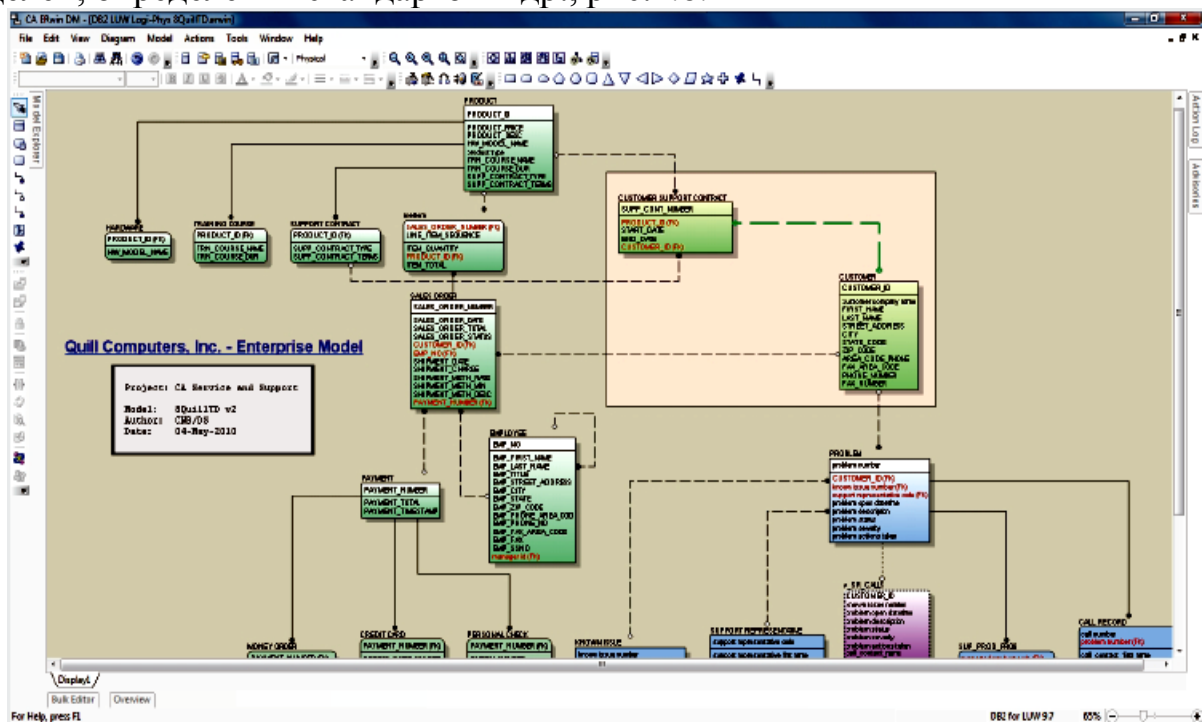


Рис.2.6. Интерфейс CA ERwin Data Modeler Community Edition

Для свободного скачивания с официального сайта доступен CA ERwin Data Modeler Community Edition (<http://erwin.com/products/data-modeler/community-edition>).

### **Задание на лабораторную работу №3**

В соответствии с темой НИР выполнить построение IDEF0-диаграммы при помощи CASE-средств: Ramus Educational и CA ERwin Data Modeler Community Edition.

### **Порядок выполнения лабораторной работы №3**

1. Осуществить построение IDEF0-диаграммы в кроссплатформенной системе моделирования и анализа бизнес-процессов Ramus Educational.
2. Сгенерировать все доступные отчеты средствами Ramus Educational.
3. Исследовать доступные инструменты функционального моделирования процессов системы CA ERwin Data Modeler Community Edition [55,59].
4. Осуществить построение IDEF0-диаграммы в CA ERwin Data Modeler Community Edition.
5. Сгенерировать все доступные отчеты средствами CA ERwin Data Modeler Community Edition.

### **Содержание отчета №3 по лабораторной работе**

1. IDEF0-диаграмма, созданная в кроссплатформенной системе моделирования и анализа бизнес-процессов Ramus Educational.
2. Все возможные доступные отчеты по IDEF0-диаграмме, сгенерированные средствами кроссплатформенной системы моделирования и анализа бизнес-процессов Ramus Educational.
3. IDEF0-диаграмма, созданная в CA ERwin Data Modeler Community Edition.
4. Все возможные доступные отчеты по IDEF0-диаграмме, сгенерированные средствами CA ERwin Data Modeler Community Edition.
5. Сравнительная характеристика и CA ERwin Data Modeler Community Edition и оценка целесообразности каждого средства при решении задачи НИР.
6. Выводы о применимости технологии для реализации НИР.

## **2.2. Лабораторная работа №4**

### **Исследование возможностей инструментальных средств (CASE-средства) поддержки методологий описания логики взаимодействия информационных потоков (методология IDEF3)**

**Цель:** изучить автоматизированные средства построения и анализа моделей предметной области; осуществить выбор и применение инструментального средства описания логики взаимодействия информационных потоков (IDEF3 диаграммы). **Время:** 4 часа

#### **Краткие теоретические сведения**

Наиболее популярные системы, поддерживающие функциональное моделирование в стандарте IDEF3 и используемые в России:

- семейство продуктов CA ERwin® Data Modeler, ранее AllFusion Process Modeler/AllFusion ERwin Data Modeler (ранее BPWin/ERWin) (CA Technologies, США);
- Design/IDEF (MetaSoftware, США, распространитель – Метатехнология, Москва);
- ARIS (компания Software AG, Германия – результат поглощения компании IDS Scheer автора методологии Августа-Вильгельма Шеера).

#### **Задание на лабораторную работу №4**

В соответствии с темой НИР выполнить построение IDEF3-диаграммы при помощи CASE-средств: Ramus Educational и CA ERwin Data Modeler Community Edition.

#### **Порядок выполнения лабораторной работы №4**

1. Исследовать доступный функционал построения IDEF3-диаграмм кроссплатформенной системы моделирования и анализа бизнес-процессов Ramus Educational [58].
2. Осуществить построение IDEF3-диаграммы в кроссплатформенной системе моделирования и анализа бизнес-процессов Ramus Educational.
3. Сгенерировать все доступные отчеты средствами Ramus Educational.
4. Исследовать доступный функционал построения IDEF3-диаграмм системы моделирования данных CA ERwin Data Modeler Community Edition [55,59].
5. Осуществить построение IDEF3-диаграммы в CA ERwin Data Modeler Community Edition.
6. Сгенерировать все доступные отчеты средствами CA ERwin Data Modeler Community Edition.

## **Содержание отчета №4 по лабораторной работе**

1. IDEF3-диаграмма, созданная в кроссплатформенной системе моделирования и анализа бизнес-процессов Ramus Educational.
2. Все возможные доступные отчеты по IDEF3-диаграмме, сгенерированные средствами кроссплатформенной системы моделирования и анализа бизнес-процессов Ramus Educational.
3. IDEF3-диаграмма созданная в CA ERwin Data Modeler Community Edition.
4. Все возможные доступные отчеты по IDEF3-диаграмме, сгенерированные средствами CA ERwin Data Modeler Community Edition.
5. Сравнительная характеристика и CA ERwin Data Modeler Community Edition.
6. Выводы о применимости технологии для реализации НИР.

## 2.3. Лабораторная работа №5

### Исследование применимости инструментальных средств (CASE-средства) поддержки методологии BPMN для реализации темы НИР

**Цель:** изучить автоматизированные средства построения и анализа моделей предметной области; осуществить выбор и применение инструментального средства моделирования бизнес-процессов (BPMN-диаграммы).

**Время:** 4 часа

### Краткие теоретические сведения

#### 1. Инструментальные средства поддержки моделирования бизнес-процессов BPMN

Современные инструментальные средства поддержки моделирования бизнес-процессов, как правило, связывают построенные модели процессов с операционной деятельностью компании и предоставляют механизмы контроля и мониторинга процессов.

Из наиболее популярных зарубежных программных продуктов выделяются:

- *ARIS Business Performance Edition (IDS Scheer AG);*
- *CA ERwin Data Modeler, ранее AllFusion Process Modeler/AllFusion ERwin Data Modeler (ранее BPWin/ERWin) (CA);*
- *Hyperion Performance Scorecard (Oracle);*
- *IBM WebSphere Business Modeler (IBM);*
- *SAP Strategic Enterprise Management (SAP).*

Среди российских разработок можно выделить:

- *Business Studio (Современные технологии управления);*
- *Бизнес-инженер (Битек);*
- *Инталев: Корпоративный навигатор (Инталев);*
- *ОРГ-Мастер Про (Бизнес Инжиниринг Групп).*

Наиболее мощной из представленных выше систем и самой дорогой является инструментальная система ARIS (разработчик IDS Scheer) [60], которая представляет собой интегрированное семейство программных продуктов, предназначенных для структурированного описания, анализа и последующего совершенствования бизнес-процессов предприятия, а также подготовки организаций к внедрению сложных информационных систем.

Программные продукты ARIS Platform группируются в четыре специализированных модуля:

- ARIS Strategy Platform позволяет создавать системы сбалансированных показателей и оптимизировать бизнес-процессы в соответствии с ними.
- ARIS Design Platform позволяет выявлять организационные, структурные и технологические недостатки и определять возможности оптимизации.
- ARIS Implementation Platform позволяет реализовывать бизнес-процессы в ИТ-среде. Модули, относящиеся к платформе:

– ARIS Controlling Platform используется для поиска возможностей совершенствования путем оценки и визуализации выполненных процессов, импортированных из ИТ-систем.

## 2. Инструмент для моделирования бизнес-процессов ARIS Express (свободное ПО)

В 2009 году корпорация IDS Scheer выпустила ARIS Express – бесплатную упрощенную версию программы для моделирования бизнес-процессов (свободное скачивание <http://www.ariscommunity.com/aris-express>).

ARIS Express поддерживает следующие типы моделей, рис.2.7:

- организационная диаграмма (Organizational chart);
- бизнес-процесс (Business process);
- ИТ-инфраструктура (IT infrastructure);
- карта процессов (Process landscape);
- модель данных (Data model);
- карта систем (System landscape);
- доска (Whiteboard);
- BPMN диаграмма версии 2.0 (BPMN diagram);
- общие диаграммы (General diagram).



Рис.2.7. Интерфейс ARIS Express

Первый модуль предназначен для построения организационной структуры, рис.4.8.

Для моделирования процессов можно использовать стандартный модуль для бизнес-процессов, который позволяет рисовать процессы в нотации eEPC или же использовать редактор диаграмм BPMN. Набор элементов минимальный, но всё необходимое присутствует, рис.4.9.

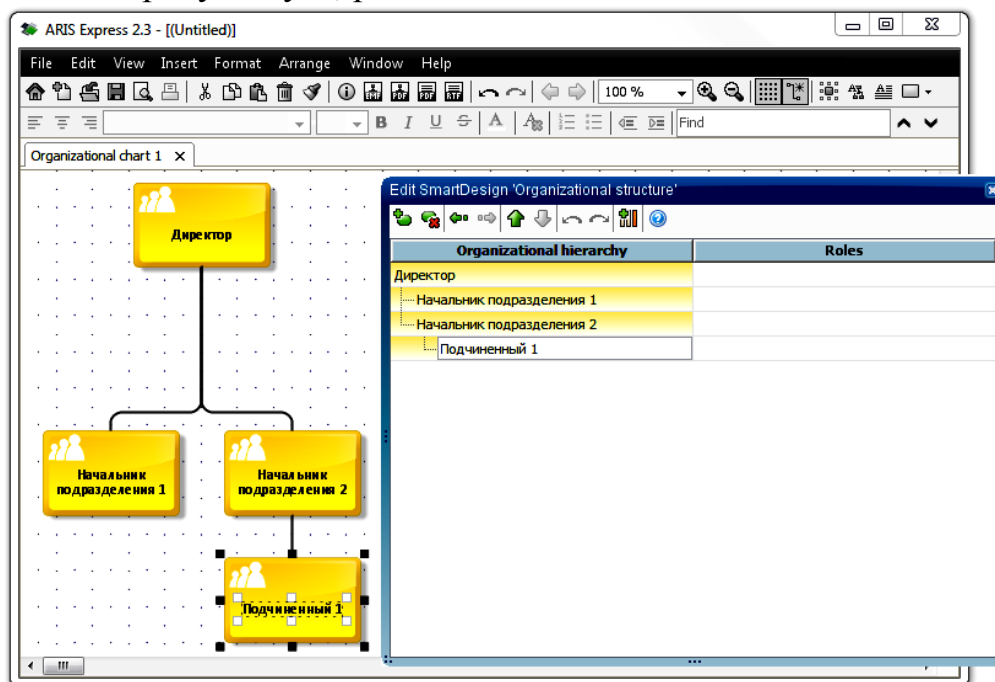


Рис.2.8. Оргструктура в ARIS Express.

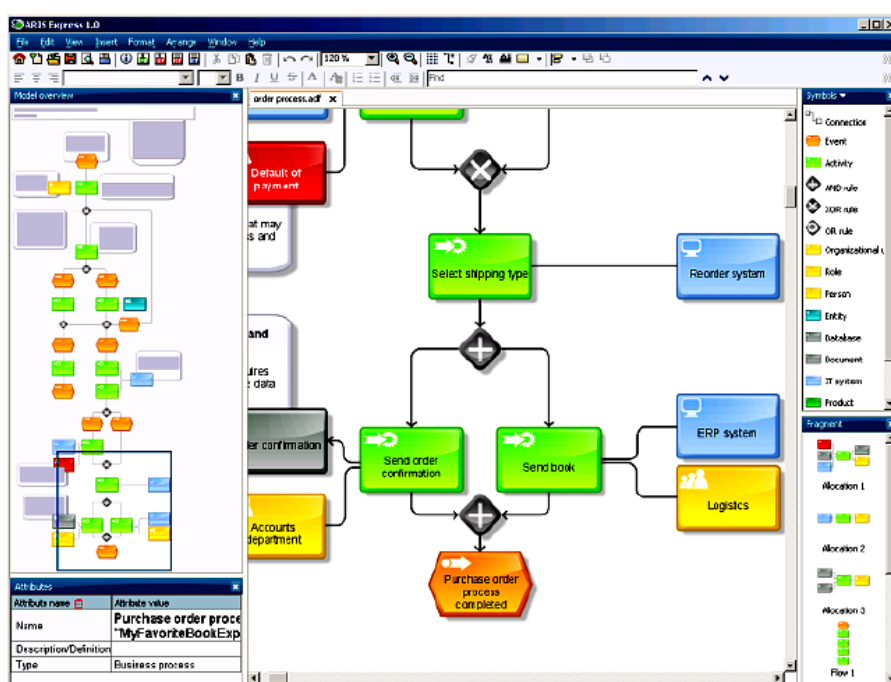


Рис.2.9. Бизнес-процессы в ARIS Express.

### Задание на лабораторную работу №5

В соответствии с темой НИР выполнить построение BPMN-диаграммы при помощи CASE-средств: ARIS Express.



### **Порядок выполнения лабораторной работы №5**

1. Исследовать доступный функционал системы моделирования и анализа бизнес-процессов ARIS Express [61].
2. Осуществить построение BPMN-диаграммы в системе моделирования и анализа бизнес-процессов ARIS Express.
3. Осуществить построение организационной диаграммы, диаграммы бизнес-процесса, модели данных, IT-инфраструктуры.
4. Сгенерировать все доступные отчеты средствами ARIS Express.

### **Содержание части отчета №5 по лабораторной работе**

1. Организационная диаграмма, диаграммы бизнес-процесса, модель данных, диаграмма IT-инфраструктуры.
2. BPMN-диаграмма, созданная в системе моделирования и анализа бизнес-процессов ARIS Express.
3. Все возможные доступные отчеты, сгенерированные средствами системы моделирования и анализа бизнес-процессов ARIS Express.
4. Выводы о применимости технологии для реализации НИР.

## 2.4. Лабораторная работа №6

### Исследование технологии модельно-ориентированного проектирования систем (AnyLogic)

**Цель:** изучить инструментальные средства построения и анализа моделей предметной области; осуществить выбор и применение инструментального средства имитационного моделирования бизнес-процессов. **Время:** 4 часа

#### Краткие теоретические сведения

#### 1. Инструментальные средства поддержки модельно-ориентированного проектирования

В современной теории имитационного моделирования существуют четыре основных подхода [62]:

- моделирование динамических систем (системы имитационного моделирования: MATLAB Simulink, VinSim и др.);
- дискретно-событийное моделирование (GPSS, Arena, eMPlant, AutoMod, PROMODEL, Enterprise Dynamics, FlexSim и др.);
- системная динамика (СИМ: VenSim, PowerSim, iThink, и др.);
- агентное моделирование (системы имитационного моделирования AnyLogic, Swarm, Repast и др.).

Системная динамика (СД) и Динамические системы – традиционные установившиеся подходы, Агентное моделирование – относительно новый. СД и Динамические системы оперируют в основном с непрерывными во времени процессами, а Дискретно-событийное моделирование и Агентное – в основном с дискретными.

В качестве базовых концепций формализации и структуризации в современных системах имитационного моделирования, наиболее часто применяемых при решении бизнес-задач, используются следующие два подхода:

- процессно-транзактно-ориентированные системы моделирования, основанные на описании процессов (process description). На современном рынке информационных технологий они представляют дискретно-событийный подход имитационного моделирования и являются наиболее представительным классом систем такого рода. Это системы: GPSS, Arena, Extend, AutoMod, ProModel, Witness, Taylor, eM-Plant, QUEST, SIMFACTORY II.5, SIMPLE++ и др.;
- агентное моделирование, при котором модели используются для исследования децентрализованных систем, динамика и функционирование которых определяется не глобальными правилами и законами, а наоборот, эти правила и законы являются результатом индивидуальной активности членов группы. Представитель российского рынка систем этого класса является пакет AnyLogic.

На рис.2.10 представлены среды, ориентированные на разные подходы в имитационном моделировании, из которого видно, что рынок очень неравномерный, дискретные системы наиболее представительны.

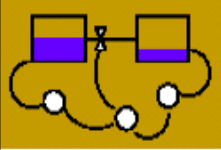
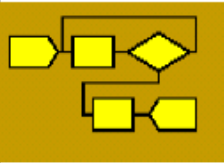

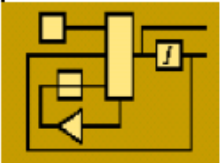
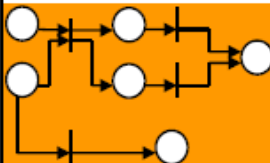
Системная динамика	Дискретные системы	Агентное моделирование	Динамические системы	Сети
				
Vensim, iThink, Powersim, AnyLogic	GPSS, Simula, Arena, AutoMod, AnyLogic, Extend, ProModel, QUEST, SIMFACTORY II.5, SIMPLE++, eM-Plant, Taylor ED, WITNESS	AnyLogic	MATLAB	ARIS

Рис.2.10. Базовые концепции и инструментальные решения имитационного моделирования.

## 2. Инструмент для разработки и исследования имитационных моделей (свободное ПО)

Пакет AnyLogic – отечественный профессиональный инструмент нового поколения, который предназначен для разработки и исследования имитационных моделей. Разработчик продукта – компания «Экс Джей Текнолоджис» (XJ Technologies), г. Санкт-Петербург.

Возможности AnyLogic представлены на рис.4.10.

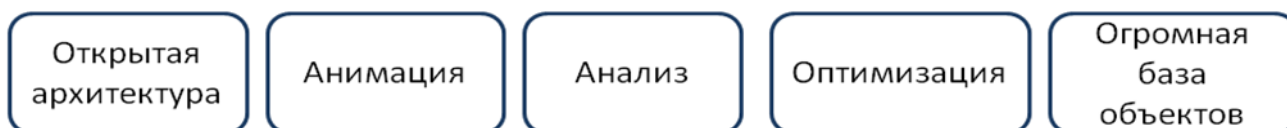


Рис.2.10. Возможности AnyLogic.

Базовые инструменты для разработки модели в среде AnyLogic, Окно редактора, изображения которого представлены на рис.2.11, имеет следующие элементы: панели инструментов; панель Проекты (дерево всех объектов проекта), рис.2.12; панель Палитра; панель Ошибки.

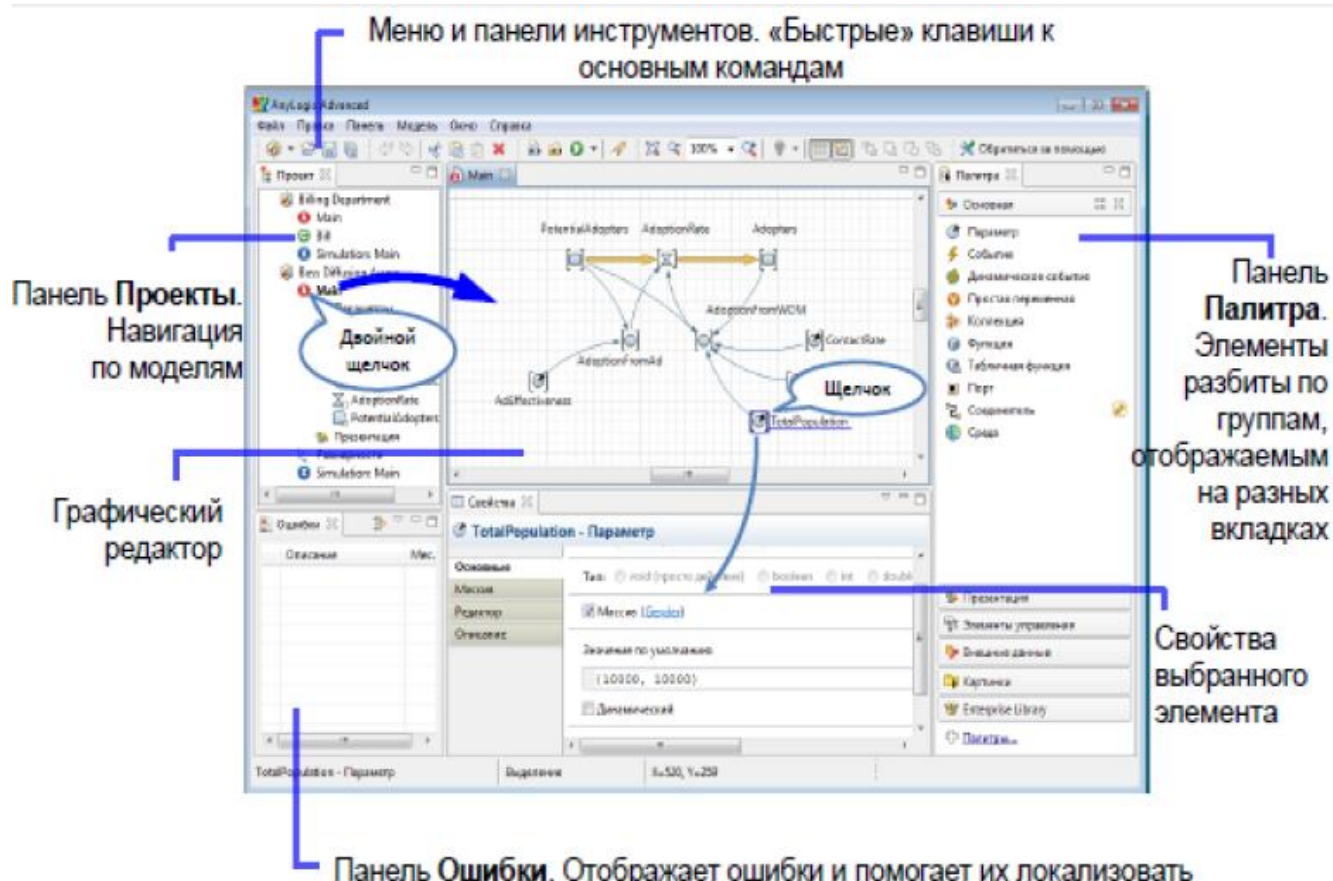


Рис.2.11. Графический редактор модели AnyLogic

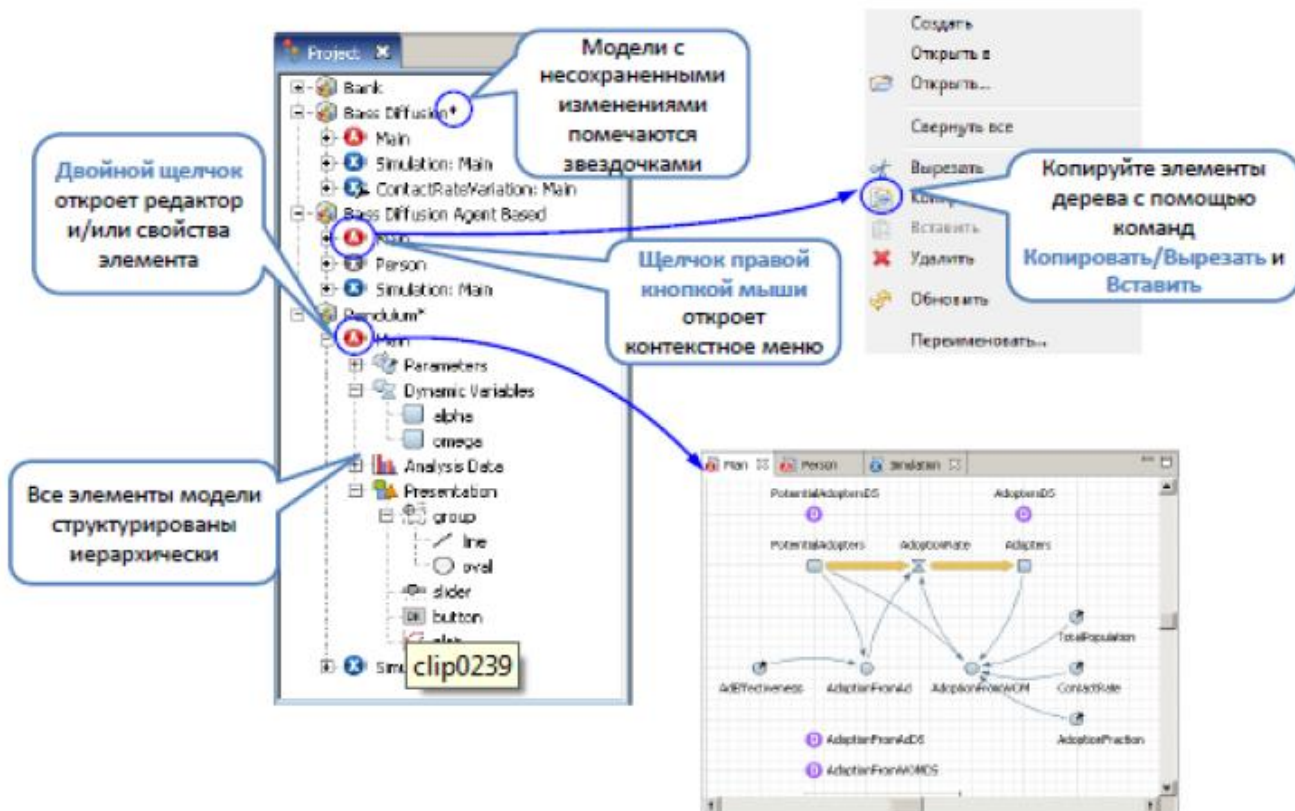


Рис.2.12. Панель Проекты

AnyLogic доступен бесплатно для обучения студентов и самообразования, в виде версии Personal Learning Edition (свободное скачивание <http://www.anylogic.ru/downloads>).

### **Задание на лабораторную работу №6**

1. Исследовать возможности инструмента имитационного моделирования AnyLogic [64].
2. Осуществить имитационное моделирование выбранного для исследования процесса средствами AnyLogic.

### **Порядок выполнения лабораторной работы №6**

1. Построить структурную диаграмму процесса. При построении модели нужно задать ее структуру (т.е. описать, из каких частей состоит модель системы).
2. Настроить параметры модели, то есть задать характеристики объектов.
3. Задать поведение отдельных объектов системы, то есть построить диаграмму состояний (или стейтchart) – модифицированные графы переходов конечного автомата. Стейтchart позволяет графически задать пространство состояний алгоритма поведения объекта, а также события, которые являются причинами срабатывания переходов из одних состояний в другие, и действия, происходящие при смене состояний.
4. Осуществить запуск модели.
5. Задать данные модели, изменяя свойства созданных объектов.
6. Запустить модель и проанализировать работу. Как изменились характеристики процесса? Сравнить результаты с предыдущим прогоном.
7. Включить сбор статистики.
  - \* Создать анимацию модели (дополнительное задание).
8. Проанализировать возможности технологии для реализации НИР.
  - \* Сформировать комплексную информационную технологию реализации НИР (дополнительное задание).

### **Содержание части отчета №6 по лабораторной работе**

1. Имитационная модель системы, сформированная с использованием системы AnyLogic.
2. Результаты моделирования.
3. Выводы о применимости технологии для решения задачи НИР.
4. Приложение: схема комплексной информационной технологии реализации НИР (дополнительное задание).

## 2.5. Требования к содержанию и оформлению отчетов

Отчеты по лабораторным работам и практическим заданиям оформляются согласно правилам оформления принятыми на кафедре, ГОСТам и ЕСКД.

Основные правила по оформлению отчетной документации:

Параметры страницы: А4 (21×29,7), ориентация – книжная (допускается использовать альбомную ориентацию страницы для выполнения схем и таблиц).

Поля: левое – 2.5, верхнее – 1.5, нижнее – 1.5, правое – 1.

Нумерация страницы – внизу, справа. Нумерация ведется с титульного листа, номер на титульном листе не ставится.

Шрифт Times New Roman, кегль 14, интервал – одинарный.

Заголовки разделов: абзацный отступ – 0, выравнивание по центру, шрифт – жирный, нумерация – арабскими цифрами, точка в конце названия раздела не ставится.

Заголовки подразделов (допускается три уровня, например 1.1., 1.1.1.): абзацный отступ – 1.25÷1.5, выравнивание по ширине, шрифт – жирный, точка в конце названия подраздела не ставится.

Основной текст: абзацный отступ – 1.25÷1.5, выравнивание по ширине, шрифт – обычный.

Нумерация рисунков и таблиц – сквозная внутри раздела (например, в разделе 1 – рис. 1.1., рис.1.1.2 и т.д., или табл.1.1., табл.1.2. и т.д.).

Рисунки помещаются после упоминания их в тексте и имеют подпись, размещаемую под рисунком без абзацного отступа и имеющую выравнивание по центру и точку на конце названия (например, Рис.1.1. Название.).

Таблицы размещаются после ссылки на них в тексте. Название приводится над таблицей, без абзацного отступа с выравниванием по центру, без точки на конце названия (например (Таблица 2.2. Название).

Допускается выносить рисунки и таблицы в Приложения. В этом случае ссылка должна содержать номер приложения (например: рис.1.1. Приложения 1 или табл.А1 Приложения А).

Основная часть должна содержать ссылки на используемую литературу или информационные источники, список которых приводится после раздела Выводы и перед Приложениями. Ссылка заключается в квадратные скобки (например – [1], [5,7], [3-6].

Приложения нумеруются арабскими цифрами (Приложение 1, Приложение 2) или обозначаются русскими заглавными буквами в порядке их следования (Приложение А, Приложение Б). Слово Приложение...выравнивается по правому краю и имеет жирный шрифт. Название приложения располагается на следующей строке, без абзацного отступа, выравнивание по центру, шрифт – жирный.

Каждый раздел этого документа является отчетом по выполнению соответствующего практического задания и лабораторной работы (обязательные разделы и правила выполнения отчетов представлены в Приложении 2).

## 2.6. Организация защиты и критерии оценивания выполнения лабораторных работ

К защите представляется отчет, включающий в себя результаты выполнения лабораторной работы, выполненной согласно правилам, описанным в п.2.2 и единый титульный лист, на котором отмечаются результаты выполнения заданий.

К отчетам прилагается электронный носитель, содержащий папки с файлами диаграмм и отчетов, созданных в ходе выполнения практических заданий и лабораторных работ.

На проверку теоретической подготовки, проводимой по контрольным вопросам, отводиться 5-6 минут.

*Степень усвоения теоретического материала* оценивается по следующим критериям:

- ***оценка «отлично» выставляется, если:***

- последовательно, четко, связно, обоснованно и безошибочно с использованием принятой терминологии изложен учебный материал, выделены главные положения, ответ подтвержден конкретными примерами, фактами;
- самостоятельно и аргументировано сделан анализ, обобщение, выводы, установлены межпредметные (на основе ранее приобретенных знаний) и внутрипредметные связи, творчески применены полученные знания в незнакомой ситуации;
- самостоятельно и рационально используются справочные материалы, учебники, дополнительная литература, первоисточники; применяется система условных обозначений при ведении записей, сопровождающих ответ; используются для доказательства выводы из наблюдений и опытов, ответ подтверждается конкретными примерами;
- допускает не более одного недочета, который легко исправляется по требованию преподавателя.

- ***оценка «хорошо» ставится, если:***

- дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий; допущены незначительные ошибки и недочеты при воспроизведении изученного материала, определения понятий, неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов; материал излагает в определенной логической последовательности;
- самостоятельно выделены главные положения в изученном материале; на основании фактов и примеров проведено обобщение, сделаны выводы, установлены внутрипредметные связи.
- допущены одна негрубая ошибка или не более двух недочетов, которые исправлены самостоятельно при требовании или при небольшой помощи преподавателя; в основном усвоил учебный материал.

- ***оценка «удовлетворительно» ставится, если:***

- усвоено основное содержание учебного материала, но имеются пробелы в усвоении материала, не препятствующие дальнейшему изучению; мате-

риал излагает несистематизированно, фрагментарно, не всегда последовательно;

- показана недостаточная сформированность отдельных знаний и умений; выводы и обобщения аргументируются слабо, в них допускаются ошибки;
- допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, даются недостаточно четкие определения понятий; в качестве доказательства не используются выводы и обобщения из наблюдений, фактов, опытов или допущены ошибки при их изложении;
- обнаруживается недостаточное понимание отдельных положений при воспроизведении текста учебника (записей, первоисточников) или неполные ответы на вопросы преподавателя, с допущением одной – двух грубых ошибок.

• ***оценка «неудовлетворительно» ставится, если:***

- не усвоено и не раскрыто основное содержание материала; не сделаны выводы и обобщения;
- не показано знание и понимание значительной или основной части изученного материала в пределах поставленных вопросов или показаны слабо сформированные и неполные знания и неумение применять их к решению конкретных вопросов и задач по образцу;
- при ответе (на один вопрос) допускается более двух грубых ошибок, которые не могут быть исправлены даже при помощи преподавателя;
- не даются ответы ни на один из поставленных вопросов.

*Оценка выполнения практических заданий и лабораторных работ* проводится по следующим критериям

• ***оценка «отлично» ставится, если студент:***

- творчески планирует выполнение работы;
- самостоятельно и полностью использует знания программного материала;
- правильно и аккуратно выполняет задание;
- умеет пользоваться литературой и различными информационными источниками;
- выполнил работу без ошибок и недочетов или допустил не более одного недочета

• ***оценка «хорошо» ставится, если студент:***

- правильно планирует выполнение работы;
- самостоятельно использует знания программного материала;
- в основном правильно и аккуратно выполняет задание;
- умеет пользоваться литературой и различными информационными источниками;
- выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов.

• ***оценка «удовлетворительно» ставится, если студент:***

- допускает ошибки при планировании выполнения работы;



- не может самостоятельно использовать значительную часть знаний программного материала;
- допускает ошибки и неаккуратно выполняет задание;
- затрудняется самостоятельно использовать литературу и информационные источники;
- правильно выполнил не менее половины работы или допустил:
  - не более двух грубых ошибок или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета;
  - не более двух- трех негрубых ошибок или одной негрубой ошибки и трех недочетов;
  - при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.
- **оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент:**
  - не может правильно спланировать выполнение работы;
  - не может использовать знания программного материала;
  - допускает грубые ошибки и неаккуратно выполняет задание;
  - не может самостоятельно использовать литературу и информационные источники;
  - допустил число ошибок недочетов, превышающее норму, при которой может быть выставлена оценка «3»;
  - если правильно выполнил менее половины работы;
  - не приступил к выполнению работы;
  - правильно выполнил не более 10% всех заданий.

### **3. Перечень вопросов для подготовки к экзамену по дисциплине «Технологии проектирования информационных систем»**

1. Понятие технологии проектирования информационной системы (ИС), понятие информационной модели.
2. Подходы к построению и проектированию информационных систем.
3. Понятие метода проектирования ИС, их классификация.
4. Системы автоматизированного проектирования (САПР) технических средств и ИС: сходства, отличия, особенности, примеры.
5. Требования к технологии проектирования ИС.
6. Формализация описания технологии проектирования ИС.
7. Классификация технологий проектирования ИС. Выбор технологии проектирования ИС.
8. Классификация средств проектирования ИС.
9. Основные стадии жизненного цикла проектирования ИС.
10. Модели жизненного цикла ИС: основные и модифицированные.
11. Соответствие информационных процессов, информационных технологий и средств их проектирования. Принципы проектирования базовых информационных технологий.
12. Классификация стандартов на проектирование и разработку информационных систем.
13. Международные стандарты ISO/IEC 12207:1995-08-01 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207), стандарт ISO/IEC 15288:2002 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005), комплекс стандартов ГОСТ 34.
14. Фирменные стандарты (Oracle CDM, MSF и др.).
15. Методология моделирования функциональной структуры объектов – SADT. Методология моделирования данных – ERD (Entity-Relationship Diagrams) (case-метод Баркера).
16. Методология моделирования работы в реальном времени – STD.
17. Модель быстрой разработки приложений RAD (Rapid Application Development)
18. Методология функционального моделирования процессов – IDEF0. Характеристика диаграмм. Типы взаимосвязей между блоками.
19. Кроссплатформенная система моделирования и анализа бизнес-процессов Ramus Educational: возможности, особенности применения при проектировании ИС.
20. Методология функционального моделирования процессов – IDEF0. Последовательность создания функциональных моделей.
21. Технология анализа взаимосвязей между информационными потоками – IDEF1 (IDEF1X).
22. Средства CA ERwin Data Modeler Community Edition: возможности, особенности применения.
23. Методология описания (документирования) и моделирования процессов – IDEF3.

24. Диаграммы PFDD (Process Flow Description Diagrams), OSTN (Object State Transition Network).
25. Методология рационального унифицированного процесса RUP (Rational Unified Process).
26. Диаграмма Последовательности (Sequence Diagram) и диаграмма Ганта: сходства, отличия, назначение.
27. Технологии, основанные на моделировании, анализе бизнес-процессов BPMN.
28. Инструмент для моделирования бизнес-процессов ARIS Express: типы диаграмм, возможности.
29. Реинжиниринг бизнес-процессов в ИС (реорганизации бизнес-процессов – BPMN) при проектировании ИС.
30. Технологии объектно-ориентированного подхода (анализа) при проектировании ИС.
31. Технология объектно-ориентированного подхода с использованием паттернов.
32. Средства имитационного моделирования ИС на основе технологии модельно-ориентированного подхода.
33. Основные подходы в имитационном моделировании ИС и соответствующие технологии.
34. Средства модельно-ориентированного подхода (анализа): MathLab Simulink, VinSim, AnyLogic.
35. Инструмент для разработки и исследования имитационных моделей AnyLogic: панели, окна, редакторы.
36. Гибкие методологии проектирования (agile-методы).
37. Понятие CASE-технологии проектирования ИС. Основные принципы CASE - технологии.
38. Классификация CASE-средств, стратегия их выбора.
39. Технологии планирования проектов по стандарту PMBOK Guide – Руководству к своду знаний по управлению проектами.
40. Метод PERT (Program Evaluation and Review Technique) при проектировании ИС.
41. Средства планирования проектов: OpenProj, Microsoft Project.
42. Проблемы и перспективы проектирования ИС: мультизадачность ИС, гетерогенность системы и среды, неопределенность задач и требований, Runtime, On-line проектирование.

## **4. ИНСТРУКТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

### **4.1 Цели и задачи курсового проектирования**

**Целью курсового проекта**, выполняемого на первом курсе магистратуры (II семестр), является активизация исследовательской деятельности магистрантов в рамках подготовки выпускной квалификационной работы (ВКР) с использованием требуемого набора средств проектирования и моделирования сложных ИС, а также систем различной физической природы.

Содержание и объем задания курсового проекта каждого магистранта согласовывается с научным руководителем ВКР не позже 2-й учебной недели II семестра.

Курсовой проект по дисциплине «Технологии проектирования ИС» представляет собой первый этап унифицированного процесса оформления научно-исследовательской работы, которую студенты выполняли в течение I семестра I курса магистратуры по форме ВКР.

Исходными данными для проектирования являются:

- результаты отчета по НИР за I семестр (дневник НИР магистра);
- результаты выполнения лабораторных работ по дисциплине «Технологии проектирования ИС»;
- результаты выполнения лабораторных работ по дисциплине «Анализ эффективности ИС» в части определения требований и критериев оценки ИС по теме НИР;
- результаты выполнения расчетно-графического задания по дисциплине «Анализ эффективности ИС» в части анализа экспертного опроса по экспертным оценкам ИС по теме НИР.

*Таким образом, курсовой проект по дисциплине ТПИИС реализует сквозной процесс разработки системы и исследования ее процессов в рамках НИР.*

### **4.2. Содержание курсового проекта и пояснительной записки**

Общее содержание курсового проекта:

- 1) Выявление множества (комплекса) технологий проектирования, эффективно реализующих НИР по каждому этапу ЖЦ.
- 2) Формальное описание комплекса технологий проектирования, эффективно реализующих НИР по каждому этапу ЖЦ.
- 3) Оценка эффективности ИС и(или) ИТ в задаче НИР.
- 4) Оценка возможных эксплуатационных характеристик ИС и(или) ИТ в задаче НИР (в темах НИР, связанных с созданием БД).

**Содержание пояснительной записки (ПЗ)** к курсовому проекту следующее:

#### **1. Постановка задачи**

(берется из отчета по НИР за I семестр, возможны корректировки по

согласованию с научным руководителем). В постановку задачи включаются:

- 1.1 Описание предметной области.
- 1.2 Описание входных и выходных данных ИС или ИТ.
- 1.3 Описание требований к ИС или ИТ.
- 1.4 Описание ограничений при создании ИС или ИТ.

## **2. Описание комплекса технологий для проектирования ИС и (или) ИТ)**

- 2.1 Обоснование выбора модели жизненного цикла при проектировании ИС или ИТ.
- 2.2 Описание вложенных уровней проектирования ИС или ИТ на основе диаграммы Венна<sup>1</sup>.
- 2.3 Обоснование комплекса технологий при проектировании ИС или ИТ.
- 2.4. Формализованное описание комплекса технологий при проектировании ИС или ИТ.

## **3. Оценка эффективности выбранного комплекса технологий при проектировании ИС или ИТ.**

- 3.1. Выбор критериев оценки комплекса технологий при проектировании ИС или ИТ.
- 3.1. Расчет показателя эффективности оценки комплекса технологий при проектировании ИС или ИТ.

## **4. Оценка возможных эксплуатационных характеристик ИС и(или) ИТ в задаче НИР.**

- 4.1. Расчет информационных характеристик БД (требуемый объем жесткого диска при учете интенсивности приращения информационного фонда).

**Заключение.**

**Библиографический список.**

**Приложения.**

### **4.3 Порядок защиты курсового проекта**

Согласно «Положения о планировании и организации учебного процесса», раздел 7.4.8:

Задание выдается в письменном виде не позднее, чем через 14 дней после начала семестра, в котором выполняется проект.

Прием защиты курсового проекта (работы) производится комиссией из двух человек, назначенной кафедрой, при непосредственном участии руководителя проекта (работы).

Курсовая работа (проект) оценивается отметками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

График защиты курсовых работ устанавливается соответствующей кафедрой вне учебного расписания.

Защита курсовой работы (проекта) состоит в кратком докладе студента по выполненной теме (с использованием слайдов, графиков и других наглядных пособий) и его ответах на вопросы, задаваемые присутствующими на защите.

---

<sup>1</sup> Игнатьев А.В., «Методы и средства проектирования ИС и ИТ», эл. Учебник. 2014г.

Защита курсовой работы оценивается по следующим критериям:

- степень усвоения студентом понятий и категорий по теме курсового исследования;
- умение работать с документальными и литературными источниками;
- умение формулировать основные выводы по результатам анализа конкретного материала;
- грамотность и стиль изложения материала;
- самостоятельность работы, оригинальность мышления в осмыслении материала;
- наличие презентации;
- умение доложить полученные результаты.

Выполненные проекты (работы) после их защиты хранятся на кафедре один год, а затем списываются по акту, утвержденному заведующим кафедрой, и уничтожаются. Часть проектов, представляющих научно-практический интерес, может быть оставлена на кафедре по решению заведующего кафедрой.

Итоги выполнения и защиты курсовых проектов (работ) обсуждаются на заседаниях кафедр. Студент, не защитивший до начала экзаменационной сессии курсовой проект (работу), к экзаменам не допускается.

#### **4.4 Теоретические сведения и примеры выполнения задания на курсовое проектирование**

##### **Информационные расчеты ИС.**

Длина логической записи  $j$ -ого файла определяется как сумма длин полей, её составляющих и указателей, если они организуются разработчиком. Так, для наиболее общего случая длину логической записи можно определить по формуле:

$$L_j = \sum_{i=1}^{M_j} l_{ij} \quad [\text{байт}], \quad (1)$$

где  $M_j$  – число групп полей в записях,  $l_{ij}$  длина группы [байт].

Если отдельным атрибутам объекта соответствуют переменная длина полей, то определяется максимальная  $\max L_j$  и средняя длины записи  $m\{L_j\}$ .

Для реляционной модели характерно фиксированное число как для длины каждого поля записи, так и для количества полей каждой записи, поэтому выражение 1 можно представить в следующем виде:

$$L_j = \sum_{j=1}^M l_j \quad [\text{байт}], \quad (2)$$

где  $M$  – число полей в записи  $j$ -ого файла,  $l_j$  – длина  $j$ -ого поля.

Объем памяти, необходимый для размещения информационного фонда без учёта системных данных и указателей составит

$$I = \sum_{j=1}^N L_j \cdot K_j \quad [\text{байт}], \quad (3)$$

где  $N$  – количество отношений РБД,  $K_j$  – количество записей  $j$ -го файла.

Приращение информационного фонда

$$\Delta I = \sum_{j=1}^{N_{\lambda}} L_j \cdot \lambda_j \text{ [байт-1]}, \quad (4)$$

где  $N_{\lambda}$  – число добавленных типов записей,  $\lambda_j$  – интенсивность добавления записей в файл  $j$ -го типа.

Зная первоначальный объём  $V_{общ}$  памяти, выделенной под развёртывание БД, и объём программного обеспечения ВПО, представляется возможным оценить время заполнения информационного фонда

$$T_{зап} = \frac{V_{общ} - V_{по} - I}{\Delta I} \text{ [время]}, \quad (5)$$

Полученное значение при расчете по выражению 5 следует оценить с точки зрения соответствия устареванию системы, т.е. если полученное время значительно превышает предполагаемое время устаревания, необходимо выбрать меньшее значение  $V_{общ}$ . Практически это реализуется как выделение дисковых квот.

Время резервного копирования определяется несколькими способами: 1) интенсивностью отказов, сопровождающихся потерей данных

$$T_{рк} = \frac{0.5 \div 0.8}{\mu} \text{ [время]}, \quad (6)$$

где  $\mu$  - интенсивность отказов, сопровождающихся потерей данных.

2) Если данные такого рода отсутствуют, то копирование производится через промежутки времени, в которые поступает порция данных порядка 20% первоначального объёма БД:

$$T_{рк} = \frac{0.2 \cdot I}{\Delta I}. \quad (7)$$

Количество обращений к логическим записям определяется как

$$n_j = \sum_{i=1}^N n_{ij}, \quad (8)$$

где  $n_{ij}$  – количество обращений к записям  $j$ -го типа в  $i$ -м запросе.

Интенсивность обращений к информационному фонду:

$$\eta = \sum_{i=1}^Z n_{ij} \cdot \varphi_i, \quad (9)$$

где  $\varphi_i$  – частота выполнения  $i$ -того запроса,  $Z$  - число запросов, обработка которых предусмотрена СУБД.

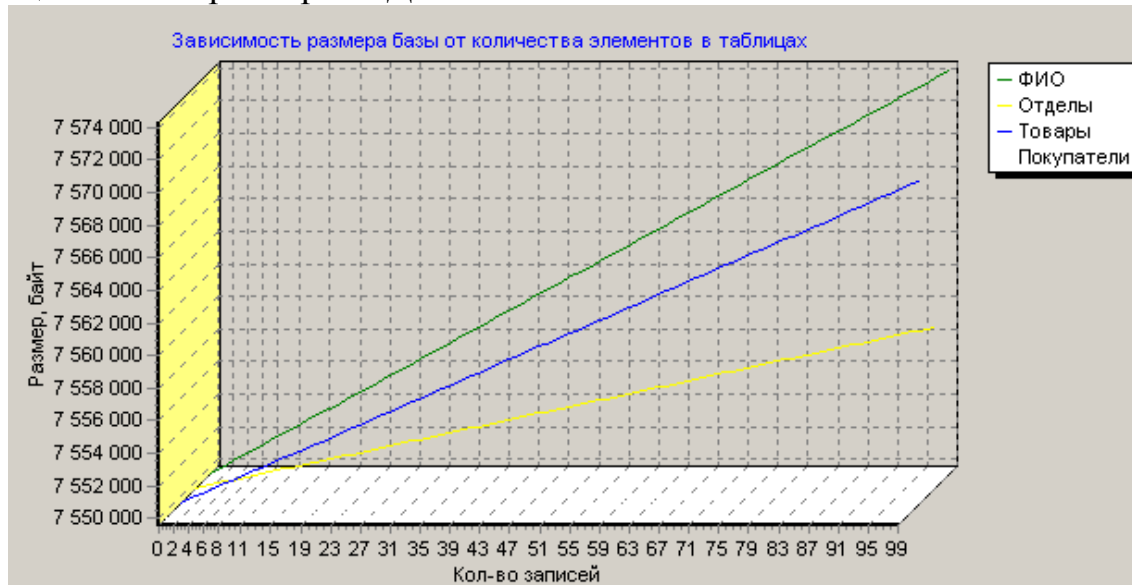
Средний объём данных, предоставляемый пользователю во время выполнения  $i$ -ого запроса определяется выражением

$$V_{данных} = \sum_{j=1}^N n_{ij} \cdot L_j. \quad (10)$$

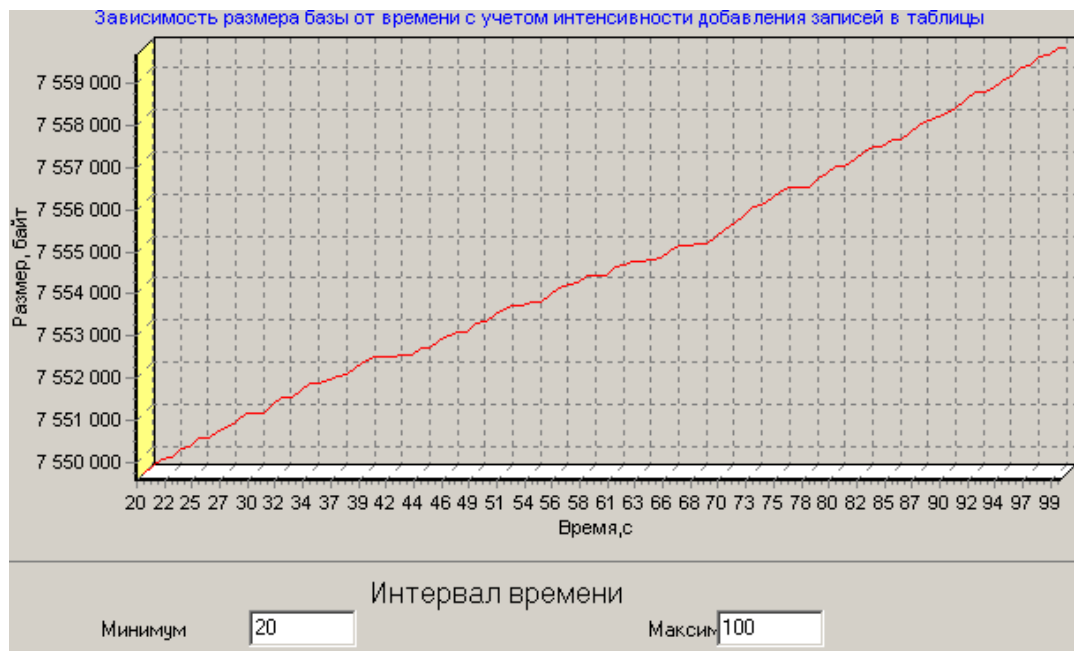
Анализ функционирования ИС по выражениям 5, 6, 7 оформить в форме графиков изменения объёма жесткого диска от времени или объёма БД от времени. При построении графиков необходимо учесть, что объём жесткого диска ПК

или объем БД может измениться, исходя из частоты и вида резервного копирования.

На рисунках приведены исходные данные и результаты моделирования эксплуатационных параметров БД.



а)



б)

Рисунок 4.1 – Примеры реализации графиков приращения информационного фонда



## Список литературы и информационных ресурсов

1. Федеральный закон от 27.07.2006 N 149-ФЗ (ред. от 31.12.2014) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». Режим доступа – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_173622/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173622/).
2. ГОСТ 34.321-96 Информационные технологии. Система стандартов по базам данных. Эталонная модель управления данными. Режим доступа – <http://gostexpert.ru/gost/gost-34.321-96>.
3. ISO/IEC 2382-1:1993 Information technology; Vocabulary; Part 1: Fundamental terms (Информационные технологии. Словарь. Часть 1. Основные термины) Режим доступа – <http://rossert.narod.ru/alldoc/info/2z23/g28647.html>.
4. ГОСТ 34.003-90 Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения. Режим доступа – <http://base.garant.ru/187632/>.
5. ISO/IEC 38500:2015 Information technology – Governance of IT for the organization (Информационная технология. Корпоративное управление информационными технологиями) Режим доступа – [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=62816](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=62816).
6. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: СИНТЕГ. – 663 с. Режим доступа – [http://www.methodolog.ru/books/methodology\\_full.pdf](http://www.methodolog.ru/books/methodology_full.pdf).
7. Теория систем и системный анализ: Учебник/В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2010. – 640 с. Режим доступа – <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/143657/a261cee4cef2ef83d70df07a16c9ded6.pdf?sequence=1>.
8. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99 Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств. Режим доступа – <http://www.complexdoc.ru/lib/ГОСТ%20Р%20ИСО%20МЭК%2012207-99>.
9. РД 50-680-88 Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения. Режим доступа – <http://www.gostinfo.ru/catalog/Details/?id=2033907#.VZIGFC-5GDM>.
10. Избачков Ю.С, Петров В.Н., Васильев А.А., Тепина И.С. Информационные системы: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2011. – 544 с: ил.
11. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 Информационная технология. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. Режим доступа – <http://vsegost.com/Catalog/20/2011.shtml>.
12. IEEE Std 1220-2005 IEEE Standard for Application and Management of the Systems Engineering Process. Режим доступа – <https://standards.ieee.org/findstds/standard/1220-2005.html>.
13. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-2009 Информационные технологии. Оценка процессов. Режим доступа – <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=175314>.
14. ГОСТ Р ИСО 10303 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Режим доступа – <http://www.gosthelp.ru/gost/gost18561.html>.
15. IDEF Family of Methods. A Structured Approach to Enterprise Modeling & Analysis Режим доступа – <http://www.idef.com/>.
16. Documents Associated with Unified Modeling Language (UML) Version 2.5 Режим доступа – <http://www.omg.org/spec/UML/2.5/>.
17. IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems (IEEE Std 1471-2000). Режим доступа – <http://standards.ieee.org/findstds/standard/1471-2000.html>.
18. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания. Режим доступа – <http://vsegost.com/Catalog/10/10698.shtml>.
19. Орлов, С.А. Технологии разработки программного обеспечения: учеб. / С.А. Орлов. – СПб.: Питер, 2002. – 464 с.
20. Проектирование информационных систем: учебное пособие. Авторы: Абрамов Г.В., Медведкова И.Е., Коробова Л.А. Издательство: ВГУИТ, 2012 г.

21. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 176 с.
22. Зыков С.В. Основы проектирования корпоративных систем / С.В. Зыков; Нац.исслед.ун-т «Высшая школа экономики»: Изд. дом Высшей школы экономики; Москва; 2012.
23. Дэвид А. Марк, Клемент Мак-Гоуэн Методология структурного анализа и проектирования SADT. М.:Метатехнология, 1993.
24. Цуканова О. А. Методология и инструментарий моделирования бизнес-процессов: учебное пособие – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 100 с. [Электронный ресурс] Режим доступа – <http://books.ifmo.ru/file/pdf/1720.pdf>.
25. IDEF0 Function Modeling Method. Описание. Режим доступа – <http://www.idef.com/IDEF0.htm>.
26. РД IDEF0–2000 Руководящий документ. Методология функционального моделирования IDEF0. ИПК Издательство стандартов, 2000. [Электронный ресурс] Режим доступа – <http://www.nsu.ru/smk/files/idef.pdf>.
27. Галямина И. Г. Управление процессами: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. – СПб.: Питер, 2013. – 304 с: ил.
28. Построение диаграмм потоков работ – WFD. [Электронный ресурс] Режим доступа – <http://studopedia.info/2-82371.html>.
29. Barker R. CASE-Method. Entity-Relationship Modelling. Copyright Oracle Corporation UK Limited, Addison-Wesley Publishing Co., 1990.
30. Дроздов А.Л., Коптелов А.К. Использование средств описания процессов при внедрении корпоративных информационных систем. Проблемы теории и практики управления, 2006, №10. [Электронный ресурс] Режим доступа – <http://businessprocess.narod.ru/index17.htm>.
31. IDEF1 Information Modeling Method. Описание. Режим доступа – <http://www.idef.com/IDEF1.htm>.
32. IDEF1X Data Modeling Method. Описание. Режим доступа – <http://www.idef.com/IDEF1x.htm>.
33. Integration Definition For Information Modeling (IDEF1X). Режим доступа – <http://www.idef.ru/documents/Idef1x.pdf>.
34. IDEF3 Process Description Capture Method. Описание. Режим доступа – <http://www.idef.com/IDEF3.htm>.
35. IDEF3 Process Description Capture Method report. Режим доступа – <http://www.staratel.com/iso/IDEF/IDEF3/Idef3.pdf>.
36. BPMN (Business Process Model and Notation). Описание. Режим доступа – <http://www.elma-bpm.ru/bpmn2/>.
37. ISO/IEC 19510:2013. Information technology – Object Management Group. Business Process Model and Notation. Режим доступа – [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=62652](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=62652).
38. Документация по методологии Microsoft Solutions Framework. Режим доступа – <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj161047.aspx>.
39. Documents associated with Unified Modeling Language (UML), v2.4.1. Режим доступа – <http://www.omg.org/spec/UML/2.4.1/>.
40. Oracle Unified Method. Режим доступа – <http://www.oracle.com/partners/ru/products/applications/oracle-unified-method/get-started/index.html>.
41. ARIS (ARchitecture of Integrated Information Systems). Учебные материалы. Режим доступа – [http://bainr.ru/study\\_materials\\_methodology\\_ARIS.html](http://bainr.ru/study_materials_methodology_ARIS.html).
42. MathWorks. Центр компетенций. Модельно-ориентированное проектирование. Режим доступа – <http://matlab.ru/solutions/mbd/mbd>.
43. Manifesto for Agile Software Development. Режим доступа – <http://www.agilemanifesto.org/>.
44. Экстремальное программирование XP (eXtreme Programming). [Электронный ресурс] Режим доступа – <http://kibi.ru/xp/xp>.
45. The Scrum Guide. The definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game. Ken Schwaber, Jeff Sutherland. Режим доступа – <http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/scrum-guide-us.pdf>.

46. Х. Книберг, М. Скарин. Scrum и Kanban: выжимаем максимум. C4Media, Издательство InfoQ.com. Режим доступа – <http://www.infoq.com/resource/news/2010/01/kanban-scrum-minibook/en/resources/KanbanAndScrum-Russian.pdf>.
47. Сайт консорциума DSDM (Dynamic Systems Development Method). Режим доступа – <http://www.dsdm.org/>.
48. CyberGuru.ru. Новые методологии программирования. [Электронный ресурс] Режим доступа – <http://www.cyberguru.ru/programming/programming-theory/coding-methodology-new-page15.html>.
49. Тайчи Оно. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства. Библиотека ИКСИ. Издательство: Институт комплексных стратегических исследований. 2008. – 194 с.
50. Руководство к своду знаний по управлению проектами PMI PMBOK® Guide 5th Edition (2012). Режим доступа – [http://startupseminar.ru/\\_ld/0/17\\_301907\\_2D9D3\\_pm.pdf](http://startupseminar.ru/_ld/0/17_301907_2D9D3_pm.pdf).
51. Куперштейн В. И. Microsoft® Project 2013 в управлении проектами. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 432 с: ил.
52. Dia. Documentation. Manual. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://dia-installer.de/doc/en/>.
53. Dia Tutorial (Учебник Dia). [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://younglinux.info/book/export/html/169>.
54. Project Planning with OpenProj the open source Project Management software Jürgen Bruns & Associates. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://faculty.caes.uga.edu/pthomas/hort4091.web/Instructions.pdf>.
55. Маклаков, С.В. Создание информационных систем с AllFusion Modeling Suite / С.В. Маклаков. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2005. – 432 с.
56. Официальный русскоязычный сайт проекта Ramus. Режим доступа – <http://ramussoftware.com/>.
57. Ramus 1.2.5 (Моделирование бизнес-процессов) [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://www.twirpx.com/file/132655/>.
58. Официальный сайт проекта CA ERwin® Data Modeling. Режим доступа – <http://erwin.com/worldwide/russian-russia>.
59. Проектирование информационных систем с CA ERwin Modeling Suite 7.3 :учебное пособие / В.И. Горбаченко, Г.Ф. Убиенных, Г.В. Бобрышева – Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. – 154 с.
60. Официальный сайт консалтинговой компании Business Process Solutions. Режим доступа – <http://bps.org.ua/aris.html>.
61. ARIS Community. Table of contents of ARIS Express help. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://www.ariscommunity.com/help/aris-express>.
62. Сухарев М. С, Монахов Ю. М. Модель оценки функциональной устойчивости бизнес-процессов в условиях развитой телекоммуникационной инфраструктуры//Перспективные технологии в средствах передачи информации: Материалы IV Международной научно-технической конференции (г. Суздаль, 29 июня 1 июля 2011 года)/ Владимир-Суздаль: Изд-во ГОУ ВПО «Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых», 2011. 271 с.
63. Серова, Е.Г. Современные методологические и инструментальные подходы моделирования бизнес-задач / Е.Г. Серова // Int. Journal Information Technologies and Knowledge Decision Making and Business Intelligence Strategies and Techniques. 2008. – № 2. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://simulation.su/uploads/files/default/2008-serova-1.pdf>.
64. Официальный сайт The AnyLogic Company. Учебные материалы. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://www.anylogic.ru/books>.

## Варианты заданий к лабораторным работам

Вариант предметной области выдается индивидуально, согласно утвержденной теме научного исследования.

**Замечание:** предметная область определяет объекты исследования, тема НИР описывает предмет и задачу исследования.

**Таблица Комплексы нормативных документов на разработку информационных систем**

Обозначение	Наименование
<i>Стандарты ISO/IEC (ISO/МЭК) в области разработки и документирования программных средств</i>	
ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-02	Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств
ГОСТ Р ИСО/МЭК 15271-02	Информационная технология. Руководство по ИСО/МЭК 12207 (процессы жизненного цикла программных средств)
ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93	Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению
ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-94	Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование
<i>Комплекс нормативных документов на автоматизированные системы</i>	
ГОСТ 34.003-90	Автоматизированные системы. Термины и определения
ГОСТ 34.201-89	Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем
ГОСТ 34.601-90	Автоматизированные системы. Стадии создания
ГОСТ 34.602-89	Техническое задание на создание автоматизированной системы
РД 50-698-50	Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов
РД 50-34.126-92	Рекомендации. Правила проведения работ при создании автоматизированных систем
<i>Комплекс стандартов Единой системы программной документации (ЕСПД)</i>	
ГОСТ 19.101-77	Виды программ и программных документов
ГОСТ 19.102-77	Стадии разработки
ГОСТ 19.105-78	Общие требования к программным продуктам
ГОСТ 19.201-78	Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению
ГОСТ 19.701-90 (ИСО/МЭК 5807-85)	Схемы алгоритмов программ, данных и систем. Условные обозначения и правила выполнения

## Приложение 2

### Образец единого титульного листа к отчетам по лабораторным работам и практическим занятиям

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Институт информационных технологий и управления в технических системах

Кафедра Информационных систем

Сводный отчет по лабораторному практикуму  
по дисциплине «Технологии проектирования информационных систем»

№ п/п	Оценка выполнения			Дата	Подпись
	Теория	Выполнение	Итог		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
зачет					

Выполнил: студент(ка) группы \_\_\_\_  
ФИО

Принял: должность ФИО

г.Севастополь  
20\_\_ г.

**Образец оформления и содержания ПЗ к курсовому проекту**  
Титульный лист, формат А4, ориентация книжная

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»  
Институт информационных технологий и управления в технических системах

Кафедра Информационные системы

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
к курсовому проекту  
по дисциплине «Технологии проектирования информационных систем»

Выполнил: ст. гр. ИС/м-XX-о(з)  
*ФИО студента*  
Проверил:  
*ФИО преподавателя*

Севастополь  
20\_\_