

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра управления

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В УПРАВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовому проектированию
для студентов, обучающихся по программе магистратуры
08.04.01 Строительство,
Программа магистратуры: «Управление проектами в строительстве»

Воронеж 2023

УДК 681.51(3)
ББК 65.050

Л655

Составитель:
канд. техн. наук Ю.П. Лихотин

Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Информационные технологии в управлении строительными проектами» для студентов, обучающихся по направлению 08.04.01 Строительство, программе магистратуры: «Управление проектами в строительстве», всех форм обучения / ФГБОУ ВО «ВГТУ»; сост. Ю.П. Лихотин. Воронеж, 2023. 77 с.

Основной целью выполнения курсового проекта является ознакомление и выработка практических навыков применения информационных технологий при управлении строительными проектами в ходе цифровизации строительной сферы.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле «МУ ИТвУСП (УПС_mag) КП 2023.pdf».

Ил. 2. Табл. 13. Библиогр.: 22 назв.

УДК 681.51
ББК 65.050

Рецензент –

*Издается по решению учебно-методического совета
Воронежского государственного технического университета*

1 Общие положения

Дисциплина Б1.В.08 «Информационные технологии в управлении строительными проектами» относится части учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений блока Б1. В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 4 семестре для очной формы обучения, в 3 семестре для очной формы обучения.

Тематика курсового проекта посвящена цифровизации строительной участников реализации строительных проектов. Примерный перечень тем приведен в приложении 1.

Основной целью курсового проекта является формирование у студентов знаний и навыков применения различных информационных технологий, используемых в строительстве, а также умения выбора обоснованного цифрового решения для решения профессиональных задач.

В рамках курсового проектирования необходимо решить следующие задачи:

- формирование умений и навыков самостоятельной организации учебно-исследовательской работы;
- формирование умения работать с нормативными правовыми актами, с учебной и научной литературой, с современными исследованиями в области проектирования информационных систем как российских, так и зарубежных ученых;
- овладение современными методами поиска, обработки и использования информации;
- овладение навыками структурного моделирования процессов и моделей данных;
- формирование умений применять теоретические знания при решении практических задач проектирования информационных систем;
- подготовка к практической профессиональной деятельности;
- изучение существующих автоматизированных решений, применяемых при строительстве объекта капитального строительства;
- овладение навыками применения различных методов выбора программного обеспечения для решения профессиональных задач;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении практических задач.

В ходе выполнения курсового проекта необходимо освоить умения и навыки по компетенции:

- ПК-3 - Способен выстраивать систему оценки и контроля проведения работ по достижению показателей по повышению конкурентоспособности строительной организации;
- ПК-5 - Способен совершенствовать систему управления строительными проектами (реализовывать управление основными и дополнительными областями строительного проекта).

2 Структура курсового проекта

Курсовой проект включают в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

Пояснительная записка содержит:

1. Титульный лист
2. Задания на курсовое проектирование.
3. Содержание.
4. Введение.
5. Основная часть.
6. Заключение.
7. Список используемых источников.
8. Приложения (при наличии).

Содержание **графической части** проекта:

- организационная структура организации;
- карта процессов VAD;
- схема потоков данных (DFD);
- диаграмма ERM;
- схема EPC;
- схема BPMN;
- Критерии сравнения и выбор АИС;
- Оценка АИС.

Титульный лист является первой страницей курсового проекта и заполняется по правилам, определенным в вузе (см. приложение 2).

Задание (форму см. в приложении 4) должно содержать:

- тему проекта;
- исходные данные;
- перечень вопросов, подлежащих разработке;
- дату выдачи и срок выполнения проекта.

В **содержании** приводятся все заголовки проекта с указанием страниц, с которых они начинаются. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

Введение обосновывает актуальность темы, ее теоретическую и практическую значимости, а также определяет цель курсового проекта и ставит задачи, решения которых способствуют её достижению.

Основная часть курсового проекта состоит из следующих частей:

1. Субъект и объект анализа.
2. Контекстная диаграмма процессов деятельности строительной компании верхнего уровня VAD.
3. Диаграмма потоков данных (DFD) при строительстве объекта в нотации Йордана (или Гейна-Сарсона).
4. Модель данных (ERD), используемая при строительстве объекта, в нотации Питера Чена (или IDEF1X, Бахмана, Дж. Мартина, Ж.-Р. Абриаля или др.).

5. Карта процессов строительства объекта в нотации EPC.

6. Схема процессов строительства объекта BPMN.

В **заключении** приводятся полученные в ходе работы результаты, формируются основные выводы. Эта часть работы выполняет роль концовки: кратко и логически стройно излагаются итоги изучения объекта. Заключение может также завершаться оценкой перспектив изучаемой проблемы.

После изложения заключения студент приводит **список источников**, использованных им при подготовке курсового проекта.

3 Оформление курсового проекта

Курсовой проект оформляется в соответствии с общеузовскими или кафедральными правилами, которые соответствуют требованиям ГОСТ Р 2.105-2019 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам». Выделим основные:

1. Курсовой проект оформляется на ПК или ином устройстве, позволяющем использовать текстовый редактор.

2. Объем курсового проекта не должен превышать 50 страниц машинописного текста (не включая приложений):

Формат страницы А4 (210×297 мм);

→ Поля: слева 30 мм, сверху и снизу 20 мм, справа 10 мм;

→ Шрифт: Times New Roman, размер – 14 пт;

→ Межстрочный интервал – 1,5;

→ Страницы должны быть пронумерованы внизу справа Шрифт: Times New Roman, размер – 12 пт.

3. Каждую структурную часть проекта верхнего уровня следует начинать с нового листа; точку в конце заголовка структурной части проекта не ставят;

4. Необходимо стремиться к ясности, краткости и самостоятельности изложения материала.

5. Каждая цитата, заимствованные цифры и факты должны сопровождаться ссылкой на источник, описание которого приводится в списке использованной литературы (в ссылке указывается номер источника по списку, например, [2]).

6. В тексте курсового проекта не должно быть сокращений слов, за исключением общепринятых.

7. При представлении табличного материала над правым верхним углом таблицы помещают надпись «Таблица» с указанием ее порядкового номера (например, «Таблица 5»), снабжают тематическим заголовком, который располагают посередине страницы и пишут с прописной буквы без точки в конце;

8. Приводимые в проекте иллюстрации (диаграмма, график, технический рисунок, фотография, скриншот) должны быть выполнены четко, аккуратно, разборчиво и иметь номер и подрисуночную подпись (например, Рис. 4. Окно надстройки Поиск решения);

9. Табличному и графическому материалу по тексту необходимо давать

пояснения и делать к таблицам и иллюстрациям ссылки, содержащие порядковые номера, под которыми они помещены в работе;

10. Список литературы оформляется в соответствии ГОСТ Р 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

11. Курсовой проект представляется в сброшюрованном виде с титульным листом (листы должны быть скреплены по левому краю) и электронном виде в редактируемом формате. Электронная версия материалов курсовой работы должна включать файл отчета, файлы всех разработанных моделей. Все файлы должны быть собраны в одну папку и архивированы. Название папки должно включать номер группы и фамилию студента.

4 Порядок разработки курсового проекта

Порядок выполнения курсового проекта включает в себя следующие этапы:

1. Подготовительный этап.

1.1. Получение задания на курсовой проект.

Начальным этапом курсового проектирования является выдача преподавателем соответствующего задания, содержащее тему работы и другие необходимые исходные данные.

Тематика курсовых проектов разрабатывается преподавателями, утверждается на заседании кафедры и подлежит обновлению. Выбор темы работы осуществляется из примерного перечня, приведенного в приложении 1. Обучающийся может предложить свою тему, обосновав целесообразность ее выполнения.

1.2. Составление плана выполнения работы.

1.3. Поиск и обработка источников информации.

2. Курсовое проектирование.

2.1. Изучение предметной области курсового проекта и анализ его исходных данных. Приведение текстового описания результатов данных исследований.

2.2. Исследовать структуру организации. В отчете представить, как организационную диаграмму, так и её текстовое описание. Графическая часть задания может быть выполнена как при помощи специализированного программного средства (MS Visio, [Draw.io](https://draw.io) и др.), так и встроенных в текстовой редактор средств с использованием соответствующих графических элементов.

2.3. Исследовать организационные процессы реализации строительного проекта, ограничиваясь событиями получения разрешения на строительство и вводом его в эксплуатацию.

2.4. На основе собранной о компании и рабочем месте информации необходимо разработать контекстную диаграмму верхнего уровня. Для этого построить карту процессов в нотации VAD (Value Added Chain Diagram). Полученную схему включить в графическую часть проекта, а ее описание – в пояснительную записку.

2.5. Построить схему потоков данных в выбранном участке цифровизации, используя контекстную диаграмму DFD верхнего уровня одной из нотаций и её декомпозицию.

2.6. Для рассматриваемого участка построить модель данных в виде диаграммы «сущность-связь» (ERD). Задание может быть выполнено при помощи Draw.io. В рамках курсового проектирования ER-диаграмму допускается построить на выбор в соответствии со стандартом IDEF1X, нотацией Чена, диаграммы классов UML и других инструментов.

2.7. Построить для одной группы процессов, указанную на карте процессов деятельности компании в нотации VAD, схему в нотациях EPC и/или BPMN. Модель процесса в нотации BPMN должна быть выполнена при помощи программного средства Camunda Modeler, EPC – Draw.io. В графическую часть проекта включить разработанную диаграмму, в пояснительную записку – также её текстовое описание.

2.8. Произвести анализ полученных схем, отметить недостатки, сформулировать предложения по оптимизации процессов и построить модель «как должно быть».

2.9. Разработать критерии обоснованного выбора автоматизированного решения, например, в порядке, указанном в пункте 10 настоящих методических указаний. Студент может использовать любой другой механизм выбора критериев, обосновав свое решение.

2.10. Для принятия решения воспользоваться методом анализа иерархий, либо иных другим механизмов, позволяющий решить данную задачу.

2.11. Допускается и разработка собственного механизма как выбора так и оценки автоматизированного решения рассматриваемого участка цифровизации реализации строительного проекта.

2.12. Описание и методы выполнения отдельных этапов курсового проектирования описаны в панках 5 – 11 настоящих методических указаний.

3. Подготовка графического материала.

3.1. Графический материал выполняется на листах формата A3 или A2 с соответствующим оформлением.

3.2. Оформление штампа показано в приложении 7.

3.3. На листы выносятся построенные схемы, пояснения и расчеты.

4. Подготовить доклад с презентационным материалом по теме проекта на семинарском занятии.

5. Завершающий этап.

5.1. Подготовить и оформить курсовой проект в соответствии с установленными требованиями.

5.2. Представить проект руководителю для оценки качества и степени его завершённости.

6. Защита курсового проекта.

Выполнение этапов курсового проектирования необходимо осуществлять в соответствии с разработанным планом. Крайний срок выполнения всего цикла устанавливается учебным планом.

Следует отметить, что изменение или уточнение темы курсового

проекта возможно исключительно по согласованию с руководителем, обосновав свое решение.

Руководитель оказывает консультативную помощь студенту на всех этапах выполнения курсового проекта, контролирует его выполнение.

Если курсовой проект не отвечает установленным требованиям, он возвращается студенту для доработки.

При соответствии предоставленной студентом проекта установленным требованиям и положительной оценки ее качества, руководитель допускает курсовой проект к защите.

Процедура защиты осуществляется в соответствии с расписанием, либо в назначенное руководителем время и месте (в случае дистанционной формы обучения – ресурсе).

5 Модель процесса добавленной стоимости (VAD)

Диаграмма VAD (англ. Value Added Chain Diagram – цепочка добавленной ценности) отражает процессы и группы процессов (а также их продукты) из каталога процессов организации, предложенная Майклом Портером. Его работы по корпоративной стратегии концентрируются на моделировании бизнес-процессов, «создающих ценность» в виде услуг или продукции для потребителя. Модель бизнес-процесса, построенная в нотации VAD, дает общий, не детализированный взгляд на бизнес-процессы.

С помощью данной модели удобно выстраивать иерархию процессов, например, основной производственной деятельности доставки отправок (рис. 5.1).

Или, например, рассматривая деятельность компании-дистрибьютора, выделяем 4 группы процессов верхнего уровня: основные процессы, вспомогательные процессы, управление компанией и развитие компании. Затем их детализируем.

С помощью нотации VAD, можно описать перечень и взаимосвязь бизнес-процессов на верхнем уровне, так как данная нотация позволяет отобразить все бизнес-процессы компании на одной модели, выстраивать взаимосвязи групп процессов, определять границы процессов и их результаты для последующего описания во внутренних документах.

В курсовом проекте пункт может быть выполнен при помощи программного средства MS Word, MS Visio, Draw.io или иного ПО.

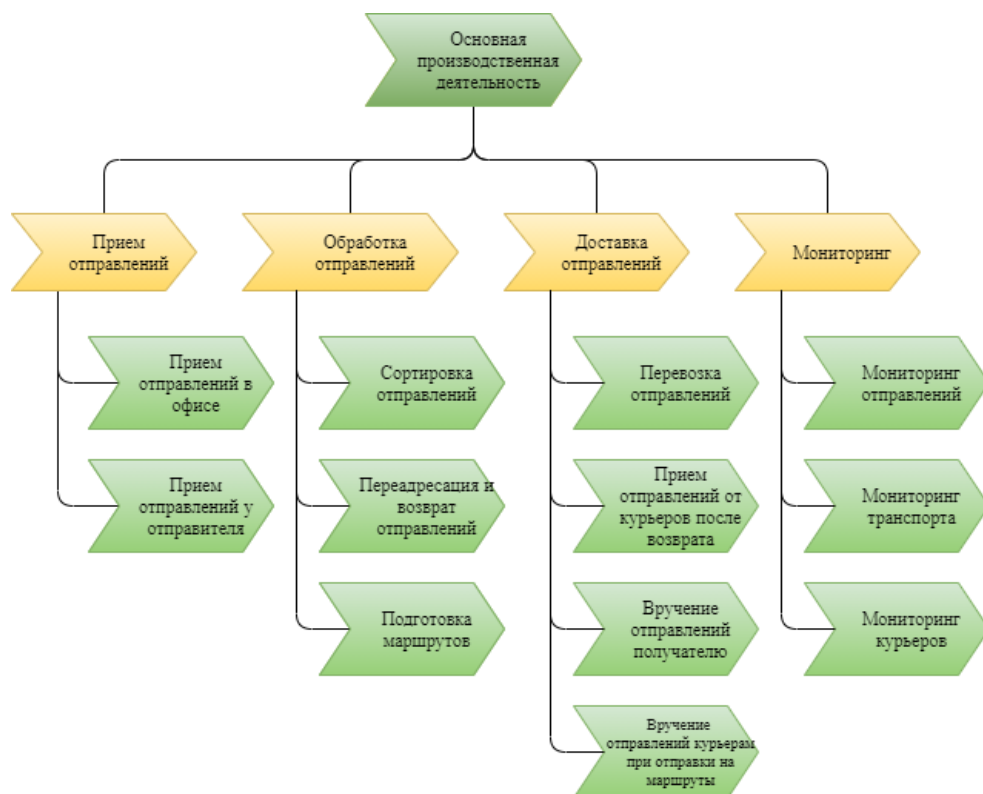


Рис. 5.1. Карта процессов VAD



Рис. 5.2. Карта процессов VAD компании-дистрибьютера

6 Построение диаграммы потоков данных (DFD)

Диаграммы потоков данных (*Data Flow Diagrams* – DFD) – методология графического структурного анализа, описывающая внешние по отношению к системе источники и адресаты данных, логические функции, потоки данных и хранилища данных, к которым осуществляется доступ.

Необходимость использования DFD-диаграмм заключается в потребности описать существующие в структуре организации потоки данных. Модель производственных процессов в формате DFD получается, когда описание создается по процессному признаку.

DFD описывают:

- функции обработки информации (работы);
- документы (стрелки), объекты, сотрудников или отделы, которые участвуют в обработке информации;
- внешние ссылки, которые обеспечивают интерфейс с внешними объектами, находящимися за границами моделируемой системы;
- таблицы для хранения документов (хранилище данных). [18]

Как правило, нотацию DFD используют для моделирования информационных систем с точки зрения хранения, обработки и передачи данных.

Информационная система принимает извне потоки данных. Для обозначения элементов среды функционирования системы используется понятие внешней сущности. Внутри системы существуют процессы преобразования информации, порождающие новые потоки данных. Потоки данных могут поступать на вход к другим процессам, помещаться (и извлекаться) в накопители данных, передаваться к внешним сущностям.

Модель DFD, как и большинство других структурных моделей – иерархическая модель. Каждый процесс может быть подвергнут декомпозиции, то есть разбиению на структурные составляющие, отношения между которыми в той же нотации могут быть показаны на отдельной диаграмме. Когда достигнута требуемая глубина декомпозиции – процесс нижнего уровня сопровождается мини-спецификацией (текстовым описанием).

Кроме того, нотация DFD поддерживает понятие подсистемы – структурного компонента разрабатываемой системы.

Нотация DFD – удобное средство для формирования контекстной диаграммы, то есть диаграммы, показывающей разрабатываемую АИС в коммуникации с внешней средой. Это – диаграмма верхнего уровня в иерархии диаграмм DFD. Её назначение – ограничить рамки системы, определить, где заканчивается разрабатываемая система и начинается среда.

Основными рассматриваемой нотации являются следующие элементы:¹

Процесс (Process), т.е. функция или последовательность действий, которые нужно предпринять, чтобы данные были обработаны. Это может быть создание заказа, регистрация клиента и т.д. В названиях процессов принято использовать глаголы, т.е. «Создать клиента» (а не «создание клиента») или «обработать заказ» (а не «проведение заказа»). Здесь нет строгой системы

¹ <https://habrahabr.ru/company/trinion/blog/340064/>

требований, как, например, в IDEFO или BPMN, где нотации имеют жестко определенный синтаксис, так как они могут быть исполняемыми. Но все же определенных правил стоит придерживаться, чтобы не вносить путаницу при чтении DFD другими людьми.

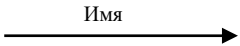
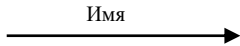
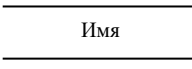
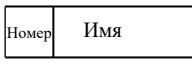
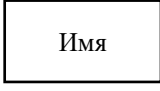
Внешние сущности (External Entity). Это любые объекты, которые не входят в саму систему, но являются для нее источником информации либо получателями какой-либо информации из системы после обработки данных. Это может быть человек, внешняя система, какие-либо носители информации и хранилища данных.

Хранилище данных (Data store). Внутреннее хранилище данных для процессов в системе. Поступившие данные перед обработкой и результат после обработки, а также промежуточные значения должны где-то храниться. Это и есть базы данных, таблицы или любой другой вариант организации и хранения данных. Здесь будут храниться данные о клиентах, заявки клиентов, расходные накладные и любые другие данные, которые поступили в систему или являются результатом обработки процессов.

Поток данных (Data flow). В нотации отображается в виде стрелок, которые показывают, какая информация входит, а какая исходит из того или иного блока на диаграмме.

Исторически сложилось так, что для описания диаграмм DFD используются две нотации – Йордана (Yourdon) и Гейна-Сарсона (Gane-Sarson), отличающиеся синтаксисом (см. таблицу 6.1).

Таблица 6.1

Наименование	Нотация Йордана	Нотация Гейна-Сарсона
Поток данных		
Процесс (система, подсистема)		
Накопитель данных		
Внешняя сущность		

Для примера рассмотрим нотацию автоматизации продаж. Допустим, у нас есть клиент, который делает заявку через сайт или по телефону. Есть менеджер, который регистрирует эту заявку. Таким образом, в системе появляются данные – клиент и его заказ. Работник склада должен это увидеть и произвести отгрузку товара с оформлением всех необходимых документов и передать документы клиенту.

Последовательность получается такая:

1. Клиент предоставляет свои данные и заявку.
2. Менеджер проверяет и вносит полученные данные в систему.

3. Работник склада формирует документы, например, расходную накладную, и отгружает товар.

4. Клиент получает товар и пакет документов к нему.

Эту последовательность действий нам необходимо увидеть с точки зрения хранения данных и работы с ними в IT-системе.

С точки зрения DFD у нас имеются:

→ Покупатель – это внешняя сущность, которая является источником данных и получением результата.

→ Процесс обработки заказа (подтверждение и проводка данных в системе менеджером).

→ Сбор заказа на складе (после получения заявки).

→ Оформление отгрузки (создание необходимых документов).

Какие правила необходимо знать, чтобы создать DFD диаграмму:

→ Каждый процесс должен иметь хотя бы один вход и один выход. Смысл процессов здесь заключается в обработке данных, а потому процесс должен получить данные (входящая стрелка) и отдать куда-то после обработки (исходящая стрелка);

→ Процесс обработки данных должен иметь внешнюю входящую стрелку (данные от внешней сущности). Для того, чтобы любой подобный процесс начал работать, мало использовать данные из хранилища, должна поступить новая информация для последующей обработки;

→ Стрелки не могут связывать напрямую хранилища данных, все связи идут через процессы. Нет смысла просто перемещать данные из одного места в другое, а именно так читается прямая связь двух хранилищ стрелкой. Данные поступают для того, чтобы производились какие-то действия, в нашем примере – осуществлялся процесс продажи. А это возможно только посредством обработки (процесса);

→ Все процессы должны быть связаны либо с другими процессами, либо с другими хранилищами данных. Процессы не существуют сами по себе, а потому результат должен куда-то передаваться;

В DFD-диаграммах предусмотрена возможность создавать крупные процессы и декомпозировать их на подпроцессы с подробным описанием действий. Например, мы можем создать процесс «создание заявки», который потом декомпозировать на последовательность действий, например, на получение заявки, отдельно – проверку и получение данных клиента, если товар в интернет-магазине продается под заказ, то также при формировании заявки потребуется получить данные от поставщика о наличии нужных наименований и т.д. И тогда на верхней диаграмме у нас будет блок «обработка заявки», а при декомпозировании мы получим диаграмму с подробной последовательностью действий на этом этапе. При этом ни на одном этапе у нас не будет условий и ветвления. Будет процесс и его декомпозиция глубиной до 3-4 уровней.

Примеры диаграмм процесса обработки заявки клиента показан на рис. 6.1 и его декомпозиция основного элемента приведенной диаграммы первого уровня на рис. 6.2.



Рис. 6.1. Верхний уровень процесса обработки заказа



Рис. 6.2. Декомпозиция первого уровня процесса обработки заявки

DFD-диаграммы активно применяются при разработке программного обеспечения. При этом:

- ➔ хранилища данных – это электронные таблицы и базы данных,
- ➔ внешние сущности – клиенты или другие базы данных, в том числе, из других программ (интеграция и обмен данными),
- ➔ процессы – это выполняемые функции и модули в системе.

7 Построение модели данных (ERD)

Наиболее распространенным средством моделирования данных являются диаграммы «сущность-связь» (ERD), нотация которых была впервые введена Питером Ченом в 1976 г. В дальнейшем многими авторами были

разработаны свои варианты подобных моделей (нотация Мартина, нотация IDEF1X, нотация Баркера и др.). Различные CASE-средства используют несколько отличающиеся друг от друга нотации ERD. Одна из наиболее распространенных нотаций предложена Баркером (Oracle Designer). В CASE-средстве SilverRun используется один из вариантов нотации Чена. CASE-средства ERwin, ER / Studio, Design / IDEF используют методологию IDEF1X.

Диаграммы «сущность-связь» (ERD) предназначены для разработки моделей данных и обеспечивают стандартный способ определения данных и отношений между ними.

Фактически с помощью ERD осуществляется детализация хранилищ данных проектируемой системы, а также документируются сущности системы и способы их взаимодействия, включая идентификацию объектов, важных для предметной области (сущностей), свойств этих объектов (атрибутов) и их отношений с другими объектами (связей).

Эти диаграммные техники используются, прежде всего, для проектирования реляционных баз данных (хотя также могут с успехом применяться и для моделирования иерархических и сетевых баз данных).

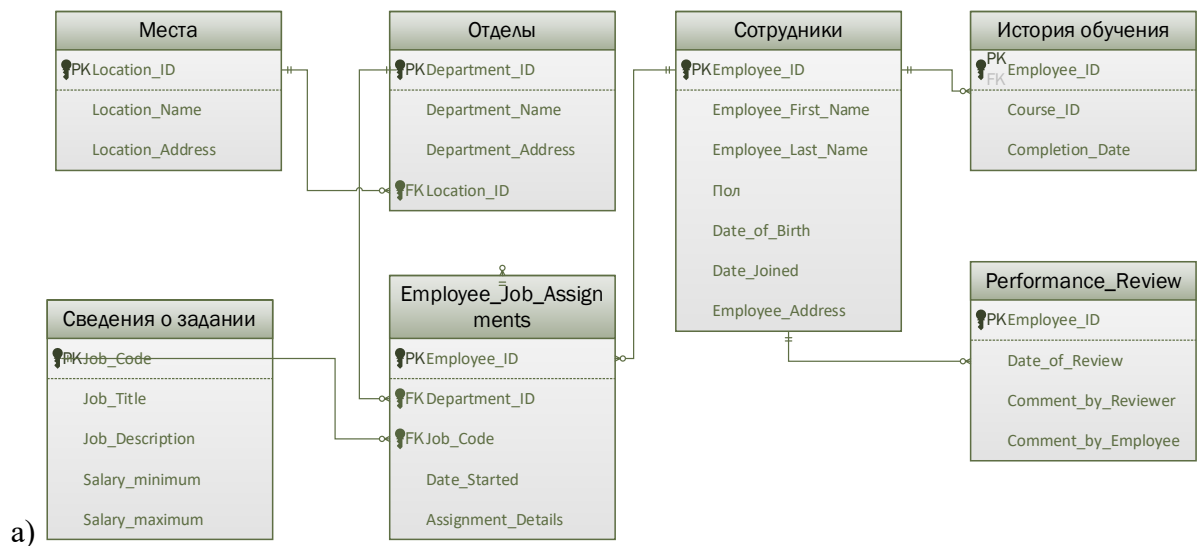
ER-диаграммы (рис. 7.1, а, б) представляют собой стандартный способ определения данных и отношений между ними. Таким образом, осуществляется детализация хранилищ данных. ER-диаграмма содержит информацию о сущностях системы и способах их взаимодействия, включает идентификацию объектов, важных для предметной области (сущностей), свойств этих объектов (атрибутов) и их отношений с другими объектами (связей). Во многих случаях информационная модель очень сложна и содержит множество объектов.

Таким образом, диаграммы «сущность-связь» включают:

- сущности;
- атрибуты;
- связи.

Сущность представляет собой множество экземпляров реальных или абстрактных объектов (людей, событий, состояний, идей, предметов и т.п.), обладающих общими атрибутами или характеристиками. Любой объект системы может быть представлен только одной сущностью, которая должна быть уникально идентифицирована. При этом имя сущности должно отражать тип или класс объекта, а не его конкретный экземпляр (например, АЭРОПОРТ, а не ВНУКОВО).

Отношение в самом общем виде представляет собой связь между двумя и более сущностями. Именованное отношение осуществляется с помощью грамматического оборота глагола (ИМЕЕТ, ОПРЕДЕЛЯЕТ, МОЖЕТ ВЛАДЕТЬ и т.п.).



б)

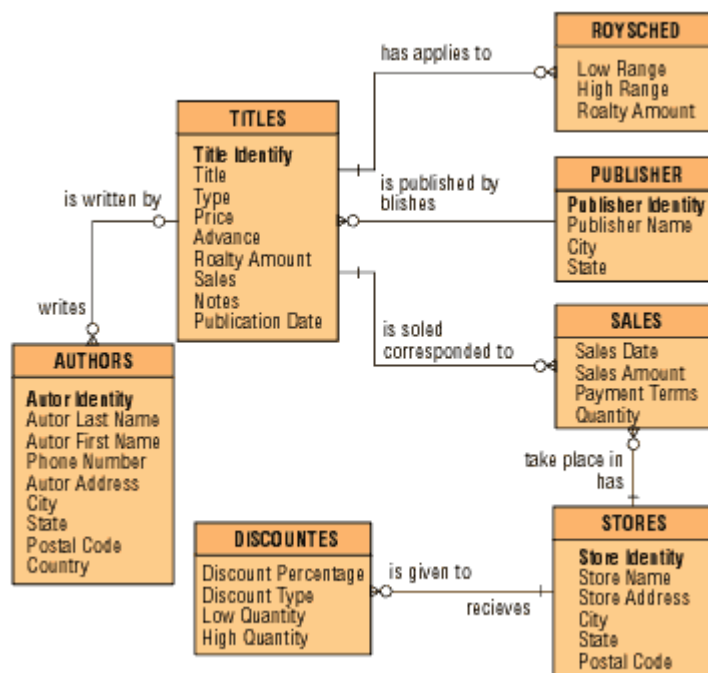


Рис. 7.1 Примеры ER-диаграммы в нотации Джона Мартина

Другими словами, сущности представляют собой базовые типы информации, хранимой в базе данных, а отношения показывают, как эти типы данных взаимосвязаны друг с другом. Введение подобных отношений преследует две основополагающие цели:

- ➔ обеспечение хранения информации в единственном месте (даже если она используется в различных комбинациях);
- ➔ использование этой информации различными приложениями.

Сущность изображается в виде прямоугольника, вверху которого располагается имя сущности (например, на рис. 7.1, б - TITLES). В прямоугольнике могут быть перечислены атрибуты сущности; атрибуты ER-диаграмм, набранные полужирным шрифтом, являются ключевыми (так Title Identity - ключевой атрибут сущности TITLES, остальные атрибуты ключевыми не являются).

Отношение изображается линией между двумя сущностями (линии на рисунке). Одиночная линия справа (Рис. 7.2) означает «один», «птичья лапка»,

слева - «многие», а отношение читается вдоль линии, например «один ко многим». Вертикальная черта означает «обязательно», кружок - «не обязательно», например для каждого издания в TITLE обязательно должен быть указан издатель в PUBLISHERS, а один издатель в PUBLISHERS может выпускать несколько наименований изданий в TITLES. Следует отметить, что связи всегда комментируются (надпись на линии, изображающей связь).

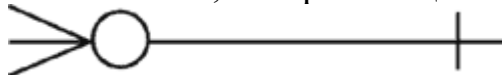


Рис. 7.2. Элемент ER-диаграммы

Приведем также пример (Рис. 7.3) изображения рефлексивного отношения «сотрудник», где один сотрудник может руководить несколькими подчиненными и так далее вниз по иерархии должностей.



Рис. 7.3. ER-диаграмма рефлексивного отношения

Следует обратить внимание на то, что такое отношение всегда является необязательным, в противном случае это будет бесконечная иерархия.

Атрибуты сущностей могут быть ключевыми - они выделяются полужирным шрифтом; обязательными - перед ними ставится знак «*», то есть их значение всегда известно, необязательными (optional) - перед ними ставится О, то есть значения этого атрибута в какие-то моменты могут отсутствовать или быть неопределенными.

Дуги. Если сущность имеет набор взаимоисключающих отношений с другими сущностями, то говорят, что такие отношения находятся в дуге. Например, банковский счет может быть оформлен или для юридического лица, или для физического лица. Фрагмент ER-диаграммы для такого типа отношений приведен на Рис. 7.4.

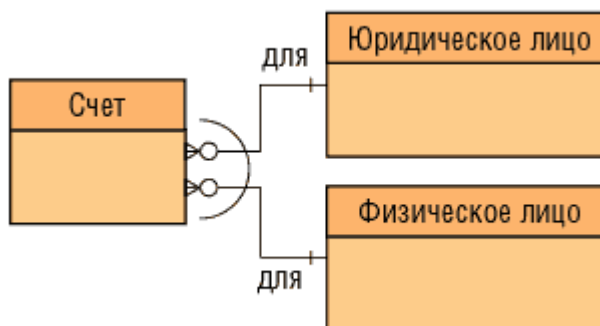


Рис. 7.4. Дуга

В этом случае атрибут ВЛАДЕЛЕЦ сущности СЧЕТ имеет особое значение для данной сущности - сущность делится на типы по категориям: «для физического лица» и «для юридического лица». Полученные в результате

сущности называют подтипами, а исходная сущность становится супертипом. Чтобы понять, нужен супертип или нет, надо установить, сколько одинаковых свойств имеют различные подтипы. Следует отметить, что злоупотребление подтипами и супертипами является довольно распространенной ошибкой. Изображают их так, как показано на Рис. 7.5.

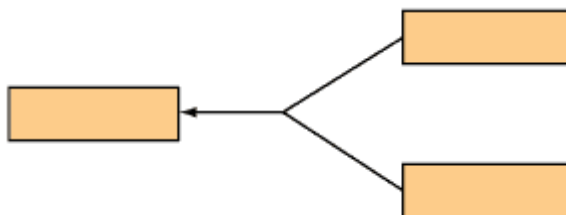


Рис. 7.5. Подтипы (справа) и супертип (слева)

Нормализация. Чтобы не допустить аномалий при обработке данных, используют нормализацию. Принципы нормализации для объектов информационной модели в точности такие же, как и для моделей данных.

Допустимые типы связей. При ближайшем рассмотрении связи типа «один к одному» (Рис. 7.6) почти всегда оказывается, что А и В представляют собой в действительности разные подмножества одного и того же предмета или разные точки зрения на него, просто имеющие отличные имена и по-разному описанные связи и атрибуты.

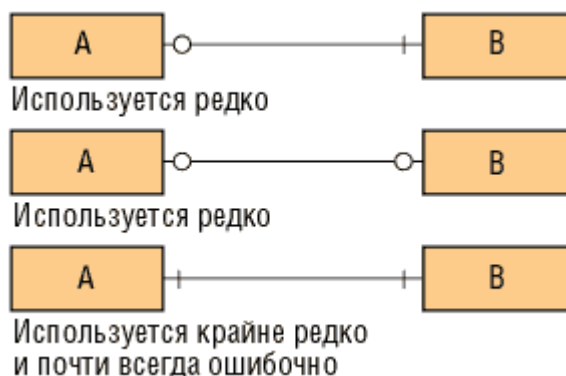


Рис. 7.6. Связи «один к одному»

Связи «многие к одному» представлены на Рис. 7.7.

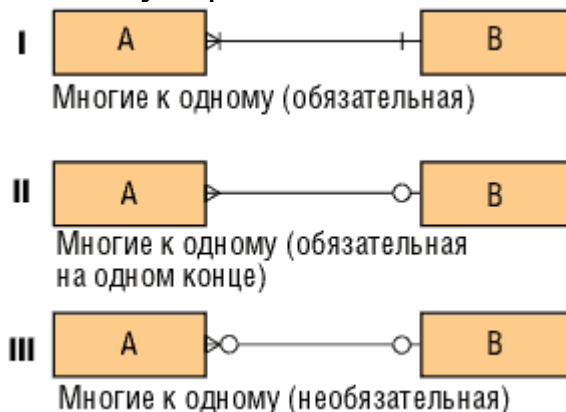


Рис. 7.7. Связи «многие к одному»

I - достаточно сильная конструкция, предполагающая, что вхождение

сущности В не может быть создано без одновременного создания по меньшей мере одного связанного с ним вхождения сущности А.

II - это наиболее часто встречающаяся форма связи. Она предполагает, что каждое и любое вхождение сущности А может существовать только в контексте одного (и только одного) вхождения сущности В. В свою очередь, вхождения В могут существовать как в связи с вхождениями А, так и без нее.

III - применяется редко. Как А, так и В могут существовать без связи между ними.

Связи «многие ко многим» представлены на Рис. 7.8.

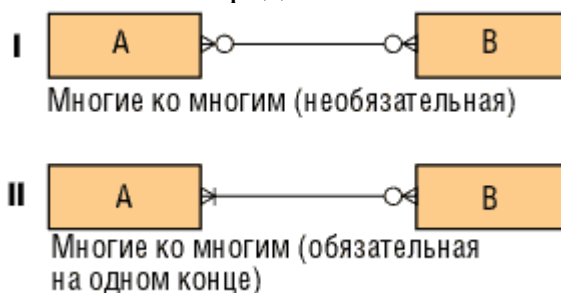


Рис. 7.8. Связи «многие ко многим»

I - такая конструкция часто имеет место в начале этапа анализа и означает связь - либо понятию не до конца и требующую дополнительного разрешения, либо отражающую простое коллективное отношение - двунаправленный список.

II - применяется редко. Такие связи всегда подлежат дальнейшей детализации.

Рассмотрим теперь рекурсивные связи (Рис. 7.9).

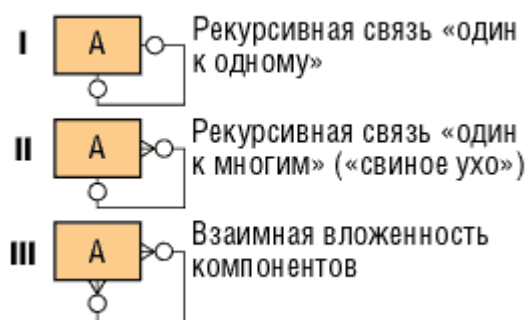


Рис. 7.9. Рекурсивные связи

I - редко, но имеет место. Отражает связи альтернативного типа.

II - достаточно часто применяется для описания иерархий с любым числом уровней.

III - имеет место на ранних этапах. Часто отражает структуру «перечня материалов» (взаимная вложенность компонентов). Пример: каждый КОМПОНЕНТ может состоять из одного и более (других) КОМПОНЕНТОВ и каждый КОМПОНЕНТ может использоваться в одном и более (других) КОМПОНЕНТОВ.

Недопустимые типы связей. К недопустимым типам связей относятся следующие: обязательная связь «многие ко многим» (Рис. 7.10) и ряд

рекурсивных связей (Рис. 7.11).



Рис. 7.10. Недопустимые связи «многие ко многим»

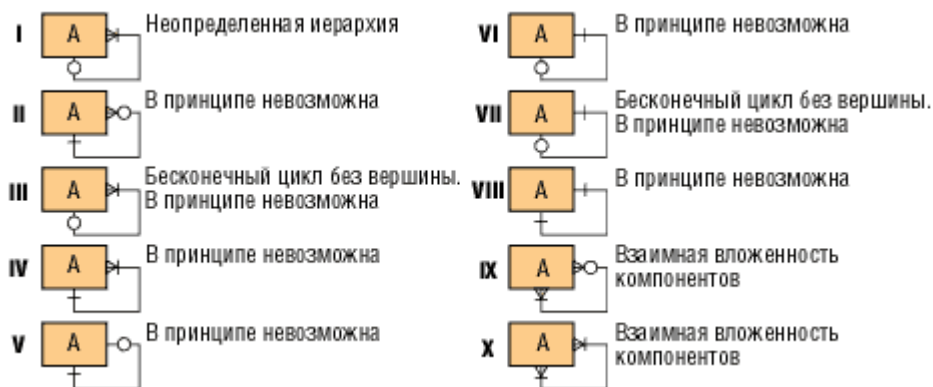


Рис. 7.11. Недопустимые рекурсивные связи

Обязательная связь «многие ко многим» в принципе невозможна. Такая связь означала бы, что ни одно из вхождений A не может существовать без B, и наоборот. На деле каждая подобная конструкция всегда оказывается ошибочной.

Построение модели

Разработка ERD включает следующие этапы:

- 1) Идентификация сущностей, их атрибутов, а также первичных и альтернативных ключей.
- 2) Идентификация отношений между сущностями и указаний типов отношений.
- 3) Разрешение неспецифических отношений (отношений $n*m$).

Этап 1 является определяющим при построении модели, его исходной информацией служит содержимое хранилищ данных определяемое входящими и выходящими в/из него потоками данных. Первоначально осуществляется анализ хранилища, включающий сравнение содержимого входных и выходных потоков и создание на основе этого сравнения варианта схемы хранилища, описание структур данных, содержащихся во входных и выходных потоках.

Затем, если полученная схема обладает избыточностью, то происходит упрощение схемы путем нормализации (удаления повторяющихся групп). Концепции и методы нормализации были разработаны Коддом, установившим существование трех типов нормализованных схем, называемых в порядке уменьшения сложности **первой, второй и третьей нормальной формой (1НФ, 2НФ, 3НФ)**.

Пример НФ. Рассмотрим все три нормальные формы на примере Группы Студентов. У Студента ключом является реквизит Номер (№ личного дела), к описательным реквизитам относятся: Фамилия (Фамилия студента), Имя (Имя студента), Отчество (Отчество студента), Дата (Дата рождения), Группа (N

группы). Если отсутствует реквизит Номер, то для однозначного определения характеристик конкретного студента необходимо использование составного ключа из трех реквизитов: Фамилия + Имя + Отчество.

Первая нормальная форма

Отношение называется нормализованным или приведенным к первой нормальной форме, если все его атрибуты простые (далее неделимы). Преобразование отношения к первой нормальной форме может привести к увеличению количества реквизитов (полей) отношения и изменению ключа.

Например, отношение Студент=(Номер, Фамилия, Имя, Отчество, Дата, Группа) находится в первой нормальной форме.

Вторая нормальная форма

Чтобы рассмотреть вопрос приведения отношений ко второй нормальной форме, необходимо дать пояснения к таким понятиям, как функциональная зависимость и полная функциональная зависимость.

Описательные реквизиты информационного объекта логически связаны с общим для них ключом, эта связь носит характер функциональной зависимости реквизитов.

Функциональная зависимость реквизитов - зависимость, при которой в экземпляре сущности (в нашем случае, сущность - это студент) определенному значению ключевого реквизита соответствует только одно значение описательного реквизита.

Такое определение функциональной зависимости позволяет при анализе всех взаимосвязей реквизитов предметной области выделить самостоятельные информационные объекты.

В случае составного ключа вводится понятие функционально полной зависимости.

Функционально полная зависимость неключевых атрибутов заключается в том, что каждый неключевой атрибут функционально зависит от ключа, но не находится в функциональной зависимости ни от какой части составного ключа.

Отношение будет находиться во второй нормальной форме, если оно находится в первой нормальной форме, и каждый неключевой атрибут функционально полно зависит от составного ключа.

Отношение Студент = (Номер, Фамилия, Имя, Отчество, Дата, Группа) находится в первой и во второй нормальной форме одновременно, так как описательные реквизиты однозначно определены и функционально зависят от ключа Номер. Отношение Успеваемость = (Номер, Фамилия, Имя, Отчество, Дисциплина, оценка) находится в первой нормальной форме и имеет составной ключ Номер+Дисциплина. Это отношение не находится во второй нормальной форме, так как атрибуты Фамилия, Имя, Отчество не находятся в полной функциональной зависимости с составным ключом отношения.

Третья нормальная форма

Понятие третьей нормальной формы основывается на понятии транзитивной зависимости.

Транзитивная зависимость наблюдается в том случае, если один из двух

описательных реквизитов зависит от ключа, а другой описательный реквизит зависит от первого описательного реквизита.

Отношение будет находиться в третьей нормальной форме, если оно находится во второй нормальной форме, и каждый неключевой атрибут не-транзитивно зависит от первичного ключа.

Пример. Если в состав описательных реквизитов Студент включить фамилию старосты группы (Староста), которая определяется только номером группы, то одна и та же фамилия старосты будет многократно повторяться в разных экземплярах Студентов. В этом случае наблюдаются затруднения в корректировке фамилии старосты в случае назначения нового старосты, а также неоправданный расход памяти для хранения дублированной информации.

Для устранения транзитивной зависимости описательных реквизитов необходимо провести «расщепление» исходной сущности. В результате расщепления часть реквизитов удаляется из исходной сущности и включается в состав другой (возможно, вновь созданных) сущности.

Пример. Студент группы представляется в виде совокупности правильно структурированных информационных объектов (Студент и Группа), реквизитный состав которых тождественен исходному объекту. Отношение Студент = (Номер, Фамилия, Имя, Отчество, Дата, Группа) находится одновременно в первой, второй и третьей нормальной форме.

ЗНФ является наиболее простым способом представления данных, отражающим здравый смысл. Построив ЗНФ, мы фактически выделяем базовые сущности предметной области.

Этап 2 служит для выявления и определения отношений между сущностями, а также для идентификации типов отношений. Некоторые отношения на данном этапе могут быть неспецифическими ($n*m$ многие-ко-многим). Такие отношения потребуют дальнейшей детализации на этапе 3.

Определение отношений включает выявление связей, для этого отношение должно быть проверено в обоих направлениях следующим образом: выбирается экземпляр одной из сущностей и определяется, сколько различных экземпляров второй сущности может быть связано с ним и наоборот.

Пример. Связь «1-к-1». Человек и его паспорт. Связь «1-ко-многим»: Человек и телефоны.

Этап 3 предназначен для разрешения неспецифических отношений. Для этого каждое неспецифическое отношение преобразуется в два специфических отношения с введением новых (а именно, ассоциативных) сущностей. Пример. Студент может изучать много Предметов, а Предмет может изучаться многими Студентами. Мы не можем определить, какой Студент изучает какой Предмет. Следовательно, у нас есть неспецифическое отношение, которое можно расщепить на два специфических отношения, введя ассоциативную сущность Изучение_Предмета. Каждый экземпляр введенной сущности связан с одним Студентом и одним Предметом (Рис. 7.12).

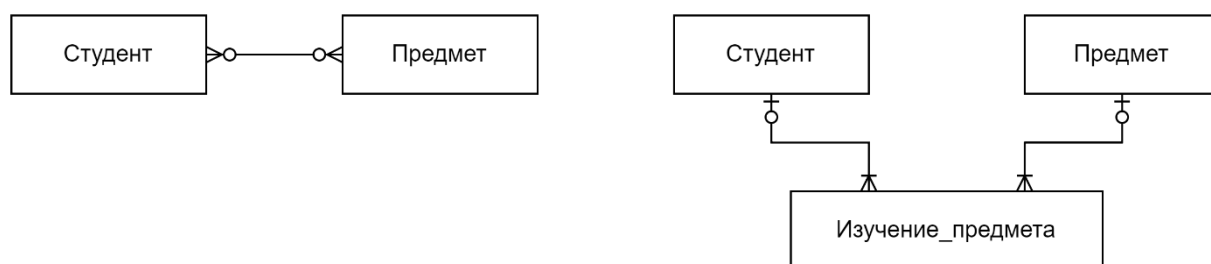


Рис. 7.12. Пример разрешения неспецифического отношения

8 Построение модели процессов в нотации ЕРС

Нотация ЕРС (Event-Driven Process Chain - событийная цепочка процессов) используется для описания процессов нижнего уровня. Диаграмма процесса в нотации ЕРС, представляет собой упорядоченную комбинацию событий и функций. Для каждой функции могут быть определены начальные и конечные события, участники, исполнители, материальные и документальные потоки, сопровождающие её, а также проведена декомпозиция на более низкие уровни.

Следует отметить, что при декомпозиции процесса ЕРС, расположенного на диаграмме SADT, стрелки с диаграммы SADT на диаграмму ЕРС не переносятся.

Основными элементами нотации являются событие и функция. При этом функция представляет собой определенное действие, имеющее продолжительность во времени и сопряженное с результатом. Событие представляет собой факт свершения чего-либо. В большинстве случаев событие не растянуто во времени. При этом всегда за событием следует какое-либо действие, а следствием действия становится событие. Исключение из данного правила – только для начальных и конечных событий.

Дополнительные элементы – исполнитель (можно указать данные конкретного человека или должность), информация (любая дополнительная информация, необходимая для выполнения функции и наступления события), документ, приложение (информация о программном обеспечении, необходимом для выполнения функции). При необходимости разработчик не ограничен в выборе и создании новых элементов. При этом надо понимать, что внедрение значительного количества дополнительных фигур может стать непонятным для тех, кто будет изучать модель по схеме.

В нотацию также внедрены логические элементы – «и», «или» и «исключающее или».

К особенности нотации ЕРС можно отнести использование значительного количества элементов, которые представлены разноцветными фигурами. Розовыми фигурами отражают события, зелеными – действия, желтыми – исполнителей, серыми – ресурсы, оранжевыми – информационные системы (таблица 8.1).

Принято разворачивать модель сверху вниз, когда более ранние элементы отражаются сверху (рис. 8.1). Кроме стрелок – соединительных элементов в нотации предусмотрено использование разделителей «и», «или» и

«исключающего или». Это дает возможность использовать данную методику при описании ветвящихся бизнес-процессов.

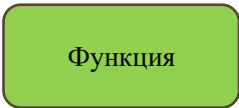
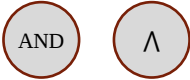
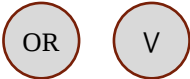
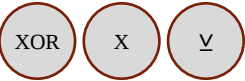
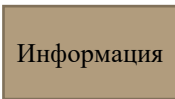
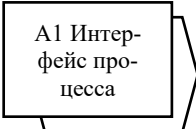
Непосредственно в нотации не указано никаких жестких требований к расположению элементов, хотя в целом принято и более комфортно для пользователя расположение схемы сверху вниз или слева направо. Но если не устанавливать такие правила, то есть вероятность получения сумбурной схемы. Особенно, если над ней работает несколько специалистов.

Приведем общие правила, соблюдение которых позволит достичь единства в создании и оформлении модели разными специалистами:

1. Предпочтительно размещение схемы сверху вниз. Допустимо – слева направо.
2. Элементы исполнителей располагаем справа от функций.
3. Влево и вверх от функции даем информацию о входящих документах.
4. Влево и вниз от функции представляем информацию об исходящих документах.
5. Вниз и вправо от функции располагаем блок «Информация».
6. Вверх и вправо от функции представляем данные о приложениях.
7. Произвольное расположение предпочтительно для элементов «База данных» и «Картотека».
8. Данные о материальных потоках представляем слева о сведениях о документах, которые их сопровождают.
9. Если используется блок «Кластер», его располагают слева о данных о сопутствующем документе.
10. События и функции по ходу выполнения процесса должны чередоваться. Решения о дальнейшем ходе выполнения процесса принимаются функциями.

Таблица 8.1

Основные элементы нотации ЕРС

Название	Графический символ	Описание
Функция		Блок представляет собой функцию - действие или набор действий, выполняемых над исходным объектом (документом, ТМЦ и прочим) с целью получения заданного результата. Временная последовательность выполнения функций задается расположением функций на диаграмме процесса сверху вниз.
Событие		Событие - состояние, которое является существенным для целей управления бизнесом и оказывает влияние или контролирует дальнейшее развитие одного или более бизнес-процессов. Элемент отображает события, активизирующие функции или порождаемые функциями.
Стрелка		Стрелка отображает связи элементов диаграммы процесса ЕРС между собой. Связь может быть направленной и ненаправленной в зависимости от соединяемых элементов и типа связи.
Оператор AND («И»)		Оператор «И» используется для обозначения слияния/ветвления как функций, так и событий. Если завершение выполнения функции должно инициировать одновременно несколько событий, то это обозначается с помощью оператора «И», следующего после функции и перед событиями.
Оператор OR («ИЛИ»)		Оператор «ИЛИ» используется для обозначения слияния/ветвления функций и для слияния событий. По правилам нотации ЕРС после одиночного события не может следовать разветвляющий оператор «ИЛИ».
Оператор XOR («Исключающее ИЛИ»)		Оператор «Исключающее ИЛИ» используется для обозначения слияния/ветвления функций и для слияния событий. По правилам нотации ЕРС после одиночного события не может следовать разветвляющий оператор «Исключающее ИЛИ».
Субъект		Используется для отображения на диаграмме организационных единиц (должности, подразделения, роли, внешнего субъекта) - исполнителей, владельцев или участников функций.
Информация, материал, документ		Используется для отображения на диаграмме информационных потоков или товарно-материальных ценностей (ТМЦ), сопровождающих выполнение функции.
Интерфейс процесса		Элемент, обозначающий внешний (по отношению к текущей диаграмме) процесс или функцию.

11. Рекомендуемое количество функций на диаграмме - не более 20. Если количество функций диаграммы значительно превышает 20, то существует вероятность, что неправильно выделены процессы на верхнем уровне и необходимо произвести корректировку модели.

12. События и функции должны содержать строго по одной входящей и одной исходящей связи, отражающей ход выполнения процесса.

13. На диаграмме не должны присутствовать объекты без единой связи.

14. Каждый оператор слияния должен обладать хотя бы двумя входящими связями и только одной исходящей, оператор ветвления - только одной входящей связью и хотя бы двумя исходящими. Операторы не могут обладать одновременно несколькими входящими и исходящими связями.

15. Если оператор обладает входящей связью от элемента «событие», то он должен обладать исходящей связью к элементу «функция» и наоборот.

16. За одиночным событием не должны следовать операторы «OR (ИЛИ)» или «XOR (Исключающее ИЛИ)».

17. Операторы могут объединять или разветвлять только функции или только события. Одновременное объединение/ветвление функции и события невозможно.

18. Оператор,

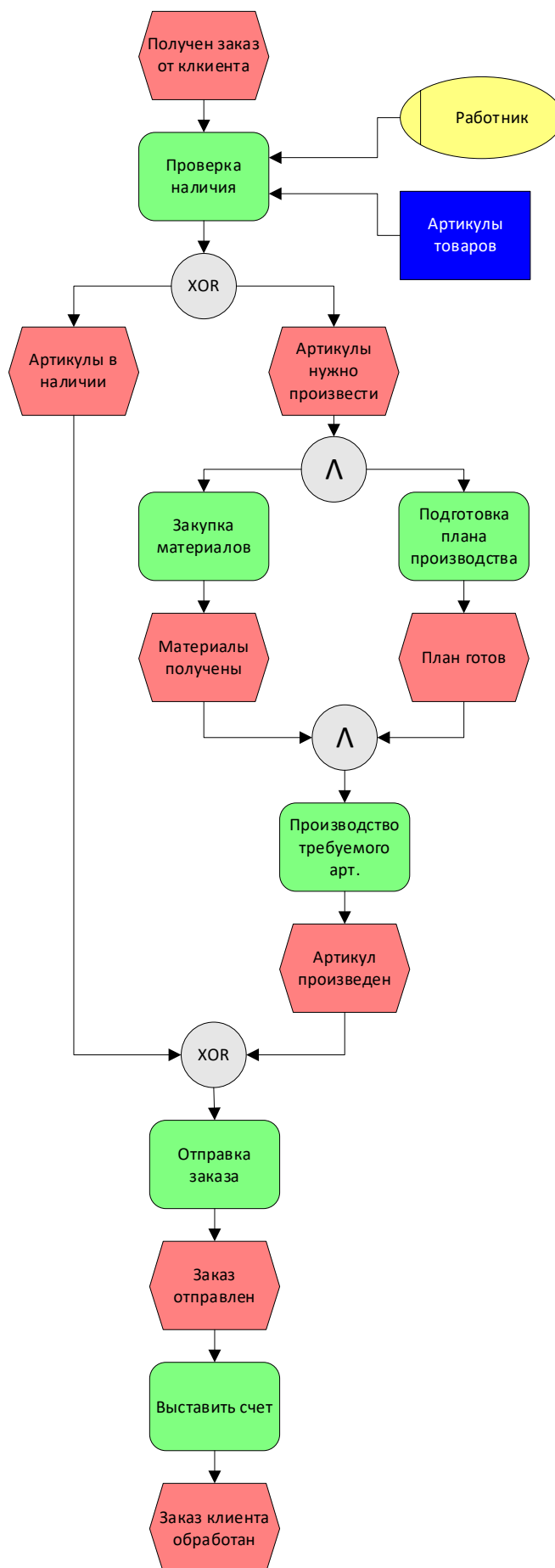


Рис. 8.1

разветвляющий ветки, и оператор, объединяющий эти ветки, должны совпадать. Допускается также ситуация, когда оператор ветвления «И», оператор объединения - «ИЛИ».

Рассмотрим общий алгоритм построения диаграммы:

1. Определяем начальное и конечное события, другими словами, проводим оценку текущего и желаемого состояния.
2. Внедряем между граничными событиями действия (или функции) и соответствующие промежуточные события.
3. Определяем и отражаем на схеме документы и информацию, необходимую для реализации каждого из этапов, а также результирующие документы. Также определяем исполнителей работ, обозначаем их роль.
4. Анализируем качество и полноту схемы, рассматриваем, все ли возможные варианты событий и действий предусмотрены моделью. Если выявлены функции, которые не совсем понятны, требуют расшифровки, детализируем их в подпроцессы и разрабатываем соответствующие схемы для них.

Таким образом, получаем схему процессов ЕРС.

9 Построение модели процессов в нотации BPMN

Нотация BPMN (Business Process Model and Notation - модель бизнес-процессов и нотация) используется для описания процессов нижнего уровня. Диаграмма процесса в нотации BPMN представляет собой алгоритм выполнения процесса. На диаграмме могут быть определены события, исполнители, материальные и документальные потоки, сопровождающие выполнение процесса. Каждый процесс может быть декомпозирован на более низкие уровни. Декомпозиция может производиться в нотациях BPMN или ЕРС. При декомпозиции процесса BPMN, расположенного на диаграмме SADT, стрелки с диаграммы SADT на диаграмму BPMN не переносятся.

BPMN в настоящее время является наиболее широко используемой нотацией для моделирования процессов, используемым бизнес-аналитиками, а также руководителями - владельцами процессов.

Основа нотации - это описание последовательности действий, включая описание событий, сопровождающих процесс, и взаимодействие между отдельными объектами.

Нотация позволяет описывать трактовку различных событий и вариантов решений и полностью описывать, как происходит деятельность.

В нотации BPMN выделяют пять основных категорий элементов (Рис. 9.1):

- элементы потока (события, процессы и шлюзы);
- данные (объекты данных и базы данных);
- соединяющие элементы (потоки управления, потоки сообщений и ассоциации);
- зоны ответственности (пулы и дорожки);
- артефакты (сноски).



Рис. 9.1. Основные категории элементов BPMN

Помимо элементов, BPMN также определяет типы схем:

- ➔ Описание процесса.
- ➔ Описание хореографии.
- ➔ Описание сотрудничества.

Опишем назначения графических символов, используемых в нотации BPMN.

Событие (Event). События - это то, что происходит и может повлиять на бизнес-процесс. Событие может быть как внешним, так и внутренним. Пока они могут влиять на моделируемый процесс, их следует моделировать. События показаны кружками. В некоторых случаях в кругах есть значки, обозначающие тип триггера события (рис).



Рис. 9.2. События

При выполнении процесса могут происходить различные события, оказывающие влияние на ход процесса: старт процесса, его завершение, смена статуса документа, получение сообщения и многое другое. Но событие – элемент необязательный, поэтому на диаграмме процесса в нотации BPMN его может и не быть. Если на диаграмме процесса есть конечное событие, то на диаграмме должно быть по крайней мере одно стартовое событие. Элементы

потока, не имеющие входящих потоков управления, запускаются при старте процесса (за исключением процесса с типом «Компенсация» и событийного подпроцесса).

События, возникающие при выполнении процесса разделяются на 2 категории: возникающие из-за какой-то причины и инициирующие какой-то результат. И причина возникновения события, и результат, который инициирует событие, называются триггером. События, обрабатывающие триггер, который привел к их возникновению, называются *обработчиками*. События, которые инициируют триггер (или некий результат), называются *инициаторами*.

По типу триггера события делятся на следующие типы: Неопределенное (без триггера), Сообщение, Таймер, Условие, Сигнал, Множественное, Параллельное множественное, Эскалация, Ошибка, Ссылка, Компенсация, Завершение. Триггер обозначается специальным маркером внутри события.

События-обработчики - это все стартовые и некоторые промежуточные события. Если встречается событие-обработчик, то процесс ожидает наступления этого события, т.е. ожидает появления причины возникновения этого события. На диаграмме триггер внутри события, являющегося обработчиком, показывается незакрашенным.

События-инициаторы – это некоторые промежуточные события (включая промежуточное событие с типом «Неопределенное») и все конечные события. Если встречается событие-инициатор, то процесс просто выполняется дальше и ничего не ожидает. На диаграмме триггер внутри события, являющегося инициатором, показывается закрашенным.

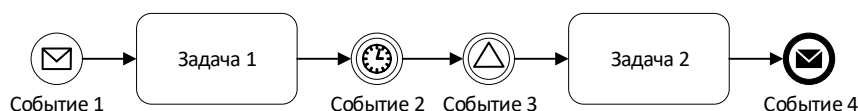


Рис. 9.3. Разные типы событий:

- Событие 1 - стартовое событие с типом триггера «Сообщение»;
- Событие 2 - промежуточное событие (обработчик) с типом триггера «Таймер»;
- Событие 3 - промежуточное событие (инициатор) с типом триггера «Сигнал»;
- Событие 4 - конечное событие с типом триггера «Сообщение».

Промежуточные события (обработчики) могут присоединяться к границе процесса. Такие события называются *граничными*. Граничное событие изображает событие, возникающее при выполнении процесса, к границе которого это событие присоединено. Причем граничное событие может прервать выполнение процесса - *граничное прерывающее*, и не прерывать - *граничное непрерывающее*. Граничное непрерывающее событие изображается пунктирными линиями.

На рис. 9.4 изображено использование граничного прерывающего события. Если при выполнении процесса «Процесс 1» возникнет событие «Событие 2», то выполнение процесса «Процесс 1» прервется и на текущей диаграмме дальнейшее выполнение процесса будет происходить по потоку, исходящему от граничного события, т.е. начнется выполнение процесса «Процесс 3».

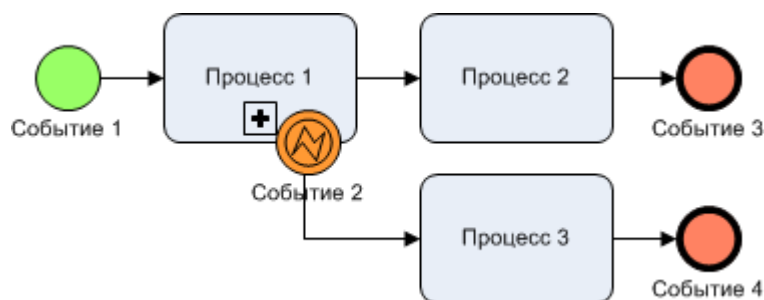


Рис. 9.4. Граничное прерывающее событие

На рис. 9.5 изображено использование граничного непрерывающего события. Если при выполнении процесса «Процесс 1» возникнет событие «Событие 2», то выполнение процесса «Процесс 1» продолжится. На текущей диаграмме дальнейшее выполнение процесса будет происходить по потоку, исходящему от граничного события, т.е. начнется выполнение процесса «Процесс 3». А также после выполнения процесса «Процесс 1» начнет выполняться процесс «Процесс 2».

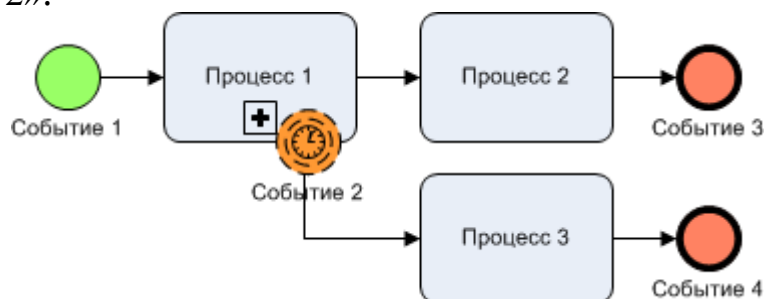


Рис. 9.5. Граничное непрерывающее событие

Действие (Activity) - это работы, выполняемые в рамках бизнес-процесса. Они показаны в виде прямоугольников с закругленными углами, с названиями, описывающими работы, которые необходимо выполнить.

Есть два типа действий: задача и подпроцесс. Когда мы хотим смоделировать атомарную работу, которая не может быть далее разбита или не имеет смысла в этом, мы используем задачу.



Рис. 9.6

С другой стороны, когда мы хотим смоделировать неатомарную сложную работу, которая может быть переработана в более мелкие работы, мы используем подпроцесс. Подпроцесс можно разбить на другой уровень детализации.

Временная последовательность выполнения процессов задается расположением процессов на диаграмме слева направо (сверху вниз на вертикальной диаграмме процесса BPMN).

Задача – это простое действие (или операция), которое не имеет

дальнейшей декомпозиции в рамках рассматриваемого процесса. Задачи подразделяются на типы, каждый из которых (за исключением абстрактной задачи) обозначается своим маркером в левом верхнем углу блока задачи:

- Абстрактная задача (задача с неопределенным типом);
- Пользовательская задача (задача, которую выполняет человек при содействии других людей или программного обеспечения);
- Сервисная задача (задача, предназначенная для оказания услуги, которая может являться как web-сервисом, так и автоматизированным приложением);
- Отправка сообщений (задача, суть которой заключается в отправлении сообщения внешнему участнику за пределы рассматриваемого процесса);
- Получение сообщений (задача, суть которой заключается в получении сообщения от внешнего участника, находящегося за пределами рассматриваемого процесса);
- Ручное выполнение (задача, выполнение которой подразумевает действия человека и исключает использование каких-либо автоматизированных механизмов исполнения или приложений);
- Бизнес-правило (задача, суть которой заключается в выполнении бизнес-правила);
- Задача-сценарий (задача, суть которой заключается в выполнении некоторого сценария (или скрипта) - некоторой автоматической операции).

Подпроцесс (декомпозированный процесс, включенный в состав рассматриваемого процесса и описанный более подробно на своей диаграмме) на диаграмме обозначается блоком со знаком «плюс» в центре нижней части фигуры. Подпроцессы подразделяются на типы:

- Подпроцесс (подпроцесс с неопределенным типом);
- Событийный подпроцесс (подпроцесс, не имеющий входящих и исходящих потоков управления. Событийный подпроцесс запускается всякий раз, когда его стартовое событие запускается во время выполнения родительского процесса);
- Транзакция (подпроцесс, состоящий из набора процессов, которые в совокупности представляют некий неделимый процесс: либо весь процесс выполняется полностью, либо не выполняется вообще. Транзакции используются тогда, когда необходимо выполнить несколько процессов, но при каких-то исключительных ситуациях необходимо «откатить» выполняемые процессы);
- Ad-Нос процесс (подпроцесс, представляющий собой группу процессов, взаимодействие между которыми не поддается строго регламентированным правилам. Определяется только набор процессов, однако, их последовательность и количество выполнений определяются исполнителями этих процессов).

Для процессов BPMN (и для задач, и для подпроцессов) предусмотрено обозначение циклического выполнения. Для процесса BPMN можно задать следующие типы циклов:

- Стандартный цикл (используется, когда количество циклов заранее

неизвестно. Процесс будет выполняться в цикле, пока верно некоторое условие);

→ Многоэкземплярный параллельный цикл (используется, когда количество циклов известно заранее. При этом экземпляры процесса будут выполняться параллельно);

→ Многоэкземплярный последовательный цикл (используется, когда количество циклов известно заранее. При этом экземпляры процесса будут выполняться последовательно).

Для процесса BPMN можно задать специальный тип процесса - «Компенсация». Некоторые процессы могут приводить к нежелательным результатам, которые следует отменить. Процессы-компенсации как раз предусмотрены для отмены результатов выполнения некоторого процесса. Процессы-компенсации не должны иметь входящих и исходящих потоков управления и могут соединяться входящей ассоциацией с граничным событием с типом «Компенсация».

Процесс-ссылка (Call activity) отображается в виде блока с жирной линией границы. Процесс-ссылка обозначает ссылку на типовую модель процесса.

Развилка, шлюз (Gateway)

Развилки несут ответственность за управление ходом бизнес-процессов. Они показаны в виде ромбов. В процессе работа и результат могут отличаться в зависимости от внешних или внутренних условий. Например, скидка будет предложена только VIP-покупателю, но никому другому. Развилка - это место, где оцениваются условия и принимается решение.

 **Параллельный шлюз (AND, «И»)** используется для обозначения слияния/ветвления потоков управления в рамках процесса.

На рис. 9.7 параллельный шлюз используется для ветвления потоков управления или создания параллельных веток выполнения процесса: после выполнения процесса «Процесс 1» запустится выполнение и процесса «Процесс 2», и процесса «Процесс 3».

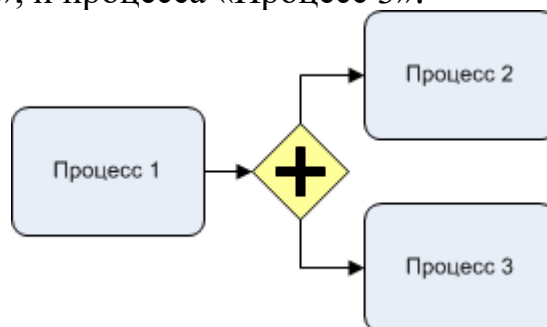


Рис. 9.7. Использование параллельного шлюза для ветвления потоков управления

На Рис. 9.8 параллельный шлюз используется для слияния потоков управления или синхронизации параллельных веток выполнения процесса. Выполнение процесса «Процесс 3» запустится только тогда, когда выполнится и процесс «Процесс 1», и процесса «Процесс 2».

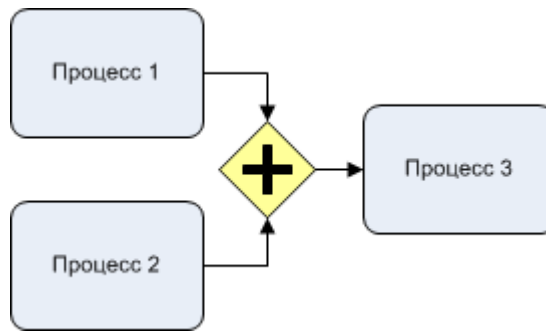


Рис. 9.8. Использование параллельного шлюза для слияния потоков управления



Эксклюзивный шлюз (XOR, «Исключающее ИЛИ») используется для ветвления потока управления на несколько альтернативных потоков, когда выполнение процесса зависит от выполнения некоторого условия.

Элемент «Эксклюзивный шлюз» может содержать внутренний маркер, выполненный в виде «X», но это не является обязательным.

Для шлюза можно указывать наименование.

Условия на диаграмме задаются при помощи *условных потоков управления*, исходящих из шлюза. При использовании эксклюзивного шлюза можно продолжить выполнение процесса только по одному из возможных условных потоков управления. Среди потоков управления, исходящих из эксклюзивного шлюза, допускается использование *потока управления по умолчанию*: если ни одно из условий не выполняется, дальнейшее выполнение процесса продолжится по потоку управления по умолчанию.

На рис. 9.9 после выполнения процесса «Процесс 1» дальнейшее выполнение процесса может продолжиться только по одному потоку, исходящему из шлюза:

- если условие «Условие 1» верно, то выполнится только процесс «Процесс 3»;
- если условие «Условие 2» верно, то выполнится только процесс «Процесс 4»;
- если ни условие «Условие 1», ни условие «Условие 2» не верны, то выполнится только процесс «Процесс 2».

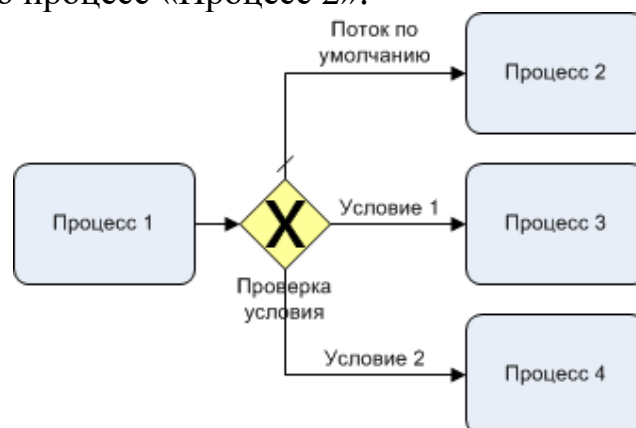


Рис. 9.9. Использование эксклюзивного шлюза для ветвления потоков управления

Эксклюзивный шлюз может использоваться и для слияния потоков управления. В данном случае шлюз просто пропускает через себя все потоки управления без синхронизации.

На Рис. 9.10 процесс «Процесс 3» будет выполнен дважды: после выполнения процесса «Процесс 1» и после выполнения процесса «Процесс 2».

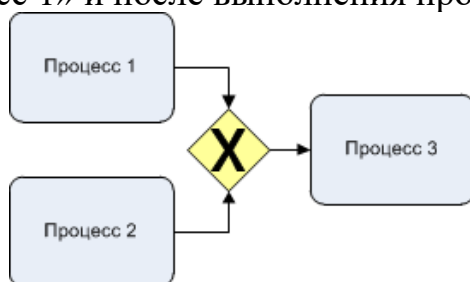


Рис. 9.10. Использование эксклюзивного шлюза для слияния потоков управления



Неэксклюзивный шлюз (OR, «ИЛИ») используется для ветвления потока управления на несколько потоков, когда выполнение процесса зависит от выполнения условий. При этом каждое из указанных условий является независимым, и дальнейшее выполнение процесса может продолжиться сразу по нескольким потокам управления, если условия будут выполнены.

Для шлюза можно указывать наименование.

Условия на диаграмме задаются при помощи *условных потоков управления*, исходящих из шлюза. Среди потоков управления, исходящих из неэксклюзивного шлюза, допускается использование *потока управления по умолчанию*: если ни одно из условий не выполняется, дальнейшее выполнение процесса продолжится по потоку управления по умолчанию.

На Рис. 9.11 после выполнения процесса «Процесс 1» дальнейшее выполнение процесса может продолжиться по любому потоку, исходящему из шлюза, если условие, заданное на этом потоке, выполняется:

- если условие «Условие 1» верно, то выполнится «Процесс 3»;
- если условие «Условие 2» верно, то выполнится процесс «Процесс 4»;
- если ни условие «Условие 1», ни условие «Условие 2» не верны, то выполнится только процесс «Процесс 2».

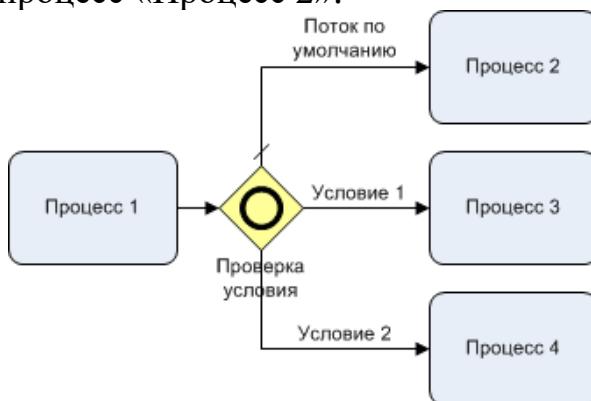


Рис. 9.11. Использование неэксклюзивного шлюза для ветвления потоков управления

Показать ветвление потоков управления подобно неэксклюзивному шлюзу можно при помощи условных потоков управления (рис. 9.22).

Неэксклюзивный шлюз может использоваться для слияния потоков управления. В данном случае шлюз может использоваться для синхронизации.

На Рис. 9.12 процесс «Процесс 3» будет выполнен только тогда, когда выполнится и процесс «Процесс 1», и процесс «Процесс 2».

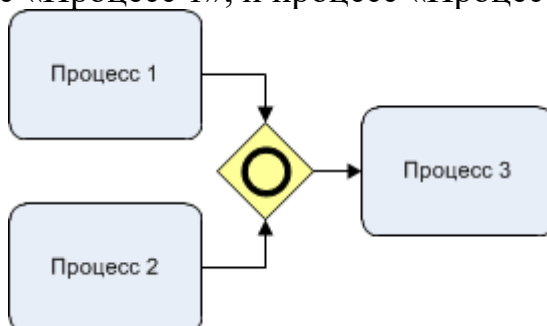


Рис. 9.12. Использование неэксклюзивного шлюза для слияния потоков управления

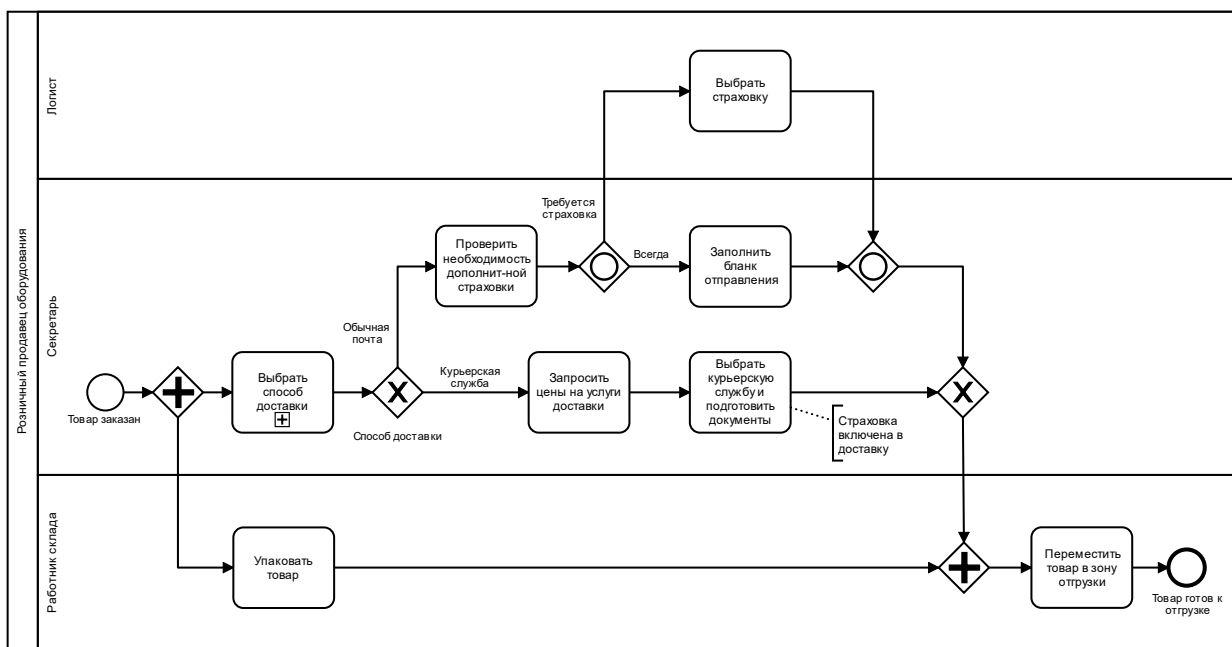


Рис. 9.13. Использование шлюзов в BPMN



Комплексный шлюз используется для ветвления потока управления на несколько потоков, когда выполнение процесса зависит от выполнения условий. По своему действию комплексный шлюз аналогичен неэксклюзивному шлюзу.

Для шлюза можно указывать наименование.

На Рис. 9.14 после выполнения процесса «Процесс 1» дальнейшее выполнение процесса может продолжиться по любому потоку, исходящему из шлюза, если условие, заданное на этом потоке, выполняется:

- если условие «Условие 1» верно, то выполнится процесс «Процесс 2»;
- если условие «Условие 2» верно, то выполнится процесс «Процесс 3»;
- если условие «Условие 3» верно, то выполнится процесс «Процесс 4».

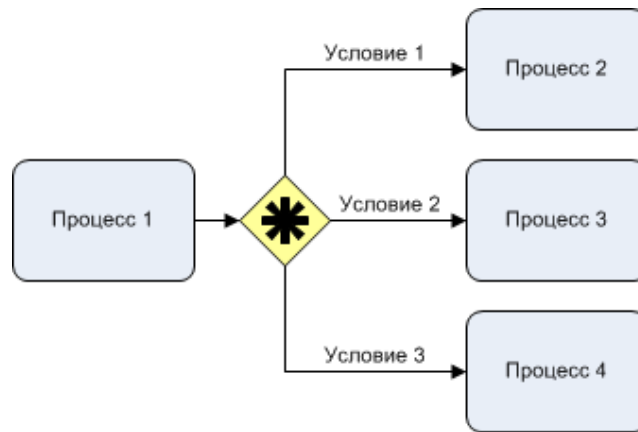


Рис. 9.14. Использование комплексного шлюза для ветвления потоков управления

Шлюз по событиям

Эксклюзивный шлюз по событиям (XOR, «Исключающее ИЛИ») (рис. 9.15) используется для ветвления потока управления на несколько альтернативных потоков, когда дальнейшее выполнение процесса зависит от возникновения некоторого события-обработчика, следующего после шлюза. Отдельно взятое событие, обычно с типами «Получение сообщения» или «Таймер», определяет выбор только одного маршрута, по которому будет проходить дальнейшее выполнение процесса: событие, идущее после шлюза и возникшее первым, определяет дальнейший ход выполнения процесса.



Рис. 9.15. Шлюзы по событиям

На Рис. 9.16 после выполнения процесса «Процесс 1» дальнейшее выполнение процесса может продолжиться только по одной ветке, исходящей из шлюза:

- если первым возникло событие «Событие 1», то выполнится только процесс «Процесс 2»;
- если первым возникло событие «Событие 2», то выполнится только процесс «Процесс 3».

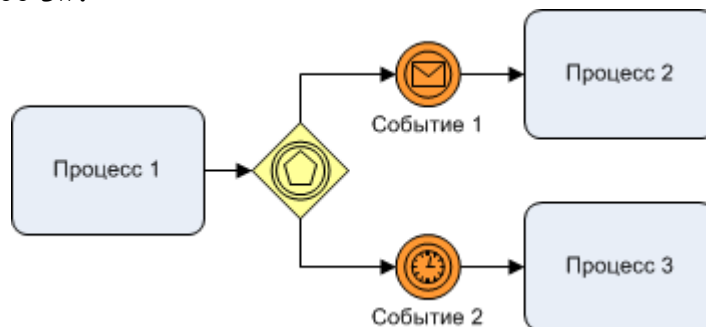


Рис. 9.16. Использование эксклюзивного шлюза по событиям

Существует 2 типа шлюзов по событиям, которые могут быть использованы в начале процесса:

- эксклюзивный шлюз по событиям (для запуска процесса) (Рис. 9.17);
- параллельный шлюз по событиям (для запуска процесса) (Рис. 9.18).

В случае, когда шлюз по событиям используется для запуска процесса, у него не должно быть входящих связей.

Эксклюзивный шлюз по событиям (для запуска процесса) аналогичен обычному эксклюзивному шлюзу по событиям: событие, идущее после шлюза и возникшее первым, определяет дальнейший ход выполнения процесса.

На Рис. 9.17 выполнение процесса начнется с возникновения одного из событий, идущих после шлюза:

- если первым возникнет событие «Событие 1», то дальнейшее выполнение процесса будет осуществляться только по потоку управления, исходящему из этого события, т.е. выполнится процесс «Процесс 1»;

- если первым возникнет событие «Событие 2», то дальнейшее выполнение процесса будет осуществляться только по потоку управления, исходящему из этого события, т.е. выполнится процесс «Процесс 2».

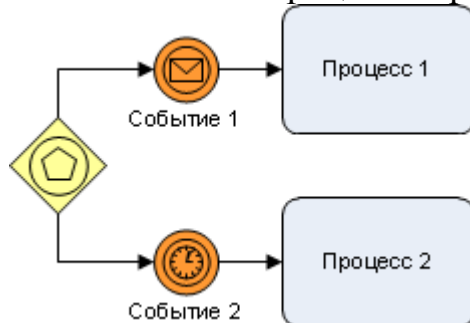


Рис. 9.17. Использование эксклюзивного шлюза по событиям (для запуска процесса)

При использовании параллельного шлюза по событиям (для запуска процесса) выполнение процесса запускается по всем возникшим событиям, идущим после шлюза.

На Рис. 9.18 процесс «Процесс 1» и «Процесс 2» будут выполнены, если возникнут события, идущие перед этими процессами.

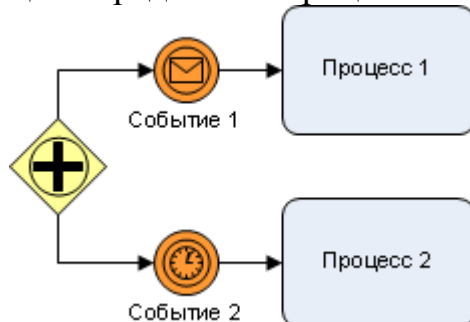
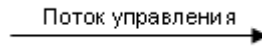


Рис. 9.18. Использование параллельного шлюза по событиям (для запуска процесса)

Поток (Flow)

Поток – это элементы, которые соединяются друг с другом для формирования бизнес-процессов. Элементы потока – это основные элементы, определяющие поведение процесса. Существует три типа элементов потока: события, действия и шлюзы.

Поток управления



Стрелка используется для связи элементов потока BPMN (событий, процессов, шлюзов). Поток управления отображает ход выполнения процесса. При необходимости поток может быть именованным.

Стандартный поток управления является неконтролируемым, т.е. на поток не воздействуют никакие условия, и поток не проходит через шлюзы. Простейшими примерами неконтролируемого потока управления могут служить отдельно взятый поток управления, связывающий два процесса (Рис. 9.19), или потоки управления, сходящиеся в процессе (Рис. 9.20) или расходящийся от него (Рис. 9.21).

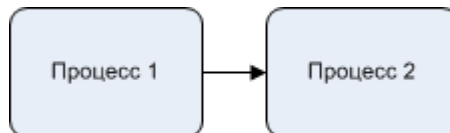


Рис. 9.19. Поток управления

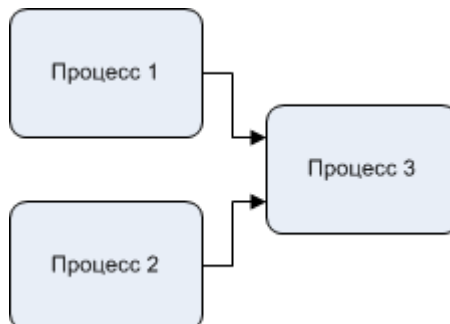


Рис. 9.20. Потоки управления, поступающие в один процесс

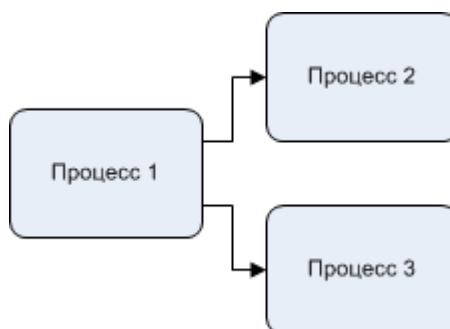
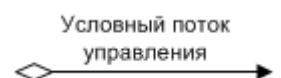


Рис. 9.21. Потоки управления, исходящие из одного процесса

Условный поток управления



Стрелка используется для отображения потока управления и используется тогда, когда необходимо показать, что по рассматриваемому потоку будет происходить дальнейшее выполнение процесса только в том случае, если выполнится условие, указанное в названии потока. В случае,

если условный поток управления является исходящим от процесса, то у основания линии изображается небольшой ромбик (Рис. 9.22). Если же условный поток управления является исходящим от шлюза, то никакого ромбика у основания линии не будет (см. рис. 9.9).

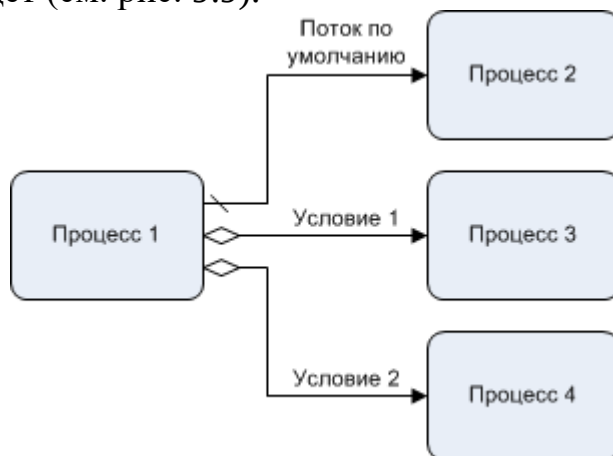
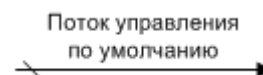


Рис. 9.22. Условные потоки управления

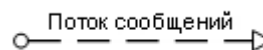
Поток управления по умолчанию

Стрелка используется для отображения потока управления и используется тогда, когда необходимо показать, что по рассматриваемому потоку будет происходить дальнейшее выполнение процесса только в том случае, если не выполнилось ни одно из условий, заданных на условных потоках управления, исходящих из процесса или эксклюзивного/неэксклюзивного шлюза. Для изображения таких потоков управления используется диагональная черточка, располагающиеся у основания линии. При необходимости поток управления по умолчанию может быть именованным (см. Рис. 9.22).



Поток сообщений (Message Flows)

Объекты потока не изолированы, а скорее связаны, чтобы сформировать поток. Соединители, соединяющие объекты потока, называются соединительными объектами. Существует четыре типа связывающих объектов: потоки последовательности, потоки сообщений, ассоциации и ассоциации данных.



Стрелка используется для отображения межпроцессного взаимодействия - для связи элементов потока со свернутыми пулами. При необходимости поток может быть именованным.

Поток сообщений не отображает ход выполнения процесса, а показывает передачу сообщений или объектов из одного процесса в другой процесс или внешнюю ссылку.

На Рис. 9.23 представлено 4 примера использования потоков сообщений:

→ поток сообщений представляет механизм запуска процесса: поток сообщений «Поток сообщений 1» выходит из внешнего процесса (или внешней ссылки) и входит в стартовое событие «Событие 1». В качестве события может выступать и промежуточное событие-обработчик, но в этом случае поток сообщений будет инициировать лишь возникновение события, а не запуск

процесса;

→ поток сообщений используется для передачи сообщений или объектов из внешнего процесса (или внешней ссылки) в один из процессов рассматриваемого процесса: поток сообщений «Поток сообщений 2» выходит из процесса «Процесс 3» и входит в процесс «Задача 1»;

→ поток сообщений используется для передачи сообщений или объектов из одного процесса рассматриваемого процесса во внешний процесс (или внешнюю ссылку): поток сообщений «Поток сообщений 3» выходит из процесса «Задача 2» и входит во внешний процесс (или внешнюю ссылку);

→ передача сообщения (или объекта) во внешний процесс (или внешнюю ссылку) инициируется конечным событием: поток сообщений «Поток сообщений 4» выходит из конечного события «Событие 2» и входит во внешний процесс (или внешнюю ссылку). В качестве события может выступать и промежуточное событие-инициатор.

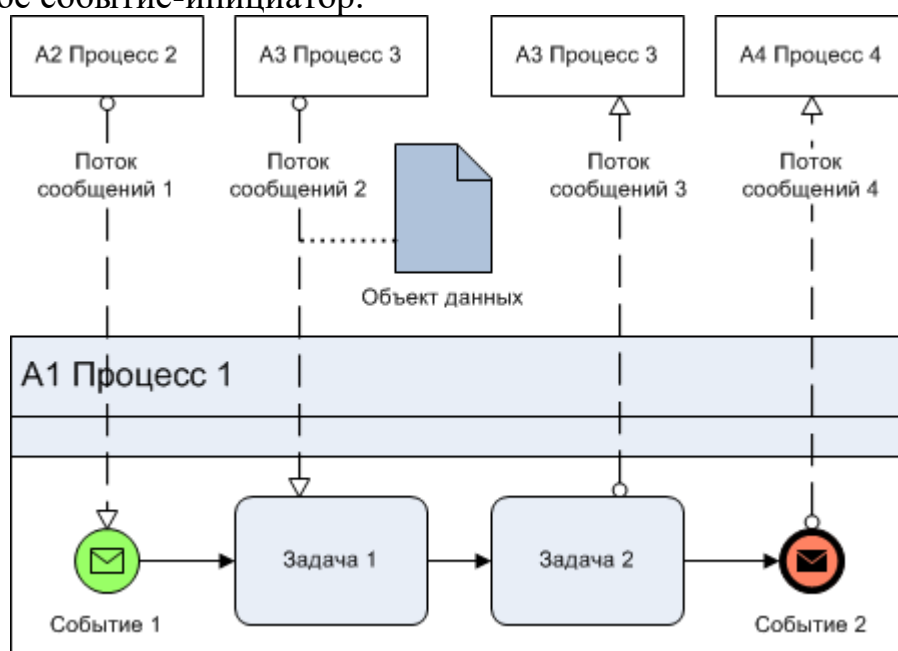


Рис. 9.23. Использование потоков сообщений

Сообщение (Message)

В BPMN связь между пулами осуществляется с помощью сообщений. Поток сообщений используется для отображения потока сообщений между пулами или элементов потока между пулами. Поток сообщений показан пунктирной линией со стрелкой. Некоторые примеры сообщений, которые проходят между пулами: факс, телефон, электронная почта, письмо, уведомление, команда.

Ассоциация

Стрелка используется для отображения связи объектов данных и баз данных с процессами. Связь может быть направленной и ненаправленной в зависимости от соединяемых элементов и типа связи.

На Рис. 9.24 Объект данных передается из процесса «Процесс 1» в процесс «Процесс 3». При этом при помощи ассоциаций устанавливается 2 связи:

связь процесса с объектом данных и связь объекта данных с процессом. При наведении связи между двумя элементами предлагается выбрать тип связи.

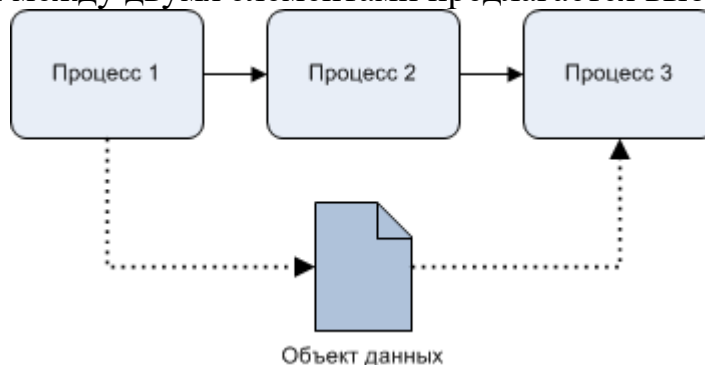


Рис. 9.24. Использование ассоциации

Если объект данных передается между двумя последовательно соединенными процессами, то можно использовать одну ассоциацию, которая строится в направлении от объекта данных к потоку управления, связывающему два процесса (рис. 9.25). После добавления ассоциации последовательно будет предложено выбрать типы связи: тип связи процесса с объектом данных и тип связи объекта данных с процессом.

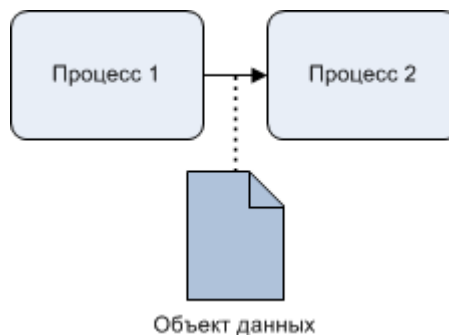


Рис. 9.25. Использование ассоциации для обозначения передачи объекта деятельности по потоку управления, связывающему два последовательных процесса

Подобно ассоциации, связанной с потоком управления, объекты данных можно присоединять ассоциацией к потокам сообщений. При этом также будет создано две связи: связь процесса с объектом данных и связь объекта данных с процессом. Выбрать тип соответствующей связи также будет предложено последовательно (рис. 9.26).

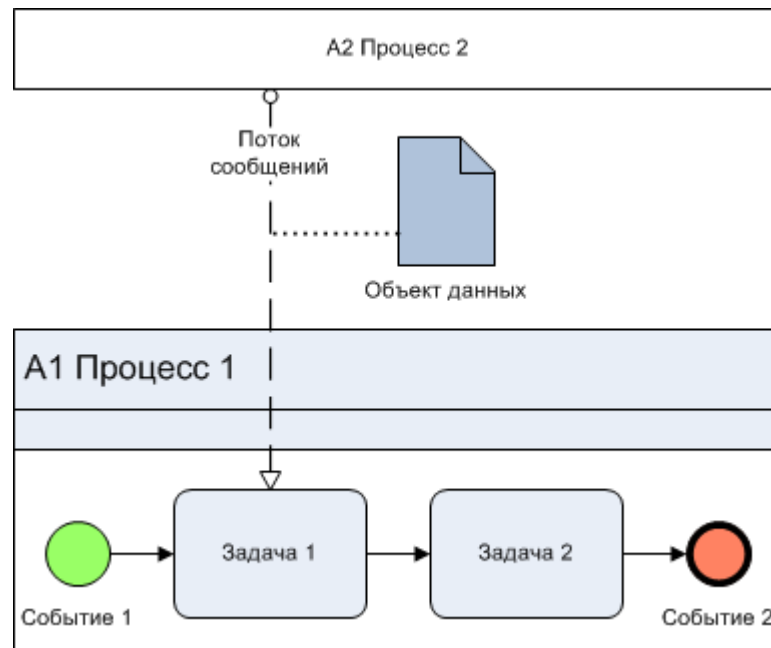


Рис. 9.26. Использование ассоциации для обозначения передачи объекта деятельности по потоку сообщений, связывающему процесс и свернутый пул

Ассоциации также используются для отображения обработчика компенсации, т.е. когда процесс с типом «Компенсация» используется для компенсации выполнения другого процесса. В этом случае промежуточное событие с типом «Компенсация» присоединяется к границам процесса для того, чтобы указывать на то, что этому процессу может потребоваться компенсация. В то же время событие соединяется ассоциацией с процессом, который будет компенсировать выполнение первого процесса (рис. 9.27).

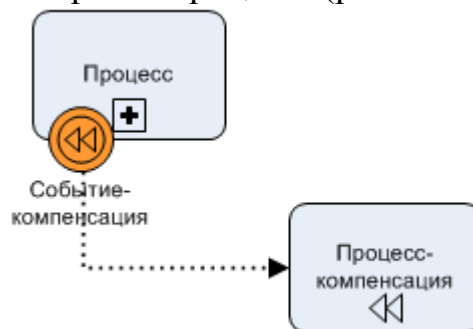
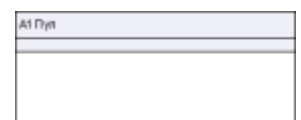


Рис. 9.27. Использование ассоциации для обозначения обработчика компенсации

Пул (Pool)

Пулы представляют участников бизнес-процесса. Это может быть конкретная сущность (например, отдел) или роль (например, помощник менеджера, врач, студент, продавец).



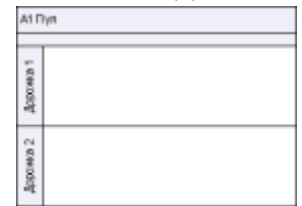
Внутри бассейна есть элементы потока. Они представляют собой работы, которые пул должен выполнять в моделируемом процессе.

Пул предназначен для отображения потока рассматриваемого процесса. Содержимое пула - это и есть тот процесс, диаграмма которого

рассматривается. На диаграмме развернутый пул может быть только один.

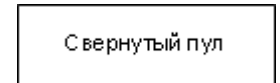
Дорожка

Дорожка предназначена для отображения организационных единиц (должности, подразделения, роли, внешнего субъекта) - исполнителей задач и подпроцессов процесса BPMN. Внутри блока помещается наименование организационной единицы.



Свернутый пул

Элемент, обозначающий внешний (по отношению к текущей диаграмме) процесс или внешнюю ссылку. Внутри блока помещается наименование внешнего процесса или внешней ссылки.



Свернутый пул используется для указания взаимосвязей процесса:

- обозначает процесс или внешнюю ссылку, откуда поступил или куда передается поток сообщений;
- обозначает предыдущий или следующий процесс по отношению к диаграмме рассматриваемого процесса.

На Рис. 9.28 показано, что сдаточная документация поступает в процесс «Организация итогового собрания по проекту» из процесса «Внесение сдаточной документации в папку проекта».



Рис. 9.28. Использование свернутого пула для обозначения источника потока сообщения

На рис. 9.29 показано, что после окончания процесса «Процесс 1» событие «Событие 2» инициирует отправку сообщения в процесс «Процесс 2».

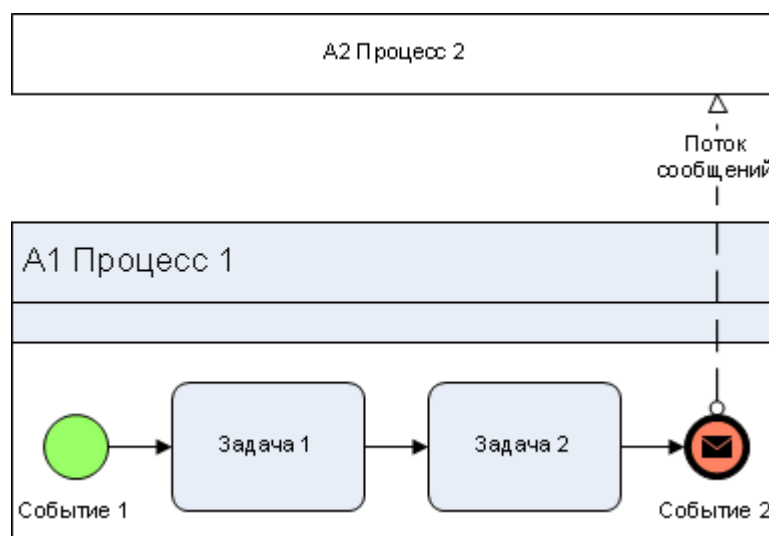


Рис. 9.29. Диаграмма процесса «Процесс 1»

На диаграмме процесса «Процесса 2» (Рис. 9.30) показано, что поток сообщений, поступающий из процесса «Процесс 1», инициирует событие «Событие 2», запускающее выполнение процесса «Процесс 2».

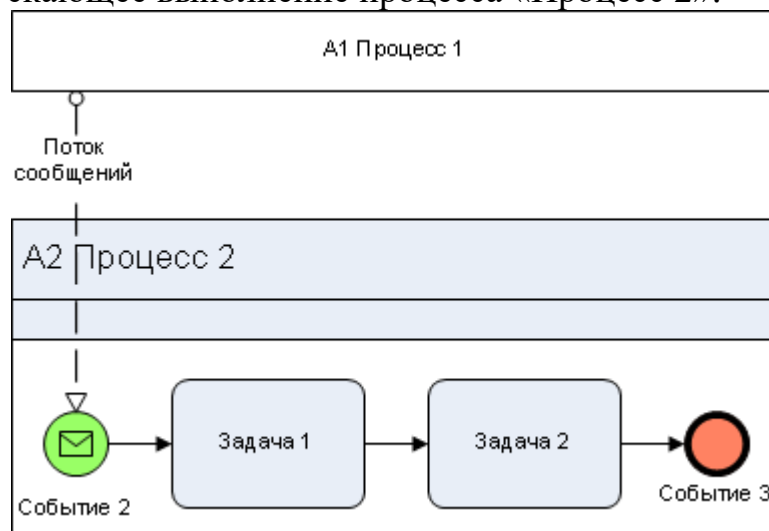


Рис. 9.30. Диаграмма процесса «Процесс 2»

Артефакты (Artefact)

Артефакты добавляют важную информацию к процессу, например, дополнительные примечания, текстовые аннотации. Артефакт может использоваться для добавления дополнительных деталей к объектам потока. Он не влияет на поток, но дает подробную информацию об объектах внутри потока.

Объекты данных (Data object)

Данные – это в основном информация, необходимая или производимая при выполнении бизнес-процесса. Существует четыре типа данных: объекты данных, входные данные, выходные данные и хранилища данных.

Объект данных используется для отображения на диаграмме объектов деятельности, сопровождающих выполнение процесса. Рядом с блоком размещается наименование объекта данных.



В качестве объекта данных может использоваться объект любого из следующих справочников: Бумажный документ, Электронный документ, ТМЦ, Информация, Программные продукты, Термины, Прочее.

На Рис. 9.31 статус документа «Акт выполненных работ» устанавливается с помощью термина «Подписанный».

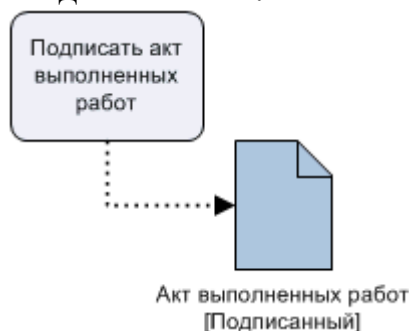


Рис. 9.31. Статус объекта данных

База данных

Используется для отображения на диаграмме базы данных, сопровождающей выполнение процесса. Рядом с элементом размещается наименование базы данных.



Набор объектов

Используется для отображения на диаграмме наборов объектов, сопровождающих выполнение процесса. Рядом с элементом размещается наименование набора объектов.



Набор объектов
[Сноска]

Сноска

Выносной элемент, предназначенный для нанесения текстовых комментариев.

Элемент может быть использован на диаграммах процессов в любых нотациях.

Пример диаграммы процесса в нотации BPMN приведен на рис. 9.32.

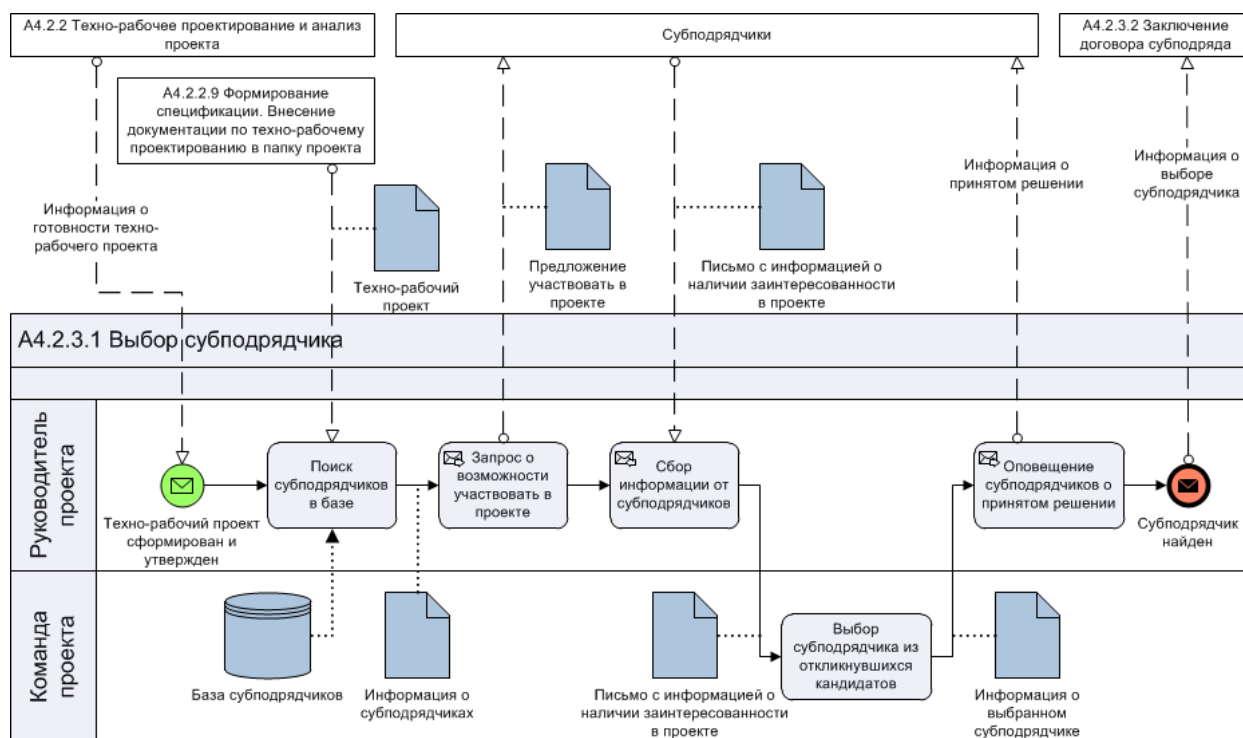


Рис. 9.32. Пример диаграммы процесса в нотации BPMN

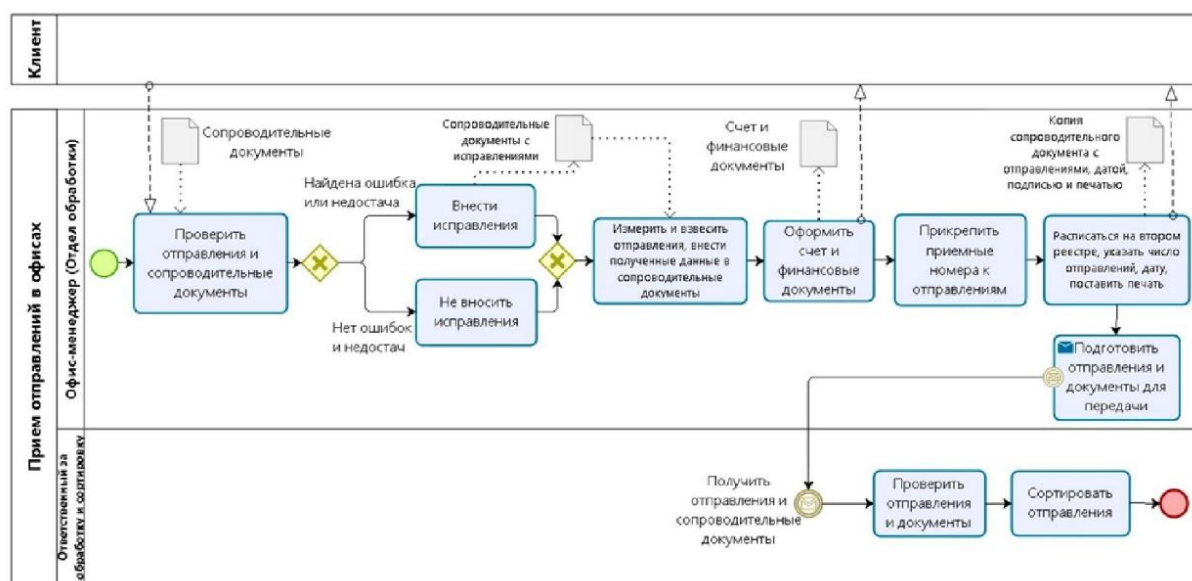


Рис. 9.33. Бизнес-процесс «Прием отправлений в офисах» в нотации BPMN

Диаграммы бизнес-процессов - это гибкий метод определения требований. Приступая к построению модели, лучше всего использовать наиболее простое представление процесса. Построение структуры лучше начать с базовой и четко идентифицируемых элементов в процессе. Добавление деталей лучше производить по мере развития диаграммы.

Нужна четкая цель. Диаграмма бизнес-процесса должна представлять конечный, четко ограниченный процесс, даже если он содержит подпроцессы.

Обратите внимание на следующие рекомендации по построению диаграмм:

1. Для сложного процесса запланируйте создание только резюме.

Представьте подпроцессы с одним элементом подпроцесса, не добавляйте слишком много деталей на этом этапе.

2. Для более мелких и простых процессов создавайте детали по мере необходимости, но не забудьте ограничить детали теми действиями, которые полностью выполняются в рамках процесса.

3. Поддерживаются два типа процессов: простые и бизнес-процессы.

4. Простой процесс представляет собой внутренние процессы в рамках одной организационной единицы или бизнес-единицы. Процесс не включает пулы, однако он может включать несколько дорожек для представления ролей или внутренних участников процесса.

5. Бизнес-процесс представляющие собой глобальные процессы, охватывающие несколько организационных единиц или бизнес-единиц. Этот процесс представлен несколькими пулами дорожек. Потоки сообщений связывают действия в пулах.

Если в вашем процессе участвует несколько участников (например, разные организации, клиенты или системы), то создайте бизнес-процесс и разделите участников по разным пулам. Используйте отдельные пулы для представления участников, которые контролируют свои собственные процессы. Например, покупатель — это один пул, а продавец — другой; у каждого из них есть отдельные процессы, но при размещении заказа они должны взаимодействовать за пределами своих организаций (через пулы).

В простом процессе или в едином пуле бизнес-процесса может быть несколько ролей, каждая из которых представлена отдельной полосой на диаграмме. Например, служба поддержки клиентов, выставление счетов и доставка имеют свою собственную полосу в рамках одного пула.

Определите задачи и подпроцессы, которые включены в процесс. Эти действия представляют собой описания работы. Задача — это конечная (атомарная) деятельность, которую нельзя разделить на более мелкие. Подпроцесс представляет собой набор задач, которые рассматриваются как одно действие на этой диаграмме процесса. Поместите каждое действие в пул или дорожку, которая представляет участника, роль или систему, выполняющую действие.

Действия могут совместно использовать объекты данных, которые являются контейнерами для данных. Соединение действий с объектами данных создает ассоциации данных, которые используются для размещения данных в объекте данных или извлечения данных из него.

Размещение начального, промежуточного и конечного событий. Поместите начальные и конечные события в правильный пул и дорожку по отношению к начальным и конечным действиям в процессе. Добавьте промежуточные события, которые влияют на действия в процессе.

Добавление соединителей потока и шлюзов. Когда вы добавляете соединители потока на диаграмму, инструмент назначает соединитель, соответствующий контексту. Соединители потока последовательностей соединяют действия в простом процессе или в пуле в процессе бизнес-бизнес. Соединители потока сообщений соединяют действия в двух пулах.

Когда вы добавляете соединитель между двумя элементами, редактор

схемы бизнес-процесса определяет, какой тип соединителя использовать в зависимости от выбранного источника и цели. Ассоциации связывают текстовые аннотации с действиями и событиями. Шлюз управляет расхождением и конвергенцией потока последовательностей; шлюз может определять ветвление, разветвление, слияние и соединение путей.

10 Критерии выбора решения

Одним из наиболее важных аспектов процесса выбора автоматизированного решения для строительства является выработка критериев его оценки. К числу наиболее значимых можно отнести следующие:

→ **Формообразование проекта:** различные решения, как бы универсальные не были, имеют направленность на какой-то определенный вид проекта. Например, если необходимо провести работу, более ориентированную на вертикальное строительство, удобнее будет использовать Revit или Renga, а для горизонтальных кейсов лучше подойдет AllPlan.

→ **Потребность в контексте размера проекта:** детальная дифференциация объема или размера проекта позволит еще более сузить выбор программы. Например, при создании проектов тех же небольших загородных домов применение полноценного BIM с цифровым ПОСом (проект организации строительства) нецелесообразно.

→ **Совместимость:** выбор должен учитывать совместимость решения с другими системами и программами, которые используются в строительной компании. Это поможет обеспечить эффективное взаимодействие между различными компонентами системы. Также если отдельные специалисты и/или компании, с которыми вы сотрудничаете, уже используют определенную программу, то более эффективно будет воспользоваться этой же системой, создав общий стандарт и экосистему. Это позволит гораздо эффективнее наладить процесс взаимной интеграции и ускорить командную работу. BIM-стандарт нужен, чтобы все функционировало в общем информационном поле и едиными правилами. Подобный шаблон помогает различным участникам процесса говорить на одном языке, оперировать сходными понятиями, способствует диалогу заказчика и архитектора.

→ **OpenBIM:** убедитесь, что программа поддерживает экспорт в формат IFC. Возможность экспорта и импорта IFC должна быть одним из ключевых критериев при выборе новой программы для создания моделей BIM. Все больше и больше проектов создаются в 3D-модели, поэтому его различные части вполне могут быть выполнены в разных программах и разными командами. IFC позволяет собирать модели из нескольких источников в одну многоотраслевую модель, которую можно воспроизводить во многих браузерах. На веб-сайте Buildingsmart, организации, ответственной за создание и развитие IFC, вы можете найти список сертифицированных программ, поддерживающих экспорт и импорт

→ **Доступность оборудования и возможности компании:** сложное моделирование требует больших вычислительных мощностей. Грамотный выбор

программы во многом зависит от того какое оборудование может позволить себе компания, осознавая, что придется платить еще и за лицензию ПО. Сегодня дефицит на рынке полупроводников и майнинг-бум привели к беспрецедентному удорожанию компьютерных компонентов, а покупка мощного «железа» стала серьезной нагрузкой на бюджет. Важно заранее проанализировать - какую программу можно полноценно использовать на располагаемых мощностях либо какое точно оборудование необходимо приобрести дополнительно.

→ **Эффективность:** Решение должно быть эффективным в плане снижения затрат и повышения производительности. Это может быть достигнуто путем оптимизации процессов, сокращения времени на выполнение задач, уменьшения количества ошибок и т. д.

→ **Гибкость:** Цифровое решение должно позволять адаптацию к изменяющимся условиям и требованиям. Это особенно важно в строительной отрасли, где проекты могут сильно различаться и требовать различных подходов к управлению.

→ **Надежность:** Решение должно обеспечивать высокую степень надежности и безопасности данных, чтобы избежать потери информации или ошибок при выполнении задач.

→ **Простота использования:** Цифровое решение должно быть простым и/или понятным для пользователей, чтобы они могли быстро и эффективно освоить новые инструменты и методы.

Однако, ориентируясь на перечисленные критерии, можно лишь задать правильное направление выбора различных решений. Для принятия решения об использовании программного обеспечения нужно определить, какие критерии для выбора автоматизированных решений важны и каким образом они будут учитываться в сравнении решений.

Например, зададимся следующим набором групп критериев (рис. 10.1):

- квалификационные критерии;
- оценочные критерии;
 - ✓ бальная оценка;
 - функциональный охват;
 - общая оценка вендора;
 - дополнительные критерии;
 - ✓ оценочное повышение эффективности процессов;
 - ✓ оценочная стоимость затрат на решение.



Рис. 10.1. Группы критериев выбора автоматизированного решения

Квалификационные критерии должны дать понимание, что решение работоспособно и используется. Тем самым можно себя обезопасить от приобретения «сырых», недоработанных решений. Как говорится, у опытного вендора все клиенты получают эффекты от автоматизации, а у неопытного все клиенты - подопытные, т.е. помогают дорабатывать систему.

Пример набора квалификационных критериев и их описание показано в таблице 10.1.

Таблица 10.1

Квалификационные критерии	
Наименование критерия	Описание критерия
Решение как рыночное предложение	Продукт должен быть надежным, целостным и многомо- дальным, с актуальными клиентами.
Текущие и активные клиенты	Вендор должен иметь 20 актуальных рекомендаций клиен- тов, независимо и целостно использующих решения. Вендор должен получить по крайней мере 10 новых клиен- тов за предыдущие 12 месяцев. Вендор должен осуществить 10 внедрений данной версии решения у новых клиентов за предыдущие 12 месяцев.
Межотраслевое присут- ствие	У вендора должны быть новые и существующие клиенты по крайней мере в следующих отраслях промышленности: от- расли, которые для Вас важны, определите сами.
Положение решения на рынке	Программное обеспечение должно продаваться и использо- ваться независимо от других услуг, предлагаемых вендором.
Поддержка территори- ально-распределенных структур	Наличие интерфейса на разных языках (русский, английский и т.д.)
Внедрения в России	Вендор должен иметь как минимум 2 успешных внедрения в России.

Ограничения данных критериев не являются жесткими и, как правило, несут дополняющую роль при выборе программного обеспечения.

К числу наиболее важных критериев можно отнести набор *функционального охвата*. Они показывают, насколько рассматриваемое решение удовлетворяет Вашим функциональным требованиям. Предлагается оценивать их по следующей методике.

Все требуемые функции нужно разбить на функциональные группы, максимально увязав их с процессами, идентифицированные ранее. Каждой функциональной группе присвоить вес группы в процентах, таким образом, чтобы сумма весов функциональных групп была равна 100%. Каждой функции в функциональной группе присваивается вес по вашему усмотрению. Обычно используется единица, тем самым подтверждая, что каждая функция внутри группы равноценна. Умножением суммарного веса функций на вес группы получаем максимальное значение функциональной группы. Складывая значения функциональных групп, получаем оценку автоматизированного решения по функциональному охвату. Пример применения данной методики показан в таблице 10.2.

Таблица 10.2

Критерии функционального охвата

Требуемый функционал для автоматизации процессов	Максимальный вес группы / Максимальное значение критерия	Значение критерия	Автоматизированное решение №1	Автоматизированное решение №2
Функциональная группа 1	80%	4	2,4	3,2
Функция 1.1	1		1	1
Функция 1.2	1		0	1
Функция 1.3	1		1	0
Функция 1.4	1		1	1
Функция 1.5	1		0	1
Функциональная группа 2	20%	0,6	0,6	0
Функция 2.1	1		1	0
Функция 2.2	1		1	0
Функция 2.3	1		1	0
Максимальная сумма	100%	4,6	3,00	3,20

Из приведенного примера видно, что автоматизированное решение № 2 по функциональному охвату предпочтительнее.

Набор критериев *общей оценки вендора* показывает, на сколько вендор будет поддерживать свое решение, эксплуатируемое Вами. Пример приведен в таблице 10.3.

Таблица 10.3

Критерии общей оценки вендора

Название критерия	Значение критерия	Описание критерия
Наличие Global-Support	0 – нет 1 – есть	Наличие Global-Support вендора
Наличие Support в России	0 – нет 1 – есть	Наличие Support в России
Стоимость Support	От 0 до 1, соответствует % стоимости GS от общей стоимости лицензий	Стоимость Support - в процентах от общей стоимости лицензий.
Наличие консультантов на Российском рынке	0 - команда отсутствует, все внедрения выполняются силами вендора 0.5 – наличие 1-2 альтернативных команд внедрения 1 - наличие более 3 альтернативных команд внедрения	Наличие команд внедрения на Российском рынке.
Требования к инфраструктуре (ограничения)	0 – есть 1 – нет	Существуют ли ограничения на использование платформы для ПО вендора.

С набором критериев и их весами предлагается в работе определить самостоятельно.

Набор *дополнительных критериев* учитывает специфику Вашего участка цифровизации. Пример таких критериев приведен в таблице 10.4.

Таблица 10.4

Дополнительные критерии

Название критерия	Значение критерия	Описание критерия
Web-интерфейс	0 – нет 1 – есть	Наличие web-портала для взаимодействия участников цепи поставок
Мультивалютный учет	0 – нет 1 – есть	Возможность осуществления мультивалютного учета.
Возможности типовой интеграции	0 – нет 1 – есть	В рамках данного критерия выполняется оценка уровня развитости интеграционных механизмов ПО: 1. Существуют рекомендованные технологии, которые используются для построения интеграции. Например, web-services 2. Существуют стандартные интерфейсы со стороны для обработки данных по типам объектов.
Возможности модификации	0 – нет 1 – есть	Сложность выполнения модификаций в Системе.
Возможность референс-визита	0 – нет 1 – есть	Организовать референс-визит в компанию заказчика, который внедрил автоматизированное решение вендора с положительным эффектом

Рассчитав группы критериев функционального охвата, общей оценки вендора и дополнительные критерии, путем суммирования значений, получаем так называемую балльную оценку каждого рассматриваемого автоматизированного решения. Механизм формирования балльной оценки можно представить в виде, показанном на рис. 10.2.

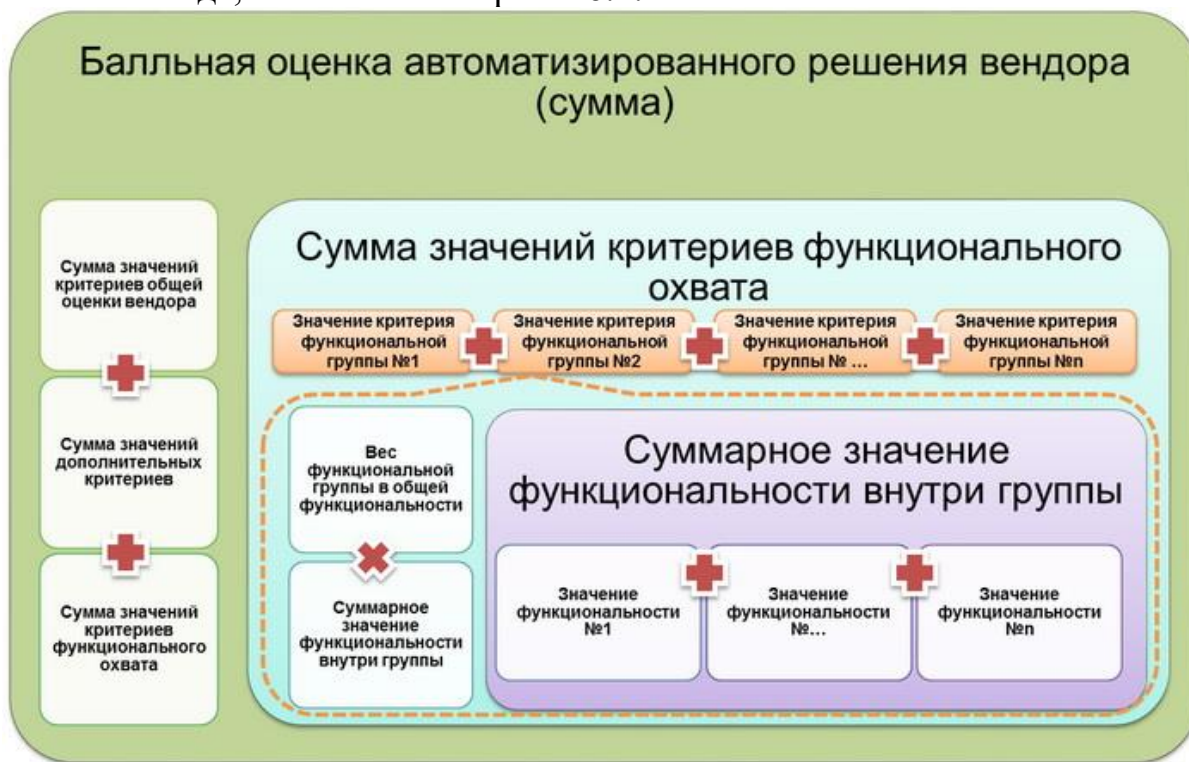


Рис. 10.2. Балльная оценка автоматизированного решения вендора

В рамках оценочных критериев повышение эффективности процессов необходимо провести оценку автоматизированного решения с точки зрения повышения эффективности процессов. Ранее в курсовом проекте были определены те проблемы в процессах, которые существуют и требуют устранения. Теперь необходимо связать эти проблемы или потенциал повышения эффективности с функциональными возможностями рассматриваемого решения.

Например, для этого можно построить оценочную матрицу (таблица 10.5).

Таблица 10.5

Оценочная матрица критериев повышения эффективности процессов

Проблемы / Потенциал повышения эффективности / Бизнес-выгоды от внедрения	Бизнес-процесс 1	Бизнес-процесс 2	Бизнес-процесс 3	Бизнес-процесс 4	Вес критерия при оценке (возможные значения)
Бизнес-выгода 1		0,45	0,55		1,00
Бизнес-выгода 2	0,50	0,50			1,00
Бизнес-выгода 3		0,67		0,33	1,00
Бизнес-выгода 4	0,50	0,50			1,00
Итого максимальное значение эффективности внедрения автоматизированного решения					4,0

Принцип оценки следующий: Вы назначаете каждой проблеме (потенциалу повышения эффективности или бизнес-выгоде) значение в зависимости от того как Вы сами ее оцениваете в сравнении с другими бизнес-выгодами. В приведенной матрице все бизнес-выгоды равнозначны, поэтому их значения равны единице. Далее необходимо величину значения критерия распределить между процессами так, чтобы в сумме значения критерия бизнес-выгоды были равны установленному значению. Распределять нужно только по тем процессам, в которых будет повышена эффективность.

Теперь осталось оценить каждое рассматриваемое автоматизированное решение. Зная функциональный охват каждого рассматриваемого решения, можно отметить те бизнес-выгоды и в тех процессах, которые рассматриваемое решение сможет обеспечить. Суммируя оставшиеся суммарные значения весов бизнес-выгод, получаем оценку эффективности внедрения автоматизированного решения.

Набор критериев *оценочная стоимость затрат на внедрение* достаточен, чтобы сделать вывод по рассматриваемым решениям, т.е. их сравнить по стоимостным характеристикам. Но, к сожалению, предлагаемый набор не является эквивалентом всех затрат, которые необходимо будет понести компании на внедрение автоматизированного решения. В частности, в оценочную стоимость не войдут затраты на проектирование бизнес-процессов «ТО ВЕ», инфраструктуру, оборудование и т.д.

Как правило, остальные затраты, не учтенные в рассмотрении, для всех рассматриваемых решение будут одинаковыми.

Пример оценки стоимостных затрат приведен в таблице 10.6.

Таблица 10.6

Критерии оценочной стоимости затрат на внедрение

Показатель	Сумма, руб.
Стоимость лицензий	A
Оценочная стоимость внедрения	B
Стоимость годовой технической поддержки вендора	C
Итого оценочная стоимость	A+B+C

Для сбора стоимостной информации необходимо провести переговоры с вендорами или интеграторами, которые оказывают услуги по внедрению автоматизированных решений.

После того, как Вы пропускаете через сито критериев все рыночные предложения автоматизированных решений, Вам открывается полноценная картина о существующих вариантах решений, о тех, которые максимально способны удовлетворить требуемый функционал, и какое решение Вам обойдется дешевле.

Схема методики анализа рыночного предложения автоматизированных решений показана на рис. 10.3.

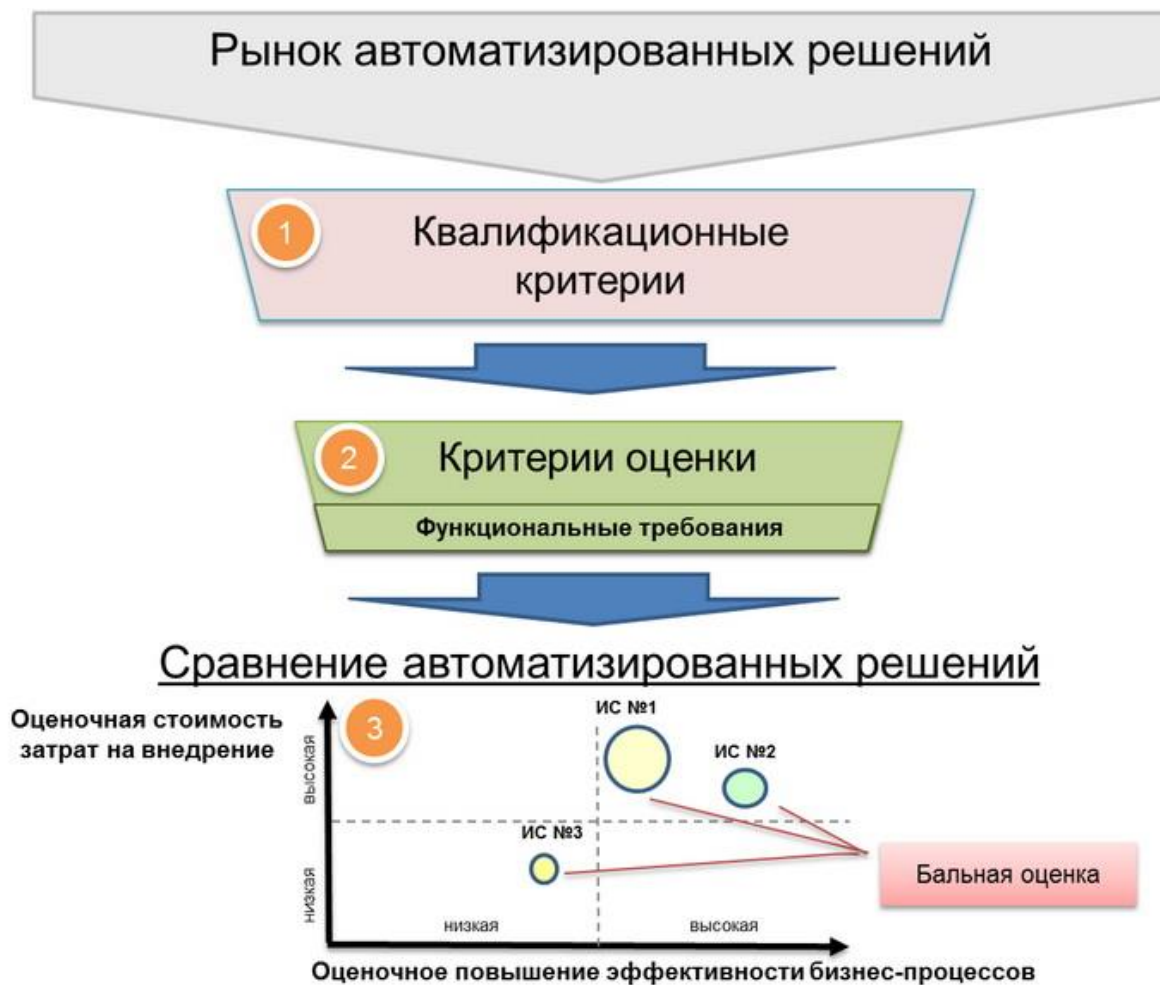


Рис. 10.3. Сравнение автоматизированных решений

Финальным шагом выбора автоматизированного решения является их сравнение и, ориентируясь на наиболее удовлетворяющее Вас по эффективности, стоимости или найти обоснованный компромисс.

Для обоснованного выбора можно воспользоваться различными методами, в том числе рассматриваемый ниже метод анализа иерархий.

11 Метод анализа иерархий

Для более обоснованного выбора автоматизированного решения применим метод анализа иерархий (МАИ) или метод Т. Л. Саати, который состоит в декомпозиции проблемы на более простые составные части и дальнейшей обработке последовательности суждений эксперта по парным сравнениям. Метод анализа иерархий служит для обоснования принятия решений в условиях **определенности и многокритериальности**.

Метод базируется на следующих принципах.

Принцип декомпозиции. Данный принцип предусматривает структурирование проблемы в виде иерархии, что является первым этапом применения МАИ. Иерархия считается полной, если каждый элемент заданного уровня связан со всеми элементами последующего уровня. Простейшая полная иерархия проблемы многокритериального выбора включает в себя три уровня (рис. 11.1): цель, критерии, альтернативы.

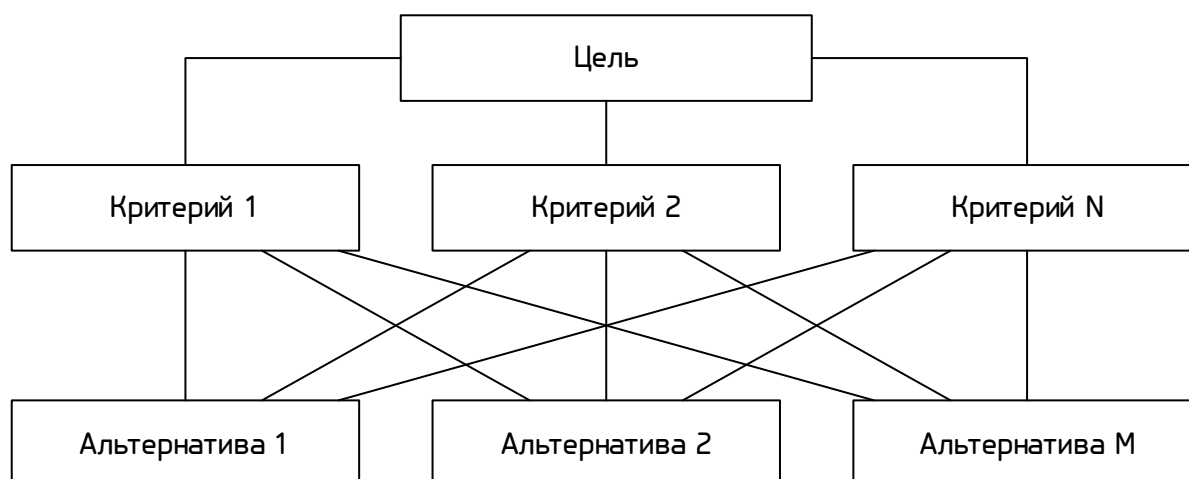


Рис. 11.1. Иерархия проблемы

Принцип сравнительных суждений. Чтобы установить приоритеты критериев и получить оценки для альтернативных решений, в МАИ используется метод парных сравнений – строятся матрицы парных сравнений

$$A = \|a_{ij}\|,$$

где $a_{ij} = w_i / w_j$, w_i – «вес» i -го элемента иерархии.

Очевидно, что $a_{ii} = 1$, $a_{ij} = 1/a_{ji}$ (то есть диагональные элементы матрицы равны 1, матрица является обратносимметричной).

По каждой матрице определяется вектор локальных приоритетов и вычисляется индекс согласованности мнений эксперта.

Принцип синтеза приоритетов. Итак, будем считать, что:

1) построены матрицы парных сравнений: одна для второго уровня иерархии (для критериев), а на каждом последующем уровне – столько матриц парных сравнений, сколько элементов содержит предшествующий уровень иерархии (в каждой матрице – результаты сравнения по одному из критериев);

2) вычислены векторы локальных приоритетов по каждой матрице.

Приоритеты синтезируются, начиная со второго уровня иерархии сверху вниз. Локальные приоритеты альтернатив умножаются на приоритеты соответствующих критериев предшествующего уровня и суммируются по каждому элементу в соответствии с критериями. Таким образом, итоговой оценкой альтернативы в методе парных сравнений является вес альтернативы, вычисляемый как свертка весовых коэффициентов критериев (локальных критериев) всех уровней иерархии.

Алгоритм МАИ включает в себя следующие этапы:

- 1) формирование иерархии целей;
- 2) определение приоритетов;
- 3) расчет локальных векторов приоритетов;
- 4) проверка экспертных оценок на непротиворечивость (вычисление индекса согласованности);
- 5) расчет приоритетов целей и мероприятий для иерархии в целом на основе синтеза локальных приоритетов.

Рассмотрим эти этапы и проиллюстрируем их на примере.

Предприятию необходимо заключить договор о поставке товара либо с посредником 1, либо с посредником 2, либо с предприятием-изготовителем, либо с посредником 3. Выбор необходимо осуществить, оценив следующие факторы:

- цена товара (руб.);
- объем партий товара (шт.);
- место расположения поставщика (км);
- возможность сбоя поставок (кол-во);
- сроки поставок (мес.);
- транспортные расходы (руб.).

В таблице 11.1 приведены исходные данные для эксперта, на основе анализа которых он строит матрицы парных сравнений.

Таблица 11.1

Исходные данные

	Цена товара	Объем партий товара	Место расположения поставщика	Сбой поставок	Сроки поставок	Транспортные расходы
Посредник 1	1000	500	1000	1	точно в срок	2000
Посредник 2	1800	200	500	2	1 месяц	1000
Предприятие-изготовитель	800	1000	1500	0	в течение 2 месяцев	3000
Посредник 3	2000	500	100	0	точно в срок	500

Этап 1. Формирование иерархии целей. Производится декомпозиция проблемы принятия решений с выделением главных целей, подцелей и различных целевых функций (альтернатив). Элементы одинаковых уровней должны быть сопоставимы друг с другом с точки зрения возможности установления приоритетов.

Критерии всех уровней иерархии в методе анализа иерархий должны иметь общую направленность (либо положительную, либо отрицательную), то есть либо оцениваются выгоды (доход, прибыль), либо издержки.

Воспользовавшись методом Саати для решения данной проблемы, следует, в первую очередь, четко определить потенциальные выгоды, которые необходимо учитывать. Допустим, что в результате получены следующие иерархии выгод (рис. 11.2).

Этап 2. Определение приоритетов. Чтобы установить приоритеты критериев, получить оценки для альтернативных решений, строятся матрицы парных сравнений $A = \|a_{ij}\|$. Элемент a_{ij} матрица парных сравнений является результатом измерения по фундаментальной шкале степени предпочтительности альтернативы A_i по отношению к альтернативе A_j .

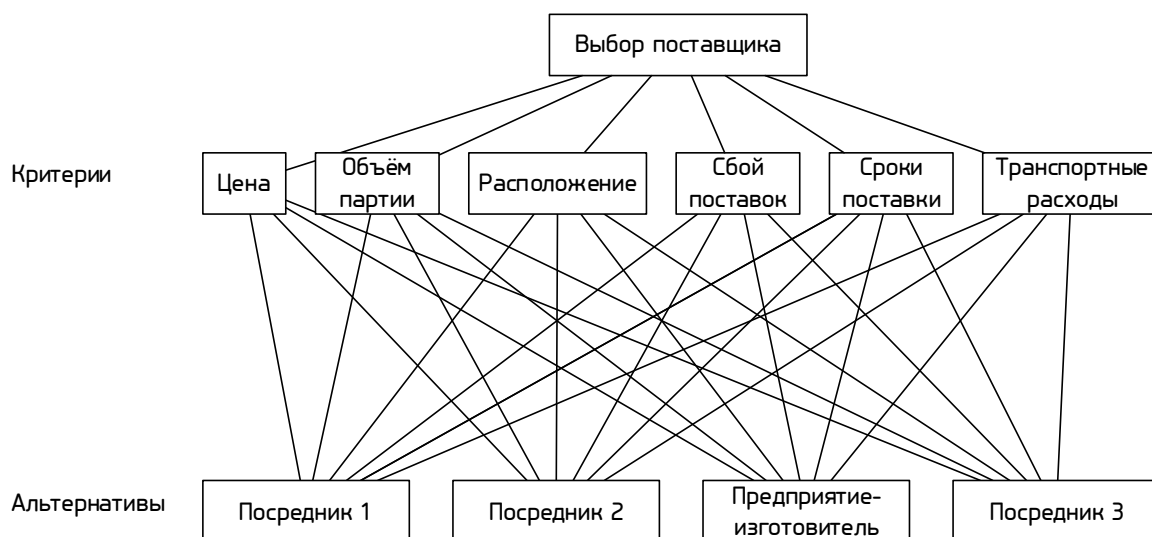


Рис. 11.2. Иерархия проблемы выбора поставщика

Следует помнить, что между собой сравниваются элементы принадлежащие к одному уровню иерархии. При построении матриц парных сравнений пользуются фундаментальной шкалой предпочтений (шкалой относительной важности) (табл. 11.2).

Таблица 11.2

Фундаментальная шкала предпочтений (шкала относительной важности)

<i>a</i>	Пояснения
1	Равная важность сравниваемых элементов иерархии. Оба сравниваемых элемента имеют <i>одинаковую</i> значимость для элемента более высокого уровня
3	Умеренное превосходство <i>i</i> -го элемента иерархии над <i>j</i> -ым. Предшествующий опыт и оценка говорят <i>о немного большей</i> значимости одного элемента по сравнению с другим
5	Существенное или сильное превосходство <i>i</i> -го элемента. Предшествующий опыт и оценка говорят <i>о более высокой</i> значимости одного элемента по сравнению с другим
7	Значительное превосходство <i>i</i> -го элемента. <i>Очень высокая</i> значимость элемента явно проявилась в прошлом
9	Очень значительное превосходство <i>i</i> -го элемента. Речь идет о <i>максимально возможном различии</i> между двумя элементами
2, 4, 6, 8	Промежуточные степени превосходства. Значения попадают в интервал <i>между</i> определенными выше баллами значимости

Количество ответов экспертов для построения матрицы парных сравнений для n сравниваемых элементов равно $n \times \frac{n-1}{2}$ или $\frac{n^2}{2} - \frac{n}{2}$. При заполнении матрицы парных сравнений достаточно определить элементы, расположенные над главной диагональю матрицы. Элементы под диагональю согласно свойству обратной симметричности матрицы вычисляются по формуле

$$a_{ij} = 1/a_{ji}.$$

Первоначально строится **матрица парных сравнений для критериев**,

используемых в иерархии (табл. 3). Например, значение на пересечении строки 1 и столбца 2, равное 9, свидетельствует о максимально возможном приоритете критерия цены товара по сравнению с объемом поставляемых партий. Соответственно объем партии очень мало значим в сравнении с ценой поставки, поэтому значение на пересечении 1-го столбца и второй строки равно 1/9.

Далее для каждого критерия строится матрица парных сравнений всех альтернатив. Например, если трехуровневая иерархия строится для 6 критериев и 4 альтернатив, то всего будет построено 7 матриц парных сравнений (1 матрица размерности 6х6 - для сравнения критериев и 6 матриц размерности 4х4 для сравнения альтернатив по каждому из критериев). Таким образом, общее количество матриц парных сравнений равно количеству критериев плюс 1 (для случая простейшей трехуровневой иерархии).

Этап 3. Расчет локальных векторов приоритетов. Для каждой матрицы мы можем рассчитать локальные приоритеты сравниваемых элементов. Каждой строке матрицы, а, следовательно, соответствующему элементу, ставим в соответствие геометрическое среднее ее элементов. Суммируя полученные результаты, делим геометрические средние каждой из строк матрицы на эту сумму.

В результате получаем **локальные приоритеты** соответствующих сравниваемых элементов.

Для рассматриваемого примера вектор локальных приоритетов по каждому из критериев вычислен в столбце 9 таблицы 11.3. В частности, локальный приоритет по критерию **Цена товара** получен как частное от деления 3,947 на 8,886.

Таблица 11.3

Оценка важности критериев

Критерий	Цена товара	Объем партии	Место расположения	Сбой поставок	Сроки поставок	Транспортные расходы	Производство	$\sqrt[6]{\text{из произв-дения}}$	Локальный вектор приоритетов
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Цена товара	1	9	5	7	4	3	3780	3,947	0,444
Объем партий	1/9	1	1/5	1/3	1/6	1/7	0,0002	0,237	0,027
Место расположения	1/5	5	1	3	1/2	1/3	0,495	0,891	0,100
Сбой поставок	1/7	3	1/3	1	1/4	1/5	0,007	0,439	0,049
Сроки поставок	1/4	6	2	4	1	1/2	6	1,348	0,152
Транспортные расходы	1/3	7	3	5	2	1	69,3	2,030	0,228
Итого	2,04	31,00	11,53	20,33	7,92	5,18		8,886	1,000

На этом этапе можно, в частности, сделать вывод о том, что наиболее значимым критерием при выборе поставщика является цена товара, а наименее значимым - объем поставляемых партий.

Этап 4. Проверка ограниченности оценки приоритетов. На этом этапе вычисляется так называемый **индекс согласованности (ИС)** суждений по каждой матрице

$$ИС = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1},$$

где n - размерность матрицы, а λ_{max} **вычисляется следующим образом:**

- суммируется каждый столбец матрицы парных сравнений;
- сумма первого столбца умножается на первую компоненту локального вектора приоритетов (расположен в первой строке столбца 9 в примере), сумма второго столбца на вторую компоненту и т. д.;
- полученные произведения суммируются.

Затем необходимо сравнить ИС с той величиной, которая получилась бы при случайном выборе суждений по фундаментальной шкале (1/9 ... 9) для заданного значения. Значения этой величины, она называется **случайной согласованностью (СС)**, известны и представлены в таблице 11.4. Заметим, что всегда согласованной является матрица размерности 2.

Таблица 11.4

Случайная согласованность

Размерность матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайная согласованность	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Значение СС зависит только от размерности матрицы парных сравнений.

Определив ИС и СС, находим **отношение согласованности** (для матриц размерности больше 2):

$$ОС = \frac{ИС}{СС}.$$

Если для конкретной матрицы окажется, что **ОС > 0,1**, то можно утверждать, что суждения эксперта, на основе которых заполнена исследуемая матрица, сильно **рассогласованы**, и ему надлежит заполнить матрицу заново, более внимательно используя при этом шкалу парных сравнений. В противном случае суждения эксперта принимаются.

Вычислим отношение согласованности по матрице парных сравнений критериев для нашего примера (см. табл. 3):

$$\lambda_{max} = (2,04 \times 0,444) + (31,00 \times 0,027) + (11,53 \times 0,100) + (20,33 \times 0,049) + (7,92 \times 0,152) + (5,18 \times 0,228) = 6,277;$$

$$ИС = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{6,277 - 6}{6 - 1} = 0,055;$$

Для $n = 6$ из табл. 4 получаем СС = 1,24.

Тогда ОС = ИС / СС = 0,055 / 1,24 = **0,045** ≤ 0,1.

Полученное значение ОС не превосходит 0,1, что означает, что **оценки эксперта согласованы**.

Проверка рассогласованности позволяет выявить ошибки, которые мог допустить эксперт при заполнении матрицы парных сравнений. Ошибки (противоречия) могут быть следующими: например, эксперт указывает, что альтернатива A1 хуже, чем A2, а альтернатива A2 хуже, чем A3; но при этом эксперт указывает также, что A1 лучше, чем A3. Пример матрицы парных сравнений, содержащей такую ошибку, приведен в таблице 11.5.

Возможны также ошибки следующего вида: эксперт указывает, что альтернатива A1 значительно хуже, чем A2, а альтернатива A2 значительно хуже, чем A3, но при этом эксперт указывает также, что A1 лишь немного хуже, чем A3. Пример матрицы парных сравнений с такой ошибкой приведен в таблице 11.6.

Таблица 11.5

	A1	A2	A3
A1	1	1/3	2
A2	3	1	1/5
A3	1/2	5	1

Таблица 11.6

	A1	A2	A3
A1	1	1/7	1/3
A2	7	1	1/6
A3	3	6	1

На этом этапе последовательно вычисляются локальные векторы приоритетов и проверяется согласованность результатов каждого элемента иерархии. Выполним расчеты для нашего примера (см. таблицы 11.7 - 11.12).

Выявление приоритетов по фактору **Цена товара** представлено в таблице 11.7.

Таблица 11.7

Цена товара							
Цена товара	Посредник 1	Посредник 2	Изготовитель	Посредник 3	Произведение	$\sqrt[4]{\text{из произведений}}$	Вектор приоритетов
Посредник 1	1	7	1/2	8	28	2,300	0,355
Посредник 2	1/7	1	1/8	2	0,36	0,435	0,067
Изготовитель	2	8	1	9	144	3,464	0,534
Посредник 3	1/8	1/2	1/9	1	0,007	0,289	0,044
Итого	3,27	16,50	1,74	20,00		6,488	1,00

Оценка согласованности мнений эксперта:

$$\lambda_{\max} = (3,27 \times 0,355) + (16,50 \times 0,067) + (1,74 \times 0,534) + (20,00 \times 0,044) = 4,076;$$

$$\text{ИС} = \frac{4,076 - 4}{4 - 1} = 0,025;$$

$$OC = \frac{ИС}{СС} = \frac{0,025}{0,9} = \mathbf{0,028} < 0,1.$$

По критерию **Цена товара** наиболее приоритетным является изготовитель товара.

Оценка согласованности мнений эксперта (таблица 11.8):

$$\lambda_{max} = (8,25 \times 0,143) + (18,0 \times 0,046) + (1,44 \times 0,669) + (8,25 \times 0,143) = 4,151;$$

$$ИС = \frac{4,151 - 4}{4 - 1} = 0,050;$$

$$OC = \frac{0,050}{0,9} = \mathbf{0,056} < 0,1.$$

Таблица 11.8

Объем партии

Объем партии	Посредник 1	Посредник 2	Изготовитель	Посредник 3	$\sqrt[4]{}$	Вектор приоритетов
Посредник 1	1	4	1/6	1	0,904	0,143
Посредник 2	1/4	1	1/9	%	0,289	0,046
Изготовитель	6	9	1	6	4,243	0,669
Посредник 3	1	4	1/6	1	0,904	0,143
Итого	8,25	18	1,44	8,25	6,339	1,00

По критерию **Объем партии** наиболее приоритетным является изготовитель товара.

Оценка согласованности мнений эксперта (таблица 11.9):

$$\lambda_{max} = (13,33 \times 0,085) + (4,34 \times 0,290) + (20,00 \times 0,042) + (1,59 \times 0,582) = 4,157;$$

$$ИС = \frac{4,157 - 4}{4 - 1} = 0,052;$$

$$OC = \frac{0,052}{0,9} = \mathbf{0,058} < 0,1.$$

Таблица 11.9

Место расположения поставщика

Место расположения	Посредник 1	Посредник 2	Изготовитель	Посредник 3	$\sqrt[4]{}$	Вектор приоритетов
Посредник 1	1	1/5	3	1/7	0,541	0,085
Посредник 2	5	1	7	1/3	1,848	0,291
Изготовитель	1/3	1/7	1	1/9	0,270	0,042
Посредник 3	7	3	9	1	3,708	0,582
Итого	13,33	4,34	20,00	1,59	6,367	1,00

По критерию **Место расположения поставщика** наиболее

приоритетным является посредник 3.

Оценка согласованности мнений эксперта (таблица 11.10):

$$\lambda_{max} = (11,50 \times 0,11) + (24 \times 0,037) + (2,31 \times 0,427) + (2,31 \times 0,427) = 4,09;$$

$$ИС = \frac{4,09 - 4}{4 - 1} = 0,03;$$

$$ОС = \frac{0,03}{0,9} = 0,032 < 0,1.$$

Таблица 11.10

Сбой поставок

Сбой поставок	Посредник 1	Посредник 2	Изготовитель	Посредник 3	$\sqrt[4]{}$	Вектор приоритета в
Посредник 1	1	5	1/5	1/5	0,669	0,11
Посредник 2	1/5	1	1/9	1/9	0,280	0,037
Изготовитель	5	9	1	1	2,590	0,427
Посредник 3	5	9	1	1	2,590	0,427
Итого	11,20	24	2,31	2,31	6,072	1,00

По критерию **Сбой поставок** наиболее высоким приоритетом обладают 2 поставщика: изготовитель товара и посредник 3.

Оценка согласованности мнений эксперта (таблица 11.11):

$$\lambda_{max} = (2,34 \times 0,424) + (11,33 \times 0,103) + (18,00 \times 0,050) + (2,34 \times 0,424) = 4,051;$$

$$ИС = \frac{4,051 - 4}{4 - 1} = 0,017;$$

$$ОС = \frac{0,017}{0,9} = 0,019 < 0,1.$$

Таблица 11.11

Сроки поставки

Сроки поставки	Посредник 1	Посредник 2	Изготовитель	Посредник 3	$\sqrt[4]{}$	Вектор приоритета в
Посредник 1	1	5	7	1	2,432	0,424
Посредник 2	1/5	1	3	1/5	0,589	0,103
Изготовитель	1/7	1/3	1	1/7	0,287	0,050
Посредник 3	1	5	7	1	2,432	0,424
Итого	2,34	11,33	18,00	2,34	5,740	1,00

По критерию **Сроки поставки** наиболее высоким приоритетом обладают 2 поставщика: посредник 1 и посредник 3.

Оценка согласованности мнений экспертов (таблица 11.12):
 $\lambda_{max} = (13,33 \times 0,085) + (4,34 \times 0,290) + (20,00 \times 0,042) + (1,59 \times 0,582)$
 $= 4,157;$

$$ИС = \frac{4,157 - 4}{4 - 1} = 0,052;$$

$$ОС = \frac{0,052}{0,9} = 0,058 < 0,1.$$

Таблица 11.12

Транспортные расходы

Транспортные расходы	Посредник 1	Посредник 2	Изготовитель	Посредник 3	$\sqrt[4]{}$	Вектор приоритетов
Посредник 1	1	1/5	3	1/7	0,541	0,085
Посредник 2	5	1	7	1/3	1,848	0,29
Изготовитель	1/3	1/7	1	1/9	0,270	0,042
Посредник 3	7	3	9	1	3,708	0,582
Итого	13,33	4,34	20,00	1,59	6,367	1.00

По критерию **Транспортные расходы** наиболее высоким приоритетом обладает посредник 3.

Этап 5. Расчет приоритетов для всей иерархии в совокупности.

Теперь обратимся непосредственно к принципу синтеза приоритетов.

Локальные приоритеты альтернатив умножаются на приоритеты соответствующих критериев уровня и суммируются по каждому элементу в соответствии с критериями. В результате определяются **глобальные приоритеты альтернатив** с учетом приоритетов критериев. **Наиболее высокий рейтинг будет соответствовать альтернативе с наибольшим значением глобального приоритета.**

Расчет вектора глобальных приоритетов приведен в таблице 11.13. Красным выделены приоритеты критериев, вычисленные в таблице 11.3.

Таблица 11.13

Расчет глобального приоритета

	Векторы приоритетов						Глобальный приоритет (ГП)
	Цена товара	Объем партии	Место расположения поставщика	Сбой поставок	Сроки поставки	Транспортные расходы	
	0,444	0,027	0,100	0,049	0,152	0,228	
Посредник 1	0,355	0,143	0,085	0,11	0,424	0,085	0,259
Посредник 2	0,067	0,046	0,291	0,037	0,103	0,29	0,144
Изготовитель	0,534	0,669	0,042	0,427	0,050	0,042	0,297
Посредник 3	0,044	0,143	0,582	0,427	0,424	0,582	0,3
Сумма							1,00

$$\begin{aligned}
\text{ГП}(1) &= (0,444 \times 0,355) + (0,027 \times 0,143) + (0,100 \times 0,085) \\
&\quad + (0,049 \times 0,109) + (0,152 \times 0,424) + (0,228 \times 0,085) = 0,259; \\
\text{ГП}(2) &= (0,444 \times 0,067) + (0,027 \times 0,046) + (0,100 \times 0,291) \\
&\quad + (0,049 \times 0,037) + (0,152 \times 0,103) + (0,228 \times 0,290) = 0,144; \\
\text{ГП(изг)} &= (0,444 \times 0,534) + (0,027 \times 0,669) + (0,100 \times 0,042) \\
&\quad + (0,049 \times 0,427) + (0,152 \times 0,050) + (0,228 \times 0,042) = 0,297; \\
\text{ГП}(3) &= (0,444 \times 0,044) + (0,027 \times 0,143) + (0,100 \times 0,582) \\
&\quad + (0,049 \times 0,427) + (0,152 \times 0,424) + (0,228 \times 0,582) = 0,3;
\end{aligned}$$

Сравнивая полученные значения глобальных приоритетов, определяем рейтинги всех поставщиков. В приведенном примере наибольший приоритет **0,3** оказался у **посредника 3**. Согласно проведенному оцениванию по МАИ предпочтение следует отдать именно этому поставщику.

Аналогичным образом осуществляется выбор автоматизированного решения в курсовом проекте.

12 Критерии оценивания курсового проекта

Критериями оценивания результатов обучающихся являются:

- уровень освоения учебного материала;
- уровень умения использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- уровень сформированности умений;
- уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения материала;
- оформление материала в соответствии с требованиями стандарта;
- уровень умения ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- уровень умения четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- уровень умения определить, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- уровень умения сформулировать собственную позицию, оценку и аргументировать ее.

Библиографический список

1. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023) // КонсультантПлюс: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: <http://www.consultant.ru/>.
2. Федеральный закон от 27.07.2006 N 149-ФЗ (ред. от 02.11.2023) "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" // КонсультантПлюс: справочно-правовая система [Офиц. сайт]. URL: <http://www.consultant.ru/>
3. Афонин, В. В. Моделирование систем / В.В. Афонин, С.А. Федосин. - М.: Интернет-университет информационных технологий, Бином. Лаборатория знаний, 2015. - 232 с.
4. Бачурина, С. С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Ч.1. Цифровой проектный менеджмент полного цикла в градостроительстве / С. С. Бачурина. — Москва : ДМК Пресс, 2021. — 112 с. — ISBN 978-5-97060-938-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/125119.html> (дата обращения: 20.10.2022).
5. Бачурина, С. С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Ч.2. Переход к цифровому проектированию и строительству. Методология / С. С. Бачурина. — Москва : ДМК Пресс, 2021. — 128 с. — ISBN 978-5-97060-994-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/125292.html> (дата обращения: 24.10.2022).
6. Бирюков А.Н., Ивановский В.С., Куделко Н.М., Лапшин О.Е. Основы организации, экономики и управления в строительстве/учебное пособие. - 2012..-Москва. -432 с.
7. Воронова, О. С. Информационное моделирование общественных зданий в Autodesk Revit : учебно-методическое пособие / О. С. Воронова. — Магеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2021. — 243 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/120045.html> (дата обращения: 24.11.2023).
8. Голубева, Нина Викторовна Математическое моделирование систем и процессов. Учебное пособие. Гриф УМО МО РФ / Голубева Нина Викторовна. - М.: Лань, 2016. - 101 с.
9. Горлушкина Н.Н. Системный анализ и моделирование информационных процессов и систем. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 120 с.
10. Граничин, О. Н. Информационные технологии в управлении : учебное пособие / О. Н. Граничин, В. И. Кияев. — 4-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 400 с. — ISBN 978-5-4497-2400-7. — Текст : электронный // Цифровой

образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/133941.html> (дата обращения: 30.10.2023).

11. Железнов, М. М. Информационное моделирование на этапе строительства : учебно-методическое пособие / М. М. Железнов, Л. А. Адамцевич. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2021. — 51 с. — ISBN 978-5-7264-2914-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/126167.html> (дата обращения: 28.11.2022).

12. Игнатова, Е. В. Технологии информационного моделирования зданий : учебно-методическое пособие / Е. В. Игнатова, Л. А. Шилова, А. Е. Давыдов. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2019. — 55 с. — ISBN 978-5-7264-2017-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101841.html> (дата обращения: 24.11.2023).

13. Информационные системы и технологии в строительстве : учебное пособие / А.А. Волков, С.Н. Петрова, А.В. Гинзбург [и др.] ; под ред. А.А. Волкова и С.Н. Петровой ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. Москва : МГСУ, 2015. 424 с.

14. Информационные технологии в управлении строительством : методические указания / составители Л. И. Егорова, А. А. Литош. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 128 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/58533.html> (дата обращения: 30.10.2023)

15. Кузина, О. Н. Функционально-комплементарные модели управления в строительстве и ЖКХ на основе BIM : монография / О. Н. Кузина. — Саратов : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2017. — 171 с. — ISBN 978-5-7264-1796-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/73771.html> (дата обращения: 24.11.2023).

16. Рыжевская, М. П. Организация строительного производства : учебник : [16+] / М. П. Рыжевская. — Минск : РИПО, 2019. — 308 с.

17. Системный анализ и моделирование информационных систем : учебное пособие / И.А. Спицина, К.А. Аксенов ; М-во науки и высшего образования РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2021. — 118 с.

18. Структурный анализ потоков данных (Data Flow Diagrams – DFD): метод. указания / сост. Д.Ю. Киселев, Ю.В. Киселев, В.Д. Макарьев. — Самара: Изд-во СГАУ, 2014. — 12 с

19. Суркова, Л. Е. Технологии информационного моделирования зданий в инвестиционно-строительной деятельности : учебно-методическое пособие / Л. Е. Суркова. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2021. — 56 с. — ISBN 978-5-7264-2922-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/126182.html> (дата обращения: 28.11.2022).

20. Талапов, В. В. Основы BIM. Введение в информационное

моделирование зданий / В. В. Талапов. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2022. — 392 с. — ISBN 978-5-4488-1579-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/125394.html> (дата обращения: 11.07.2023).

21. Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов / В.П. Тарасик. - М.: Мн: Дизайн ПРО, 2013. - 640 с.

22. Технологии информационного моделирования : учебно-методическое пособие / А. В. Гинзбург, Л. А. Адамцевич, М. М. Железнов [и др.]. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2022. — 69 с. — ISBN 978-5-7264-3145-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/131600.html> (дата обращения: 05.07.2023).

Примерные темы курсовых проектов

1. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения застройщиком при строительстве жилого дома.
2. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения генеральным подрядчиком при строительстве жилого дома.
3. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения подрядной организацией, выполняющая отделочные работы при строительстве жилого дома.
4. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения подрядной организацией, выполняющая работы внутренней прокладке инженерных сетей при строительстве жилого дома.
5. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения подрядной организацией, выполняющая электромонтажные работы при строительстве жилого дома.
6. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения организацией, выполняющие строительный контроль при строительстве жилого дома.
7. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения заказчиком при строительстве автодороги.
8. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения генеральным подрядчиком при строительстве автодороги.
9. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения застройщиком при строительстве административного здания.
10. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения генеральным подрядчиком при строительстве административного здания.
11. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения подрядной организацией, выполняющая отделочные работы при строительстве административного здания.
12. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения подрядной организацией, выполняющая работы внутренней прокладке инженерных сетей при строительстве административного здания.
13. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения подрядной организацией, выполняющая электромонтажные работы при строительстве административного здания.
14. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения организацией, выполняющие строительный контроль при строительстве административного здания.
15. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения застройщиком при строительстве административно-бытового корпуса промышленного предприятия.
16. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения генеральным подрядчиком при строительстве административно-бытового корпуса промышленного предприятия.

17. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения подрядной организацией, выполняющая отделочные работы при строительстве административно-бытового корпуса промышленного предприятия.

18. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения подрядной организацией, выполняющая работы внутренней прокладке инженерных сетей при строительстве административно-бытового корпуса промышленного предприятия.

19. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения подрядной организацией, выполняющая электромонтажные работы при строительстве административно-бытового корпуса промышленного предприятия.

20. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения организацией, выполняющие строительный контроль при строительстве административно-бытового корпуса промышленного предприятия.

21. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения застройщиком при комплексном благоустройстве территории.

22. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения генеральным подрядчиком при комплексном благоустройстве территории.

23. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения подрядной организацией, выполняющая работы при комплексном благоустройстве территории.

24. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения застройщиком при строительстве многоярусной подземной парковки.

25. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения генеральным подрядчиком при строительстве многоярусной подземной парковки.

26. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения подрядной организацией, выполняющая отделочные работы при строительстве многоярусной подземной парковки.

27. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения подрядной организацией, выполняющая работы внутренней прокладке инженерных сетей при строительстве многоярусной подземной парковки.

28. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения подрядной организацией, выполняющая электромонтажные работы при строительстве многоярусной подземной парковки.

29. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения организацией, выполняющие строительный контроль при строительстве многоярусной подземной парковки.

30. Разработка обоснования выбора автоматизированного решения генеральным подрядчиком при строительстве многоярусной надземной парковки.

Образец титульного листа курсового проекта

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
**«Воронежский государственный
технический университет»**

Факультет экономики, менеджмента и информационных технологий

Направление подготовки
08.04.01 Строительство

Кафедра управления

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине: «Информационные технологии в управлении
строительными проектами»

на тему: «_____»

Выполнил: Студент 4 курса
группы зпГМУ-161

Антонова Алиса _____

Проверил: доц.кафедры Шевченко Л.В.

Работа защищена: «_____» 20 ____ г.

С оценкой _____

Подпись преподавателя: _____

Воронеж 2021

Форма задания на курсовое проектирование

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«Воронежский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)**

ЗАДАНИЕ

для курсового проектирования

По дисциплине _____
Наименование дисциплины

Специальности _____
шифр и название специальности

Студенту _____
ФИО

Группы _____

Тема курсового проекта: _____

Исходные данные: _____

Задачи:

1. _____
2. _____
3. _____

Дата выдачи _____

Срок окончания _____

Руководитель _____

Образец содержания**Содержание**

Введение.....	3
1.Раздел первый.....	7
1.1. Название пункта	11
1.2. Название пункта	19
1.3. Название пункта	20
2. Раздел второй.....	22
2.1. Название пункта	22
2.2. Название пункта	31
2.3. Название пункта	35
3. Раздел третий.....	42
3.1. Название пункта	45
3.2. Название пункта	49
Заключение.	53
Список используемых источников.....	55
Приложения.	56

Оформление элементов текста

Таблица

Таблица 3 – Определение оптимальной стратегии по минимуму математического ожидания риска

Возможные стратегии (варианты, альтернативы, решения, проекты)	x ₁	x ₂	...	x _j	...	x _n	$K_{ui}^{(4)}$
	p ₁	p ₂	...	p _j	...	p _n	
B ₁	r ₁₁	r ₁₁	...	r _{1j}	...	r _{1n}	$K_{u1}^{(4)}$
B ₂	r ₂₁	r ₂₂	...	r _{2j}	...	r _{2n}	$K_{u2}^{(4)}$
⋮	⋮	⋮	...	⋮	...	⋮	...
B _m	r _{m1}	r _{m2}	...	r _{mj}	...	r _{mn}	$K_{um}^{(4)}$

Формула по центру, № формулы слева например:

$$a_{ij} = \frac{L_i}{M_j} \text{ для } L_i < M_j, i = \overline{1, m} \quad (8)$$

Рисунок :

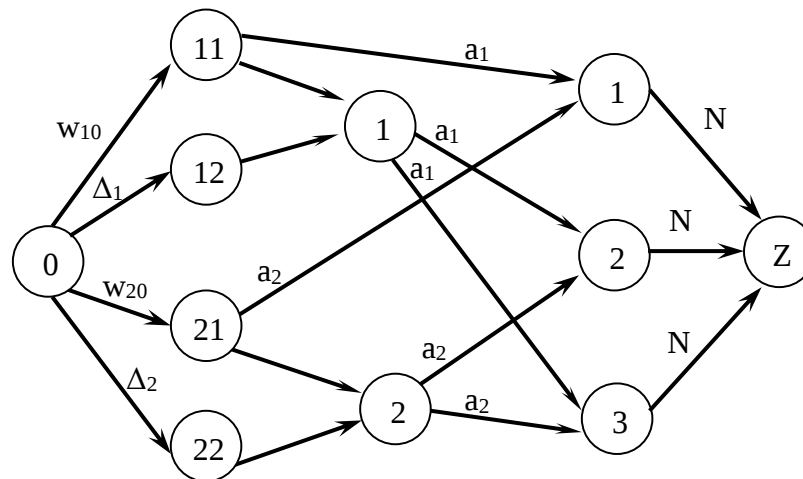
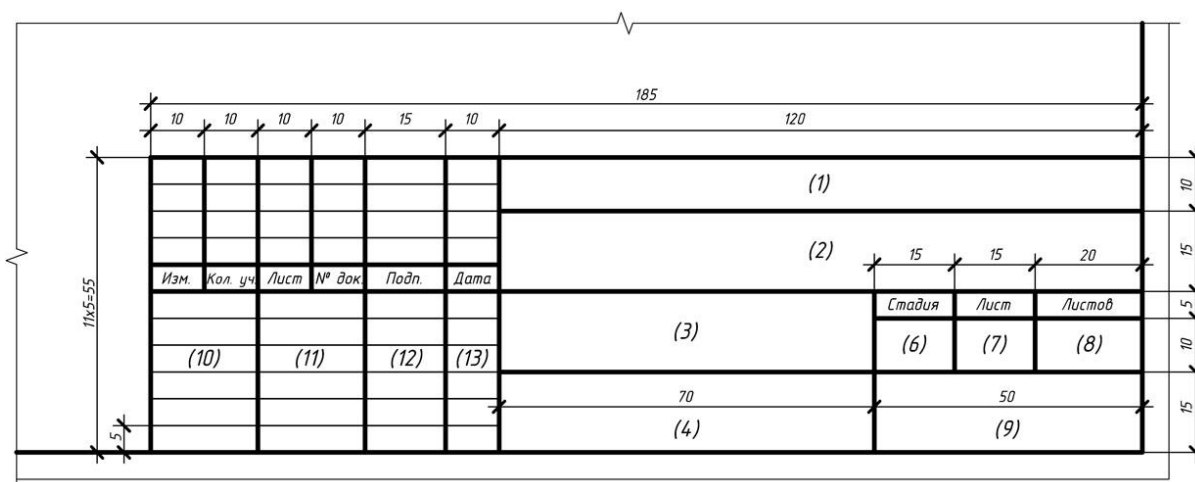


Рисунок 1 – Сетевой график

Рамка листа графической части проекта



в графе 1 – ВГТУ-КП-Номер зачетной книжки

в графе 2 – наименовании темы курсового проекта;

в графе 3 – наименование здания (сооружения) и, при необходимости, вид строительства (реконструкция, техническое перевооружение, капитальный ремонт);

в графе 4 – наименование изображений, помещённых на данном листе, в точном соответствии с наименованием, указанным над изображением на поле чертежа. Если на листе помещено одно изображение, допускается его наименование приводить только в основной надписи. Наименования спецификаций и других таблиц, а также текстовых указаний, относящихся к изображениям, не указывают (кроме случаев, когда спецификации или таблицы выполнены на отдельных листах);

в графе 6 – У;

в графе 7 – порядковый номер листа документа;

в графе 8 – общее количество листов документа;

в графе 9 – Кафедра управления;

в графе 10 – должности исполнителей и лиц, ответственных за содержание документа: Разработал, группа, Консультант, Н.контроль, Руководитель

в графах 11-13 – фамилии и подписи лиц, указанных в графе 10 и даты подписания.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Структура курсового проекта	4
3 Оформление курсового проекта	5
4 Порядок разработки курсового проекта	6
5 Модель процесса добавленной стоимости (VAD).....	8
6 DFD-диаграмма	10
7 Модель данных ERD.....	13
8 Нотация EPC	22
9 Нотация BPMN	26
10 Критерии выбора решения	47
11 Метод анализа иерархий	54
12 Критерии оценивания курсового проекта	64
Библиографический список	65
Приложение 1 Примерные темы курсовых проектов	68
Приложение 2 Образец титульного листа курсового проекта	70
Приложение 3 Образец титульного листа пояснительной записки курсового проекта	71
Приложение 4 Форма задания на курсовое проектирование	72
Приложение 5 Образец содержания.....	73
Приложение 6 Оформление элементов текста.....	74
Приложение 7 Рамка листа графической части проекта.....	75

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовому проектированию
для студентов, обучающихся по программе магистратуры
08.04.01 Строительство,
Программа магистратуры: «Управление проектами в строительстве»

Составитель:
Лихотин Юрий Петрович

Издается в авторской редакции

Компьютерный набор: Ю.П. Лихотин

Подписано к изданию __.__.202__.
Уч.-изд. л. 2,68.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14