

Реферат на тему

Обзор и анализ современных CASE-средств

Работу выполнил:

Студент группы М18-519

Попцов П. А.

Работу проверил:

Меркулов Е. Ю.

Москва, НИУЯ МИФИ

2019

Оглавление

1. Введение.	2
2. CASE-средства проектирования баз данных.	5
2.1. MySQL Workbench Community Edition и MySQL Workbench Standard Edition.	7
2.2. dbForge Studio for MySQL.	8
2.3. EMS SQL Manager for MySQL.	9
2.4. HeidiSQL.....	11
3. CASE-средства проектирования системного и прикладного ПО.	14
3.1. BPwin.	14
3.2. Enterprise Architect.....	16
4. CASE-средства сопровождения и реинжиниринга.	19
4.1. IBM Rational Rose XDE.....	20
5. Документаторы.	22
5.1. Technical Guide builder (TG Builder).	23
5.2. Adobe FrameMaker.....	25
5.3. Dr.Explain.	27
6. CASE-средства программирования.	29
6.1. Microsoft Visual Studio.	29
7. Заключение.....	31
Список источников.	32

1. Введение.

Непрерывное развитие человечества, новые открытия и инновации в разных сферах жизни человека, приводят к тому, что мир вокруг нас стремительно меняется и чаще всего эти изменения направлены в сторону усложнения.

Так появляющиеся новые автомобили, компьютеры и машины имеют все более сложное устройство, большое число компонентов, связанных нетривиальным образом. Подобные изменения не обошли стороной и область, связанную с программным обеспечением, а именно все те процессы, будь то проектирование, сопровождение или непосредственно программирование, связанные с разработкой программного обеспечения.

Разработка программного обеспечения является инженерной дисциплиной. Как и прочие инженерные дисциплины, программная инженерия сталкивается с некоторыми фундаментальными проблемами, такими как: уменьшение стоимости разработки программного обеспечения, при совместном увеличении его качества и надёжности.

Учитывая сложность некоторых программных продуктов, которые содержат огромное количество строк исходного кода, а также учитывая то, что программное обеспечение функционирует во многих критических местах, например, программа автопилота самолета, где ошибки в программном обеспечении могут стать причиной катастрофы, вопрос того, как разрабатывать качественные и надежные сложные программные продукты, сводя к минимуму количество возможных ошибок, становится важным и актуальным.

Возникновение ошибок обусловлено сложностью и трудоемкостью подпроцессов процесса разработки программного обеспечения. Так естественным образом в качестве решения проблемы выступает полная или частичная автоматизация всех или некоторых подпроцессов. Для выполнения этой задачи были разработаны средства автоматизации разработки программ или CASE-средства.

CASE-средства с помощью соответствующих инструментов позволяют проводить проектирование, документирование и анализ программных продуктов и интерфейсов. Кроме того, CASE-средства позволяют производить программный код на каком-либо языке программирования, то есть осуществлять кодогенерацию.

Идеология CASE-средств направлена на разделение подпроцесса проектирования программного продукта от непосредственного кодирования и следующих за ним этапов

разработки. Для того, чтобы осуществить это разделение при проектировании используются два подхода: структурный и объектно-ориентированный.

Оба этих подхода предоставляют в распоряжение разработчиков набор строгих и формализованных методов, позволяющих описать разрабатываемую систему и различные технические решения, так или иначе касающиеся системы и возникающие на протяжении всего времени разработки и дальнейшего сопровождения. Упомянутые выше формализованные методы основаны на графических техниках представления, таких как различные диаграммы и схемы, что делает их весьма наглядными и удобными.

Объектно-ориентированный подход базируется на использовании специального унифицированного языка моделирования - UML. С помощью этого средства можно визуально, графическим образом, описать и документировать объектно-ориентированную систему, создав её абстрактную модель, называемую UML-моделью. При этом UML сам по себе не является языком программирования, однако на основе UML-модели может быть сгенерирован программный код.

Структурный подход базируется на многоуровневом разбиении задачи, которую призвано выполнять создаваемое программное обеспечение. Так рассматриваемая задача разбивается на набор функций, решающих эту задачу. В свою очередь выделенные функции могут быть разбиты на ещё более мелкие функции - подфункции. Результатом некоторого количества таких разбиений будет являться упорядоченная иерархия функций и информации, передаваемой из функции в функцию.

Большое количество выполняемых CASE-средствами задач приводит к тому, что сложно уместить весь функционал в рамках одной конкретной CASE-системы и порой рационально создание CASE-системы, степень интегрированности которой по выполняемым функциям - невелика. Такие CASE-системы называются CASE-инструментами, они ориентированы на работу в рамках какого-либо одного этапа жизненного цикла программного обеспечения и решают локальные автономные задачи в рамках задачи разработки программного обеспечения.

В качестве примеров типичных CASE-инструментов можно привести следующие инструменты:

- Инструменты управления конфигурацией;
- Инструменты моделирования данных;
- Инструменты анализа и проектирования;

- Инструменты преобразования моделей;
- Инструменты редактирования программного кода;
- Инструменты рефакторинга кода;
- Генераторы кода;
- Инструменты для построения UML-диаграмм;

Помимо CASE-инструментов существуют крупные частично интегрированные и полностью интегрированные CASE-системы, функционал которых соответственно захватывает большую часть этапов жизненного цикла программного обеспечения или весь жизненный цикл целиком.

Крупные реализации интегрированных и частично интегрированных CASE-систем представляют из себя многокомпонентное программное обеспечение, в котором отдельные компоненты функционально ориентированы на отдельные этапы жизненного цикла разработки программного обеспечения. Связь между отдельными компонентами крупной интегрированной или частично интегрированной CASE-системы осуществляется через общий репозиторий

Среди компонент крупных интегрированных CASE-систем, осуществляя классификацию на основе функциональной ориентации компонент, можно выделить следующие типы:

- Средства анализа модели;
- Средства проектирования баз данных;
- Средства разработки приложений;
- Средства реинжиниринга процессов;
- Средства планирования и управления проектом;
- Средства тестирования;
- Средства документирования;

2. CASE-средства проектирования баз данных.

Проектирование баз данных это процесс, заключающийся в создании схемы будущей базы данных, а также в определении необходимых ограничений для обеспечения целостности.

Создание, управление и использование базы данных возможно напрямую с помощью SQL-команд или предусмотренных для этого инструментов в рамках используемой системы управления базами данных или СУБД. При этом процесс проектирования базы данных в том числе создание её схемы осуществляется независимо от используемой СУБД и существует отдельно в некоторой электронной или бумажной форме, или вовсе не существует физически, а лишь в мыслях проектировщика.

Такой путь проектирования и создания баз данных является низкоуровневым, за кажущейся гибкостью и полным контролем мельчайших деталей проектирования и разработки стоит реальная очень высокая трудоемкость и хлопотливость, следовательно, существует большое число потенциальных моментов для возникновения ошибок. Все это делает описанный низкоуровневый подход проектирования баз данных непригодным для профессионального использования.

Технический прогресс и сопутствующее ему усложнение современных информационных систем многократно усиливает недостатки низкоуровневого подхода к проектированию баз данных, так как именно базы данных являются одним из важнейших компонентов информационных систем.

Подобная ситуация приводит к повышению требований к технологиям проектирования баз данных, что в свою очередь приводит нас к CASE-средствам, а именно к CASE-средствам проектирования баз данных, которые выводят технологию проектирования баз данных на новые уровни, с уже упомянутого низкоуровневого подхода на среднеуровневый и высокоуровневый.

Среди современных CASE-средств проектирования баз данных можно выделить две крупные категории, которые соответствуют среднеуровневому и высокоуровневому подходам к проектированию баз данных.

Эти две категории главным образом различаются богатством функциональных возможностей и вытекающим из этого удобством использования с точки зрения автоматизации рутинных задач, возникающих при проектировании баз данных, и соответственно уровнем сложности решаемых задач, что в случае CASE-средств

проектирования баз данных эквивалентно структурной сложности базы данных, проектируемой с помощью CASE-средства.

Так, к первой категории CASE-средств относятся такие системы, которые обладают лишь базовым набором функций и инструментов. К базовым функциям и инструментам относятся следующие системы и инструменты:

- Управление подключениями к серверам баз данных
- Функции для работы с пользователями, например, создание, удаление и редактирование пользователей; назначение и изменение прав пользователей; создание, удаление и редактирование групп пользователей; назначение и изменение прав групп
- Визуальные инструменты создания и редактирования объектов баз данных, например, таблиц и процедур
- Табличный редактор для ввода и редактирования данных, наполняющих базу данных
- Инструмент редактирования SQL-кода, то есть редактор SQL-кода
- Инструменты для экспорта и импорта данных из разных и разные источники

Приведенный набор функций и инструментов позволяет проектировать и разрабатывать базы данных невысокой структурной сложности и администрировать сервер с базой данных. Соответственно CASE-средства первой категории могут быть использованы для выполнения этих задач.

CASE-средства второй категории обладают более широкими и богатыми возможностями по сравнению с CASE-средствами первой категории. Это достигается за счёт наличия в CASE-средствах второй категории визуального конструктора, который позволяет создать модель проектируемой базы данных и автоматически создать базу данных на сервере на основе созданной модели. За счёт такого визуального конструктора, позволяющего решить задачу проектирования и создания базы данных, с использованием более абстрактного и высокоуровневого подхода, под которым подразумевается визуальное создание модели базы данных.

CASE-средства второй категории могут быть использованы для проектирования и создания баз данных любой структурной сложности. Кроме того, также, как и CASE-средства первой категории, CASE-средства второй категории могут быть использованы для администрирования сервера с базой данных.

Остановимся подробнее на конкретных примерах CASE-средств проектирования баз данных.

2.1. MySQL Workbench Community Edition и MySQL Workbench Standard Edition.

Этот продукт является полнофункциональным CASE-средством проектирования баз данных. Соответственно относится ко второй категории CASE-средств проектирования баз данных, реализуя функции визуального проектирования, разработки и дальнейшего использования баз данных любой структурной сложности, а также инструменты для администрирования сервера с базой данной. Данный продукт разработан компанией Oracle и выпускается в двух различных версиях:

- Версия Standard, являющаяся коммерческим программным обеспечением;
- Версия Community, относящаяся к свободному программному обеспечению, распространяемому под лицензией GNU GPL и обладающему всеми основными функциональными возможностями коммерческой версии.

MySQL Workbench Community Edition является программным продуктом с богатым набором функциональных возможностей удобных в использовании, кроме того, будучи разработанной компанией Oracle, эта CASE-система использует СУБД MySQL, которая также разработана компанией Oracle и является одной из самых популярных СУБД.

Среди функциональных возможностей и инструментальных средств CASE-системы проектирования баз данных MySQL Workbench Community Edition можно привести следующие:

- Визуальный редактор построения графической модели базы данных, при этом редактор поддерживает использование различных нотаций, а именно: IDEF1X, IE, Connect to Columns, UML;
- Создание подключений к серверам MySQL и управление созданными подключениями, с возможностью одновременного подключения к нескольким серверам;
- Контроль статуса и конфигурации сервера с базой данных;
- Визуальный редактор для создания и редактирования объектов баз данных;
- Создание связей между таблицами базы данных с вынесением полученных связей в таблицу связей;
- Создание ограничений целостности баз данных и связей между таблицами;
- Создание базы данных с использованием MySQL сервера на основе модели базы данных;

- Создание модели базы данных на основе уже существующей базы данных;
- Экспорт схемы базы данных в скрипт на языке описания данных (DDL, Data Definition Language), подразумевается экспорт в скрипт на языке SQL;
- Импорт схемы базы данных из скрипта на языке описания данных;
- Редактор запросов к серверу с базой данных на языке SQL, используемый для составления и отправки запросов к базе данных с последующим получением данных в виде таблицы;
- Печать схемы базы данных
- Предварительный просмотр схемы базы данных
- Сохранение схемы базы данных в виде изображения с возможностью выбора различных форматов;
- Синхронизирование модели базы данных с базой данных на сервере
- Синхронизирование базы данных на сервере с моделью, скриптом на языке описания данных или с другой базой данных;
- Генерация отчета по отличиям между моделью базой данных и базой данных на сервере;
- Возможность переноса сторонних баз данных, реализованных с использованием СУБД, совместимых с программным интерфейсом ODBC (Open Database Connectivity), на MySQL сервер CASE-системы MySQL Workbench Community Edition;
- Экспорт и импорт дампов баз данных для резервного копирования или переноса на другой сервер;

2.2. dbForge Studio for MySQL.

Следующая CASE-система проектирования баз данных с названием dbForge Studio for MySQL разработана компанией Devart и предоставляет возможности визуального проектирования и создания баз данных с использованием СУБД MySQL и Maria DB, а также возможности по администрированию серверов с базами данных.

Данная CASE-система проектирования баз данных является полнофункциональной и может быть отнесена ко второй категории.

Программное обеспечение dbForge Studio for MySQL является свободным программным обеспечением при условии его частного некоммерческого использования или использования в учебных целях.

Среди функциональных возможностей и инструментальных средств CASE-системы проектирования баз данных dbForge Studio for MySQL можно привести следующие:

- Визуальный редактор для построения графической модели баз данных;
- Визуальный редактор создания и редактирования объектов баз данных;
- Визуальный редактор для создания и редактирования данных;
- Редактор скриптов на языке SQL и инструмент для их выполнения;
- Инструмент для сравнения модели с базой данных на сервере;
- Инструмент для синхронизации модели с базой данных на сервере;
- Инструмент создания резервных копий баз данных;
- Инструмент анализа данных в таблицах баз данных;
- Генератор отчетов на основе данных в таблицах баз данных;

CASE-система проектирования баз данных dbForge Studio for MySQL предоставляет достаточно широкие возможности, покрывающие большинство задач, возникающих при проектировании, создании и администрировании баз данных, вместе с простотой управления и использования самого программного продукта.

2.3. EMS SQL Manager for MySQL.

CASE-система проектирования баз данных EMS SQL Manager for MySQL разработана компанией EMS Software Development и существует в двух версиях: полной версии и Lite-версии.

Обе версии поддерживают использование таких СУБД, как: MySQL, MariaDB, Percona Server for MySQL, Amazon RDS for MySQL/MariaDB, Amazon Aurora.

Версия Lite существенно отличается от полной версии программного продукта за счёт наличия функциональных ограничений, некоторые из которых существенно ограничивают область применения данной CASE-системы.

Среди таких функциональных ограничений можно привести следующие:

- Отсутствует возможность импорта данных из базы данных;
- Отсутствует возможность экспорта данных в базу данных из внешних источников;
- Отсутствует визуальный конструктор базы данных;

Кроме того, полная версия распространяется на коммерческих условиях, в то время как Lite-версия является свободным программным обеспечением.

Полная версия данного программного продукта является полнофункциональным CASE-средством проектирования баз данных. Соответственно относится ко второй категории CASE-средств. Версия Lite из-за наличия функциональных ограничений относится к первой категории CASE-средств и может быть использована для выполнения узкого круга задач, в основном связанных с администрированием баз данных.

Рассмотрим подробно список функциональных возможностей и инструментов полной версии CASE-системы проектирования баз данных EMS SQL Manager for MySQL:

- Средства для управления базами данных и для навигации по созданным базам, в том числе имеется возможность соединения с несколькими серверами одновременно
- Средства элементарного управления всеми объектами MySQL, в том числе: средства создания и удаления баз данных; средства управления таблицами баз данных и подобъектами таблиц; средства создания пользовательских процедур и запланированных событий вместе со средствами, позволяющими их отлаживать; средство копирования любых объектов баз данных
- Средства для эффективного управления данными, например, экспорт данных из базы в скрипт на языке SQL, отображение данных в различных видах; средства редактирования, отображения, фильтрации, сортировки любых данных;
- Средства для создания и управления пользователями и их привилегиями;
- Визуальные и текстовые средства для построения SQL-запросов;
- Средства экспорта и импорта данных в наиболее популярные форматы данных;
- Средства генерации отчетов;
- Средства для упрощения и автоматизации выполнения вспомогательных локальных задач, например, контроля за статусом сервера, сравнения и синхронизации структур баз данных;
- Визуальный редактор для построения графической модели базы данных, при этом редактор поддерживает использование двух нотаций, а именно: IDEF1X и IE;
- Средства анализа, проверки, оптимизации таблиц;

- Средства для создания дампов баз данных;

С учетом функциональных ограничений Lite версии данное программное обеспечение может быть использовано для выполнения следующих локальных задач:

- Создание и редактирование баз данных на сервере MySQL;
- Извлечение и восстановление базы данных;
- Построение и выполнение запросов к серверу базы данных на языке SQL;

Среди достоинств CASE-средства проектирования баз данных EMS SQL Manager for MySQL можно привести наличие встроенной документации на русском языке и понятный современный интерфейс.

2.4. HeidiSQL.

CASE-система проектирования баз данных HeidiSQL не является полнофункциональным CASE-средством. В данном программном продукте отсутствуют возможности визуального проектирования баз данных.

В основном функционал этой CASE-системы направлен на работу с объектами баз данных и администрирование серверов с базами данных.

Отсутствие возможности построения моделей и их синхронизации с базами на серверах ограничивает применимость данной CASE-системы до разработки и администрирования баз данных небольшой структурной сложности без возможности проектирования баз данных.

Данная CASE-система распространяется свободно имеет открытый исходный код и поддержку таких СУБД, как: MySQL и PostgreSQL.

Среди функциональных возможностей и инструментальных средств CASE-системы проектирования баз данных HeidiSQL можно привести следующие:

- Средства подключения к нескольким серверам;
- Средства создания и редактирования баз данных;
- Средства создания и управления пользователями и их правами;
- Средства загрузки, создания и выполнения скриптов на языке SQL;
- Средства создания дампов баз данных;

- Средства импорта и экспорта данных с поддержкой форматов: CSV, HTML, XML, SQL;

Среди особенностей этой CASE-системы можно отметить наличие компактной переносимой версии, которая не требует установки.

Минимальный базовый функционал CASE-средств проектирования баз данных сводится к набору функций и инструментов, которые позволяют подключаться к нескольким серверам баз данных, редактировать объекты баз данных с помощью визуальных инструментов, вводить данные в табличном режиме, управлять пользователями и их правами с помощью визуальных инструментов, редактировать SQL-код, экспортировать и импортировать данные.

Наличие у CASE-средства такого минимального базового функционала позволяет успешно решать задачи разработки простых баз данных, задачи управления данными в таблицах баз, а также задачи администрирования сервера баз данных. Однако, если поставленная задача требует проектирования базы данных обладающей высокой структурной сложностью, необходимо использовать более продвинутые полнофункциональные CASE-средства проектирования баз данных, которые позволяют построить графическую модель базы данных.

Сравнительная таблица функциональных характеристик CASE-средств проектирования баз данных: MySQL Workbench Community Edition, dbForge Studio for MySQL, EMS SQL Manager for MySQL и HeidiSQL.

Программный продукт/функциональные характеристики	MySQL Workbench Community Edition	dbForge Studio for MySQL	EMS SQL Manager for MySQL	HeidiSQL
Построение графической модели базы данных	+	+	+	-
Отображение модели в различных нотациях	+	-	+	-
Сохранение схемы БД в графических форматах	+	+	+	-
Создание базы данных на сервере из модели	+	+	+	-

Восстановление схемы БД из существующей на сервере БД	+	+	+	-
Синхронизация базы данных с моделью	+	+	+	-
Сохранение модели БД в виде DDL-скрипта	+	+	+	-
Импорт модели из DDL-скрипта	+	-	-	-
Возможность одновременного подключения к нескольким серверам БД	+	+	+	+
Возможность одновременного подключения к нескольким серверам различных СУБД	-	+	+	+
Визуальные инструменты создания и редактирования объектов базы данных	+	+	+	+
Возможность ввода и редактирования данных в табличном режиме	+	+	+	+
Визуальные инструменты управления пользователями и привилегиями	+	+	+	+
Редактор SQL-кода	+	+	+	+
Средства экспорта/импорта данных, позволяющие создавать и загружать дампы баз данных	+	+	+	+
Средства экспорта/импорта внешних данных	+	+	+	-
Возможность сравнения баз данных (SQL файлов)	+	+	+	-
Возможность непосредственного копирования БД с одного сервера на другой	-	-	-	-
Русскоязычный интерфейс	-	-	+	-
Русскоязычная встроенная справочная система	-	-	+	-

3. CASE-средства проектирования системного и прикладного ПО.

CASE-средства проектирования системного и прикладного программного обеспечения, как и CASE-средства проектирования баз данных, призваны автоматизировать и упростить этапы, которые сопровождают разработку программного обеспечения.

Более детально рассмотрим возможности CASE-средств проектирования системного и прикладного программного обеспечения на конкретном примере программных продуктов BPwin и Enterprise Architect.

3.1. BPwin.

Программный продукт BPWin разработан компанией ltd. Logic Works и позиционирует себя как средство для поддержки создания информационных систем.

Ключевая функция данного программного обеспечения заключается в возможности моделирования разрабатываемого ПО. Моделирование подразумевает создание структуры будущей программы-процесса, выявление управляющих событий и определение порядка взаимодействия элементов программы-процесса между собой.

BPwin поддерживает функциональное моделирование, моделирование потока работ и потока данных. Соответствующие диаграммы реализованы на основе стандартов IDEF0, IDEF3 и DFD. Функциональное моделирование дает возможность осуществлять систематизированный анализ бизнес процессов, обращая внимание на регулярно выполняемые задачи (функции). Моделирование потока работ обеспечивает анализ логики выполнения процесса. Моделирование потока данных позволяет сконцентрировать внимание на обмене данными между различными задачами. Кроме того, что в BPwin создаются отдельные модели, также могут создаваться и смешанные модели.

Для анализа работы организации в комплексе, и построения больших моделей, в BPwin предусмотрена детализация. Модели могут быть разбиты на группы. Каждая модель представляется на более низком уровне детализации. При этом взаимосвязь между моделями и их элементами сохраняется. С помощью BPwin модель можно разделить на составляющие части, провести работу отдельно с каждой из них, а затем интегрировать обратно в единую модель.

BPwin позволяет создавать следующие виды моделей:

- Функциональные диаграммы, построенные на основе стандарта IDEF0. Эти диаграммы разделяются на четыре вида:
 1. Первый вид, это контекстная диаграмма. Она представляет описание процесса на самом верхнем уровне. На этой диаграмме дается общее представление процесса и его взаимосвязи с внешней средой или другими процессами;
 2. Второй вид – диаграмма декомпозиции. Она детализирует информацию контекстной диаграммы;
 3. Третий вид – диаграмма дерева узлов. Эта диаграмма в BPwin предназначена для отображения иерархии функций;
 4. Четвертый вид – диаграмма описаний. Применяется для представления отдельных частей процесса. С ее помощью можно дать различные описания, которые не поддерживаются стандартом IDEF0.
- Диаграммы потока работ (FCD), построенные на основе стандарта IDEF3. Эти диаграммы дают возможность показать логику процесса, за счет представления задач в определенной последовательности. В дальнейшем, эти модели можно использовать в качестве основы для создания динамических моделей.
- Диаграммы потока данных (DFD). Эти диаграммы наглядно отображают, каким образом информация перемещается от задачи к задаче в рамках процесса. DFD модель представляет физические характеристики информационной системы, т.к. она показывает движение информационных объектов и хранилища данных.
- Модели стоимостного анализа. Эти модели строятся по правилам стоимостного анализа (Activity Base Costing - анализ). Модель может быть построена, только если уже существует полностью законченная и непротиворечивая функциональная модель. На каждую из задач функциональной модели назначаются метрики, представляющие затраты. Для модели определяются центры затрат. В результате получается модель стоимостного анализа.
- Динамические модели. Эти модели могут быть построены на основе диаграмм потока работ. BPwin позволяет исследовать эффекты в ходе дискретного изменения состояния задач процесса. Для этого могут задаваться различные сценарии поведения процесса. Чтобы провести динамическое моделирование необходимо экспортировать диаграммы на основе IDEF3.

Кратко описывая возможности программного обеспечения BPWin можно сформировать следующий список основных возможностей:

- Моделирование на основе нескольких стандартов. Возможность моделирования на основе стандартов IDEF0, IDEF3 и DFD позволяет провести детальный и всесторонний анализ задачи;
- Имитационное моделирование. За счет средств экспорта моделей BPwin дает возможность проследить изменение бизнес процессов в динамике;
- Документальное сопровождение моделей. За счет встроенных средств в BPwin есть возможность организовать связь моделей с документами по процессу (например, с инструкциями, положениями и пр.) и открывать эти документы непосредственно из среды моделирования;
- Интеграция процессных моделей и моделей данных. Это позволяет организовать единый репозиторий для моделей и составляющих эти модели объектов.

Среди дополнительных особенностей данного программного обеспечения можно выделить следующие:

- Простой графический интерфейс. Интерфейс BPwin легко воспринимается, позволяет выполнять настройки под пользователя, что упрощает процесс моделирования;
- Представление дополнительной информации. За счет применения UDP свойств (настраиваемые пользователем свойства) есть возможность собирать дополнительную информацию по процессам, представлять ее в моделях и включать в отчеты. Отчеты могут представляться в общедоступных форматах Microsoft Word или Microsoft Excel;
- Контроль корректности моделей. За счет встроенных средств BPwin осуществляет контроль некорректных связей и представления элементов моделей. Это повышает качество моделей и улучшает возможности интеграции с другими средствами моделирования;
- Встроенный генератор отчетов. С помощью этого генератора можно создать шаблон необходимого отчета и применять этот шаблон для любых моделей BPwin. Отчеты могут представляться в форматах HTML, RTF, TXT, PDF;

3.2. Enterprise Architect.

CASE-средство проектирования системного и прикладного программного обеспечения Enterprise Architect является коммерческим программным продуктом, разработанным компанией Sparx Systems.

Ключевая особенность данного программного продукта заключается в том, что он предоставляет возможность построения модели будущего конструируемого ПО с использованием визуального языка UML спецификации UML2.0+.

ПО Enterprise Architect поддерживает все виды моделей и диаграмм спецификации UML2.0+, что позволяет моделировать и конструировать программные системы, бизнес-процессы, веб-сайты, пользовательские интерфейсы, сети, конфигурации аппаратного обеспечения, а также осуществлять контроль и оценку размер трудозатрат проектных работ в часах, фиксировать и трассировать требования к проекту, необходимые ресурсы, планы тестирования, дефекты проекта и запросы на изменения в проекте.

Среди ключевых особенностей, инструментов и функциональных возможностей данного программного обеспечения можно выделить следующие:

- Инструменты для создания элементов UML-моделей широкого круга назначения;
- Инструменты размещения этих элементов UML-моделей в диаграммах и пакетах;
- Инструменты создания коннекторов между элементами;
- Инструменты документирования созданных элементов, которые позволяют создать документацию из элементов UML-моделей в формате rtf с возможностью дальнейшего импортирования в текстовый процессор для финального редактирования;
- Инструменты для генерации кода для конструируемого ПО;
- Инструменты для реверс-инжиниринга имеющегося программного кода, которые дают возможность выполнять форвард и реверс-инжиниринг классов с использованием следующих языков программирования: ActionScript, C++, C#, Delphi, Java, Python, PHP, VB.NET и Visual Basic;
- Инструменты для синхронизации программного кода и элементов UML-моделей;
- Инструменты для моделирования баз данных, в том числе прямое проектирование в язык описания данных (DDL) и обратное проектирование из систем, имеющих поддержку ODBC (Open Database Connectivity);
- Инструменты для генерации документации с поддержкой форматов HTML и RTF;
- Функционал, обеспечивающий поддержку макросов;
- Инструменты менеджера проекта, которые включают в себя инструменты тестирования, глоссарий и другие ресурсы;
- Инструменты для интеграции данной CASE-системы с Visual Studio.NET и Eclipse;
- Инструменты для генерации элементов баз данных;

Существуют три редакции данного программного продукта: Desktop Edition, Professional Edition, Corporate Edition.

Enterprise Architect Desktop Edition предназначен для индивидуальных разработчиков, аналитиков, и является простейшим инструментом проектирования, но имеет некоторые ограничения (например, отсутствует поддержка многопользовательского доступа к диаграммам, импорт-экспорт кодов и другие возможности).

Enterprise Architect Professional Edition является полнофункциональной средой UML-программирования.

Enterprise Architect Corporate Edition включает в себя всю функциональность Desktop и Professional Edition, и, кроме того, предоставляет возможность соединения с MySQL, SQL Server, PostgreSQL, Sybase Adaptive Server Anywhere, Oracle9i. Также поддерживается авторизация пользователей или группы пользователей, и блокировка элементов.

Кроме этого существует версия Enterprise Architect Lite FREE read-only. Она позиционируется как решение, позволяющее зарегистрированным пользователям демонстрировать UML-диаграммы персоналу и заказчикам. Enterprise Architect Lite предоставляет все базовые функции Enterprise Architect, за исключением создания документации и сохранения.

4. CASE-средства сопровождения и реинжиниринга.

Под сопровождением программного обеспечения понимается одна из фаз жизненного цикла программного обеспечения, следующая за фазой передачи ПО в эксплуатацию и заключающаяся в улучшении, оптимизации и устранении дефектов в сопровождаемом программном обеспечении.

Родственным к сопровождению является процесс реинжиниринга программного обеспечения, заключающийся в создании новой функциональности и устранении ошибок, путем внесения кардинальных изменений в уже имеющееся в эксплуатации программное обеспечение.

Процесс реинжиниринга может быть выполнен в два этапа. На первом этапе необходимо осуществить реверс-инжиниринг программного обеспечения с целью понять принцип его работы и выявить характерные особенности, присущие исследуемому программному обеспечению. На втором этапе необходимо провести изменения и улучшения программного обеспечения с использованием информации, полученной в результате реверс-инжиниринга, проведенного на первом этапе.

Процесс реинжиниринга сопряжен с определенными трудностями и проблемами, среди которых можно привести следующие:

- Стоимость проведения реинжиниринга существующего программного обеспечения чаще всего превышает стоимость разработки нового программного обеспечения;
- Для проведения реинжиниринга программного обеспечения необходима работа программистов с высокой квалификацией;
- Проведение реинжиниринга требует скрупулезного изучения существующего программного обеспечения, что существенно увеличивает время, затрачиваемое на проведение реинжиниринга и повышает риски возникновения ошибок при его проведении;

Проблемы и трудности реинжиниринга поднимают вопрос о создании специализированных средств, позволяющих автоматизировать и упростить этот процесс. CASE-средства сопровождения и реинжиниринга призваны выполнить эту задачу.

Рассмотрим конкретный пример CASE-системы сопровождения и реинжиниринга – программный продукт IBM Rational Rose XDE.

4.1. IBM Rational Rose XDE.

Данный коммерческий программный продукт, разработанный компанией Rational Rose, поглощенной IBM, является CASE-средством не только сопровождения и реинжиниринга.

Возможности этой CASE-системы широки, инструменты, интегрированные в данный программный продукт, позволяют выполнять широкий спектр задач, затрагивающих все этапы жизненного цикла программного обеспечения.

С точки зрения реинжиниринга данная CASE-система имеет инструменты, с помощью которых можно проводить анализ программного кода и схем баз данных и формировать на основе результатов проведенного анализа различные модели и проектные спецификации.

Инструменты реинжиниринга, входящие в состав данного программного продукта, обеспечивают реинжиниринг программ на языке C++.

Важной особенностью программного продукта IBM Rational Rose XDE является использование языка UML и объектно-ориентированного подхода к созданию моделей.

Среди функциональных возможностей и особенностей данного программного продукта можно выделить следующие:

- Инструменты, обеспечивающие поддержку объектного моделирования, что позволяет применять принципы объектного моделирования и языка UML, что в свою очередь позволяет приблизить модели процессов к реальным требованиям и упрощает вид моделей.
- Инструменты, обеспечивающие структурное представление элементов, с помощью которых модели процессов и их элементы могут быть представлены в виде графической структуры, наглядно отображающий их состав и взаимосвязи.
- Инструменты для интеграции моделей, что в совокупности с использованием единого языка UML позволяет объединить модели процесса, модели приложений и модели данных.
- Инструменты, обеспечивающие интеграцию с программными продуктами, что позволяет расширять возможности моделирования и анализа процессов в данном программном продукте за счет интеграции с другими программными продуктами, например, Microsoft Visual Studio.
- Данный программный продукт имеет открытую архитектуру, что позволяет дополнять его существующий инструментарий новыми функциями и возможностями.

- Инструменты, предоставляющие возможность обратного проектирования, которое является необходимым этапом реинжиниринга. Функционал инструментов обратного проектирования позволяет на основе имеющегося программного кода построить понятийную модель.
- Инструменты, обеспечивающие поддержку командной работы. Данный программный продукт реализует простую поддержку всех участников проекта, при которой пользователи могут создавать свои собственные рабочие окружения, в которых могут работать со своими собственными уникальными моделями без смены рабочего места, сохраняя при этом взаимосвязь с общими моделями.
- Инструменты для управления моделями, с помощью которых все создаваемые модели могут быть легко изменены, при этом изменения в одной модели автоматически отражаются во взаимосвязанных моделях. В инструменты управления моделями данного программного продукта интегрированы система контроля версий и система управления конфигурацией, что позволяет легко проводить изменения в любых моделях процессов.
- Инструменты для контроля ошибок, которые обеспечивает отслеживание ошибок, возникающих при моделировании. Наличие таких инструментов в составе данного программного продукта позволяет исправить ошибки с учетом их наследования и передачи на очередной уровень моделирования.
- Инструменты для документирования моделей, с помощью которых пользователи данного программного продукта могут создавать необходимые отчеты и техническую документацию по моделям процессов. Инструменты документирования моделей, интегрированные в данный программный продукт, позволяют формировать документы исходя из потребностей пользователя, а также могут быть настроены для применения к разным моделям.
- Инструменты для управления конфигурацией, с помощью которых пользователи могут настраивать конфигурацию интерфейса и части приложений под свои индивидуальные потребности. В данном программном продукте применяется графический пользовательский интерфейс (GUI), что обеспечивает быструю настройку необходимого окружения для комфортной работы.

5. Документаторы.

По мере роста числа создаваемых и вводимых в действие автоматизированных систем все более животрепещущим становится вопрос сокращения сроков и снижения трудоемкости разработки и поддержания в актуальном состоянии комплектов документов на автоматизированные системы.

Разработка техдокументации на изделия, программные изделия и автоматизированные системы (АС) предполагает подготовку целого ряда концептуальных, отчетных, проектных, рабочих, эксплуатационных и организационно-распорядительных документов согласно требованиям ГОСТов 34-й системы и иных нормативно-технических документов (НТД). Суммарный объем документации, включающей в себя значительное количество текстовой и графической информации, нередко исчисляется сотнями и тысячами, а зачастую десятками и сотнями тысяч страниц.

Разработка и поддержание техдокументации в актуальном состоянии на всех стадиях и этапах жизненного цикла изделия или АС вызывают немало проблем, связанных, в основном, с необходимостью многократного внесения в документацию, состоящую из множества отдельных файлов Microsoft Word, всевозможных поправок, дополнений и изменений. Ручная корректировка значительного числа многостраничных документов - операция трудоемкая, требующая от исполнителя аккуратности, высокой сосредоточенности, отнимающая массу времени, сил и нервов.

Относительно монотонные и однообразные действия при создании документации приводят к появлению в документах большого количества ошибок, которые существенно снижают качество технической документации.

Автоматизация рутинных операций при разработке технической документации - единственный разумный путь, гарантирующий высокое качество технической документации, существенное сокращение сроков ее разработки, снижение трудоемкости поддержания комплекта документов в актуальном состоянии.

Полнофункциональные реализации рассмотренных ранее типов CASE-систем, как правило, имеют среди прочих инструментов, инструменты, предоставляющие удобные возможности по работе с технической документацией на автоматизированные системы. Однако для выполнения этой задачи существуют отдельные программные продукты –

документаторы, которые также являются CASE-средствами, специализирующимися только на документировании.

Вынесение функционала для выполнения локальной задачи документирования в отдельный программный продукт позволяет добиться большей гибкости и возможности по сравнению со средствами, интегрированными в полнофункциональные CASE-системы, разработанными для других нужд.

Рассмотрим некоторые конкретные примеры программных продуктов – Документаторов.

5.1. Technical Guide builder (TG Builder).

TG Builder – коммерческий программный комплекс, разработанный АНО «НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика» и предназначенный для разработки, сопровождения, изменения и публикации технической документации.

Функциональные возможности данного программного продукта позволяют разрабатывать документацию, соответствующую требованиям, как отечественных стандартов в области технической документации (ГОСТ 2.051-2006, ГОСТ 2.601-2006, ГОСТ 2.602-95, ГОСТ 2.610-2006, ГОСТ 2.611-2011), так и требованиям международной спецификации S1000D.

Данный программный продукт имеет модульную структуру, включающую в себя 4 основных программных модулей:

- Диспетчер проектов, программный модуль, предназначенный для создания, удаления и редактирования проектов по разработке технической документации с использованием следующего набора инструментов и подмодулей:
 1. Редактор справочников — предназначен для создания, редактирования, удаления, импорта и экспорта различных специализированных справочников, используемых при разработке технической документации. В редакторе реализована работа с четырьмя группами справочников: единицы измерения, применимость, предварительные требования, регламент;
 2. Редактор списка клиентов — предназначен для создания, удаления и редактирования информации о заказчиках (пользователях), которым планируется поставка документации;

3. Редактор структуры документа — предназначен для формирования структуры документа. Позволяет создавать, удалять, импортировать и экспортировать отдельные разделы документа, а также обеспечивает распределенную разработку технической документации. Редактор структуры является базовым элементом программного модуля диспетчер проектов и предоставляет доступ к модулю регистрации извещений об изменении, модулю управления публикациями, модулю управления версиями модулей данных, модулю назначения работ и модулю отслеживания работ;
4. Модуль регистрации бюллетеней — предназначен для регистрации в системе документов (бюллетеней) по которым в дальнейшем будут проводиться изменения в технической документации. Кроме того, функционал данного программного модуля позволяет ассоциировать бюллетень с разделами изменяемого документа, а также назначить конкретному исполнителю задачу по внесению изменений;
5. Модуль управления публикациями — предназначен для создания, редактирования и удаления публикаций. В данном контексте под публикацией понимается документ, сформированный посредством ссылок на разделы документа, представленные в проекте. Т.е. отдельными публикациями считаются и руководство по эксплуатации и различные специальные инструкции, созданные в рамках проекта по разработке руководства по эксплуатации;
6. Модуль назначения работ — предназначен для закрепления ответственных исполнителей за конкретными разделами документа, а также определения времени отведенного на разработку раздела;
7. Модуль отслеживания работ — предназначен для контроля хода выполнения работ по проекту;
8. Модуль управления версиями модулей данных — предназначен для создания, удаления и редактирования свойств версий разделов документа. Кроме того, данный модуль предоставляет доступ к редакторам модулей данных различных типов;
9. Редактор модуля данных типа каталог — предназначен для разработки каталогов деталей и сборочных единиц. При этом в качестве иллюстративной части каталога могут использоваться не только растровые или векторные 2D иллюстрации, но и 3D модели;

10. Редактор модуля данных типа технологическая карта — предназначен для создания пошаговых инструкций, выполнения различных технологических операций при эксплуатации, ремонте или производстве изделия;
 11. Редактор модуля данных типа процедура поиска и устранения неисправностей — предназначен для разработки интерактивных алгоритмов поиска и устранения неисправностей;
 12. Редактор описательного модуля данных — представляет собой текстовый редактор, предназначенный для разработки описательных разделов документа;
 13. Модуль экспорта/импорта — предназначен для импорта и экспорта проекта в целом, отдельных разделов документа и публикаций в форме интерактивного документа или набора XML файлов соответствующего требованиям S1000D;
 14. Модуль печати — предназначен для печати документа в целом, его отдельных разделов документа и различных публикаций, в том числе и в PDF — формате;
- TG Designer, программный модуль, предназначенный для проектирования шаблонов технической документации, используемых при его создании;
 - TG Browser, программный модуль, предназначенный для просмотра интерактивной технической документации, разработанной в TG Builder;
 - TG Admin, программный модуль, позволяющий осуществлять регистрацию и удаление шаблонов технической документации, а также управлять пользователями системы;

Кроме того, в комплект поставки данного программного продукта входит специальная утилита TG Update, являющаяся отдельным приложением, к которому нельзя получить доступ из основного меню TG Builder. Это связано с тем, что данная утилита используется только для обновления документации у пользователя документации. То есть она может быть передана пользователю документации при поставке документа, чтобы пользователь мог самостоятельно актуализировать документ.

5.2. Adobe FrameMaker.

Коммерческий программный продукт Adobe FrameMaker, разработанный фирмой Adobe, является настольной издательской системой с очень широкими возможностями по созданию любых типов публикаций, что позволяет использовать его в качестве мощного документатора, ориентированного на верстку, обновление и управление технической документацией большого объема и с большим количеством иллюстраций и таблиц.

По Adobe FrameMaker позволяет создавать техническую документацию в режиме WYSIWYG (видишь, что получишь). Этот режим позволяет существенно сократить время подготовки технической документации, упростить и автоматизировать процесс её написания, устраняя необходимость в непосредственном XML-кодировании.

Данный программный продукт включает структурированную систему инструментов для работы с XML и SGML, поддерживает вывод в формате Adobe PDF и HTML. Обладает развитыми средствами для работы с текстом, графикой, таблицами, формулами, слоями и цветом.

Среди функциональных возможностей и особенностей данного программного продукта можно выделить следующие:

- Наличие продвинутых средств импорта и экспорта, которые поддерживают более пятидесяти типов файлов и позволяют максимально упростить и автоматизировать подготовку документа в другом целевом формате;
- Поддержка стандарта ODMA (Open Document Management API). ODMA является стандартом API для систем управления документооборотом (DMS-системы). Поддержка этого стандарта и наличие соответствующих инструментов в составе программного продукта Adobe FrameMaker позволяет подключаться к другим документаторам, поддерживающим стандарт ODMA, и получать доступ к документам в сторонней системе;
- Функционал поддержки русского языка, позволяющий использовать кириллические шрифты, осуществлять поиск и замену текста на русском языке, а также импортировать текст на русском языке из форматов Text Only и RTF;
- Встроенные инструменты интеграции с системами управления контентом (CMS) и облачным хранилищем Dropbox;
- Инструменты многоканальной публикации на различных целевых устройствах;
- Инструменты для автоматического создания веб-публикаций;
- Инструменты для создания трехмерной графики и 3D-анимации, и связывания её с соответствующими частями документа;
- Функционал, позволяющий добавлять в документацию мультимедиа материалы и управлять ими;
- Инструмент Adobe ExtendScript, для создания и исполнения внутренних сценариев Adobe FrameMaker, позволяющих упростить и автоматизировать выполнение некоторых задач;

- Функционал, позволяющий использовать регулярные выражения трех разных разновидностей, а именно: Perl, Grep, Egrep;
- Функционал работы с длинными документами;
- Инструменты автоматической нумерации таблиц и иллюстраций;
- Инструменты автоматического построения оглавлений и указателей;
- Функционал, реализующий поддержку перекрестных ссылок и гипертекстовых связей;
- Функционал, реализующий возможность использования большого числа языков, в том числе языков с иероглифической письменностью, в рамках одного параграфа;

5.3. Dr.Explain.

Dr.Explain – это коммерческий программный продукт, разработанный российской компанией Indigo Byte Systems, LLC. Разработчик предоставляет бесплатную демоверсию, позволяющую создавать проекты любого размера.

Данное программное обеспечение является CASE-средством документатором, позволяющим создавать файлы справки, справочные системы, on-line руководства пользователя, пособия и техническую документацию к различным техническим системам.

Особенностью ПО Dr.Explain является встроенная технология анализа структуры пользовательского интерфейса, которая автоматизирует документирование экранов программных приложений.

Среди функциональных возможностей и особенностей данного программного продукта можно выделить следующие:

- Интерфейс и документация программного продукта на русском языке;
- Осуществление технической поддержки на русском языке;
- Инструменты анализа пользовательского интерфейса приложений и создания скриншотов (копии экранов) окон с автоматической расстановкой на них пояснительных выносок для элементов интерфейса;
- Инструмент захвата и анализа программных окон и экранов (скриншотов), позволяющий быстро создавать технические иллюстрации для документируемых программ;

- Функционал, реализующий поддержку идентификаторов Help ID для создания контекстной помощи в приложениях.
- Функционал, позволяющий быстро обновлять иллюстрации и скриншоты при выходе новой версии документируемого программного продукта и автоматически заменять экраны приложений с сохранением всей метаинформации: выносок, аннотаций, описаний;
- Инструменты визуального контроля за состоянием проекта с использованием механизма статусов;
- Функционал, реализующий поддержку мультибайтовых кодировок и языков с обратным написанием (RTL);
- Функционал, реализующий возможность добавления функции поиска и индексации в on-line справки без использования программирования на таких языках, как: PHP, ASP, или баз данных на стороне сервера;
- Инструменты создания пользовательской документации из единого источника в различных форматах: файлы справки CHM, on-line руководства в формате HTML, RTF, и PDF с оглавлением и ссылками;
- Функционал, реализующий возможность гибкого управления контентом с использованием текстовых переменных и вставок HTML-кода;
- Специализированный текстовый редактор с функционалом, ориентированным на создание файлов справки и документации для программного обеспечения;
- Инструмент редактирования аннотаций изображений для быстрого создания пояснительных выносок на технических иллюстрациях и скриншотах;

6. CASE-средства программирования.

В настоящее время программирование является широким и многогранной понятием, который в общих словах можно описать, как процесс непосредственной разработки компьютерных программ.

Многогранность этого понятия обусловлена тем, что программирование сочетает в себе элементы искусства, науки, математики и инженерии. Несмотря на то, что в программировании есть место искусству, оно не лишено наличия в нем многих рутинных и однообразных подзадач, а, следовательно, актуальным становится вопрос о поиске способов, которые помогли бы автоматизировать и упростить выполнение таких рутинных подзадач, что в свою очередь помогло бы уменьшить число ошибок, сопровождающих процесс программирования.

В качестве таких средств могут быть рассмотрены CASE-средства программирования. Существующие на сегодняшний день мощные интегрированные среды разработки (IDE), обладающие богатым функционалом и широкими возможностями, позволяющими упростить и ускорить работу программиста, могут выступать в качестве CASE-средств программирования.

Рассмотрим особенности и функциональные возможности таких CASE-средств на конкретном примере IDE Microsoft Visual Studio.

6.1. Microsoft Visual Studio.

Microsoft Visual Studio – это целая линейка коммерческих продуктов от компании Microsoft, которая помимо интегрированной среды разработки программного обеспечения включает в себя большое количество дополнительных инструментальных средств.

Данный программный продукт позволяет разрабатывать как консольные приложения, так и приложения с графическим интерфейсом, в том числе с поддержкой технологии Windows Forms, а также веб-сайты, веб-приложения, веб-службы как в родном, так и в управляемом кодах для всех платформ, поддерживаемых Windows, Windows Mobile, Windows CE, .NET Framework, Xbox, Windows Phone .NET Compact Framework и Silverlight.

Среди функциональных возможностей и особенностей данного программного продукта можно выделить следующие:

- Microsoft Visual Studio включает в себя редактор исходного кода с поддержкой технологии дописывания имен при вводе лишь первых символов и с возможностью простейшего рефакторинга кода.
- Кроме того, данный программный продукт имеет встроенный отладчик, который может работать как отладчик уровня исходного кода, так и отладчик машинного уровня.
- Среди прочих инструментов можно выделить редактор форм, позволяющий существенно упростить и автоматизировать процесс создания графического интерфейса приложения, веб-редактор, дизайнер классов и дизайнер схемы базы данных.
- Также Microsoft Visual Studio позволяет создавать и подключать сторонние дополнения (плагины) для расширения функциональности практически на каждом уровне, включая добавление поддержки систем контроля версий исходного кода, добавление новых наборов инструментов (например, для редактирования и визуального проектирования кода на предметно-ориентированных языках программирования) или инструментов для прочих аспектов процесса разработки программного обеспечения.

7. Заключение.

Рассмотренные в данной работе CASE-средства обладают разным функционалом и возможностями, которые частично или полностью перекрываются и охватывают задачи разных сфер, начиная от моделирования и проектирования бизнес-процессов и программного обеспечения и заканчивая задачами создания технической документации для автоматизированных систем.

Некоторые из приведенных CASE-средств, например, такие как: BPwin, Enterprise Architect, IBM Rational Rose XDE, являются многокомпонентными программными продуктами, которые содержат интегрированные инструменты решающие локальные задачи, для решения которых были созданы отдельные узкоспециализированные CASE-средства, например, такие как: Technical Guide builder. Как правило возможности по решению локальной задачи узкоспециализированных CASE-средств более широкие и гибкие по сравнению с возможностями аналогичных инструментов в составе многокомпонентных интегрированных CASE-средств.

Основное назначение CASE-средств – это автоматизация и упрощение выполнения тех задач, которые сопровождают различные этапы проектирования и разработки.

Список источников.

1. <https://cyberleninka.ru/article/v/analiz-funktsionalnyh-vozmozhnostey-besplatnyh-case-sredstv-proektirovaniya-baz-dannyh>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/CASE>
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_управления_базами_данных
4. https://www.kpms.ru/Automatization/CASE_tools.htm
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/IDEF1>
6. https://ru.wikipedia.org/wiki/Data_Definition_Language
7. <https://ru.wikipedia.org/wiki/ODBC>
8. <https://ru.wikipedia.org/wiki/MySQL>
9. <https://www.sqlmanager.net/ru/products/mysql/manager/matrix>
10. <https://www.devart.com/ru/dbforge/mysql/>
11. <https://www.kpms.ru/Automatization/BPwin.htm>
12. https://ru.wikipedia.org/wiki/Сопровождение_программного_обеспечения
13. https://ru.wikipedia.org/wiki/Реинжиниринг_программного_обеспечения
14. https://ru.wikipedia.org/wiki/Реинжиниринг_бизнес-процессов
15. https://ru.wikipedia.org/wiki/Обратная_разработка
16. https://otherreferats.allbest.ru/programming/00154100_0.html
17. <http://bourabai.ru/cm/rational01.htm>
18. <https://ppt-online.org/13183>
19. https://www.kpms.ru/Automatization/Rational_Rose.htm
20. <https://habr.com/ru/post/117216/>
21. <http://www.interface.ru/home.asp?artId=987>
22. Борге У., Борге М. - UML и Rational Rose 2002
23. <http://authorit.ru>
24. <https://aka-author.livejournal.com/3136.html>
25. https://www.mssoft.ru/Makers/Adobe/FrameMaker_12/
26. <https://www.uml2.ru/faq/faq-ea/1/>
27. <https://www.adobe.com/es/products/framemaker.html>
28. <https://www.drexplain.ru/>
29. <https://sparxsystems.com/products/ea/index.html>
30. <https://cals.ru/products/tgb>
31. https://ru.wikipedia.org/wiki/Интегрированная_среда_разработки
32. <https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/ide/whats-new-visual-studio-2019?view=vs-2019>
33. https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio