**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего профессионального образования**

**«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»**

**(МГТУ им. Н.Э.Баумана)**

ФАКУЛЬТЕТ \_\_\_ Робототехника и комплексная автоматизация \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

КАФЕДРА \_\_\_\_ Компьютерные системы автоматизации производства \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

***К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА***

***НА ТЕМУ:***

**ТЕМАТЕМАТЕМАТЕМАТЕМА**

Студент **\_\_\_\_РК9-82**\_\_\_\_ **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_Д.В.Гусева\_\_\_\_\_**

(Группа) (Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Руководитель ВКР **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_П.С.Шильников\_\_**

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

Нормоконтролер **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_М.Н.Святкина\_\_\_**

(Подпись, дата) (И.О.Фамилия)

*2017 г.*

**АННОТАЦИЯ**

Данная работа посвящена разработке узла испарителя электронной сигареты – rebuildable tank atomizer (RTA), который выполняет основные функции устройства.

На основании обзора существующих публикаций о проблеме курения в современном мире обоснована актуальность разработки электронных сигарет как электронных средств доставки никотина в организм человека в регулируемом количестве с целью борьбы с никотиновой зависимостью путем понижения концентрации вещества.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка конструкции и технологии изготовления RTA.

Работа включает в себя следующие разделы: состояние вопроса, цель и задачи работы; проектирование узла базы RTA; разработка технологии изготовления и управляющих программ для ЧПУ.

По итогам работы представлены результаты: спроектирована конструкция RTA, разработан технологический процесс изготовления данного узла, составлена программа на станок с ЧПУ.

Расчетно-пояснительная записка содержит страниц, рисунок, таблицы, библиографических источников, слайда презентации.

СОДЕРЖАНИЕ

[НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ 4](#_Toc484896736)

[ВВЕДЕНИЕ 5](#_Toc484896737)

[1. ПРЕДПРОЕКТНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ 6](#_Toc484896738)

[1.1. Анализ состояния проблемы по информационным источникам (исследуются аналоги, проектные решения, техническое и программно-методическое обеспечение) 6](#_Toc484896739)

[1.2. Целевое обследование объекта, для автоматизации которого предполагается проектировать систему. 7](#_Toc484896740)

[1.3. Анализ состояния, проблемы и пути её решения. 8](#_Toc484896741)

[2. КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ 9](#_Toc484896742)

[2.1. Выбор общесистемной методологии проектирования. 9](#_Toc484896743)

[2.2. Выбор системы аналогов и выделение системы из среды. 10](#_Toc484896744)

[2.3. Выбор CASE (cad aided software engineering) средства проектирования. 11](#_Toc484896745)

[2.4. Разработка архитектуры и состава системы. 12](#_Toc484896746)

[2.5. Разработка укрупненной функциональной структуры системы. 13](#_Toc484896747)

[2.6. Выбор критерия оценки системы и оценка вариантов. 14](#_Toc484896748)

[3. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ 15](#_Toc484896749)

[4. СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ 16](#_Toc484896750)

[5. РАБОЧЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ 17](#_Toc484896751)

[6. АПРОБИРОВАНИЕ 18](#_Toc484896752)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 19](#_Toc484896753)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 20](#_Toc484896754)

[ПРИЛОЖЕНИЕ 21](#_Toc484896755)

**НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

|  |  |
| --- | --- |
| ГОСТ Р ИСО 10303-1-99 | Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1. Общие представления и основополагающие принципы |
| ГОСТ Р ИСО 10303-22-2002 | Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 22. Методы реализации. Стандартный интерфейс доступа к данным |
| ГОСТ 859-2014 | Медь. Марки. |
| ГОСТ 15527-2004 | Сплавы медно-цинковые (латуни), обрабатываемые давлением. Марки (с Изменением N 1). |
| ГОСТ 12766.1-90 | Проволока из прецизионных сплавов с высоким электрическим сопротивлением. Технические условия. |
| ГОСТ 2590-2006 | Прокат стальной горячекатаный круглый. Сортамент. |
| ГОСТ 5949-75 | Сталь сортовая и калиброванная коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия. |

# ВВЕДЕНИЕ

Рубеж конца ХХ - начала ХХI века, связанный с бурным ускорением развития информационных технологий, ознаменовался появлением нового подхода в архитектурно-строительном проектировании, заключающемся в создании компьютерной модели, несущей в себе все сведения о будущем объекте.

В современных условиях стало невозможно обрабатывать хлынувший на проектировщиков огромный и неуклонно возрастающий потом информации, предваряющий и сопровождающий само проектирование, прежними средствами. Широкое распространение получило геометрическое моделирование – создание электронных трехмерных моделей тел с помощью компьютера. Модель может быть представлена различными способами, среди которых можно выделить следующие:

1. Граничное представление (англ. Boundary REP resentation, BREP) – метод представления объёмной фигуры путём описания её границ. Трехмерное тело представляется набором связанных друг с другом поверхностей, задающих границу между представляемым телом и остальным пространством. Модель данных BREP является основным способом представления геометрических форм в современных системах геометрического моделирования, таких как Parasolid и ACIS, лежащих в основе многих коммерческих САПР.
2. Конструктивная геометрия тел (англ. Constructive Solid Geometry, CSG) – способ представления объемного тела, заключающийся в его рекурсивном описании в виде результата Булевых теоретико-множественных операций (пересечения, объединения, разности), примененных к параметрическим примитивам (кубам, призмам, пирамидам, цилиндрам, сферам, конусам).
3. Swept Solid

Наиболее популярным форматом для обмена данными о моделях между программными продуктами, используемыми для решения задач в проектно-строительной индустрии и в информационном моделировании зданий (BIM), является IFC [ссылка].

В большинстве программных продуктов, предназначенных для работы с BIM при экспорте модели в формат IFC используется геометрическое представление Swept Solid (тело заметания). При необходимости обработки BIM моделей системами CAD/CAE; при необходимости расчёта модели на прочность возможно возникновение конфликта между геометрическим представлением модели IFC и внутренним обработчиком системы, который в большинстве случаев распознаёт только BREP. Многие CAD/CAE системы в основном могут интерпретировать модели только представленные с помощью BREP; при этом кто-то может писать только Swept Solid. Для решения данной проблемы интероперабельности вместо написания дополнительного модуля обработки для каждой системы целесообразно разработать программный продукт, позволяющий осуществлять преобразование модели в граничное представление.

Среди отечественных программных продуктов для BIM можно выделить APM Studio. Данный модуль предназначен для создания поверхностных и твердотельных объектов в трехмерном пространстве и подготовки построенных моделей к прочностному и динамическому анализу, а также для выполнения расчетов и визуализации результатов этих расчетов.

Круг вопросов, необходимых для её решения

Целью выпускной квалификационной работы является разработка программного обеспечения, позволяющего осуществлять преобразование модели в граничное представление (B-rep или BREP).

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

* анализ состояния вопроса и поиск оптимального пути решения проблемы;
* проектирование и разработка программного комплекса, позволяющего

Работа включает в себя следующие разделы: предпроектное обследование объекта автоматизации, концептуальное проектирование системы, структурное проектирование, рабочее проектирование и апробирование.

**1.** ПРЕДПРОЕКТНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

## 1.1. Исследование аналогов, проектных решений и методического обеспечения

## 1.2. Целевое обследование объекта автоматизации

## 1.3. Анализ состояния, проблемы и пути её решения

# 2. КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

## 2.1. Выбор общесистемной методологии проектирования.

## 2.2. Выбор системы аналогов и выделение системы из среды.

## 2.3. Выбор CASE (cad aided software engineering) средства проектирования.

## **2.4. Разработка архитектуры и состава системы**.

## 2.5. Разработка укрупненной функциональной структуры системы.

## 2.6. Выбор критерия оценки системы и оценка вариантов.

Основным критерием оценки построенной системы можно считать работоспособность, а именно предоставление возможности автоматизированного преобразования различных моделей в граничное представление (BREP) с возможностью считывания CAD – системами.

Среди прочих критериев можно выделить следующие:

* необходимые вычислительные ресурсы (время, память) для осуществления преобразования;
* возможность запуска разработанного программного обеспечения на различных операционных системах (Windows 7, Windows 10);
* простота поддержки, обеспечиваемая выбранным языком программирования, модульностью программного кода и наличием документации.

# 3. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

# 4. СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

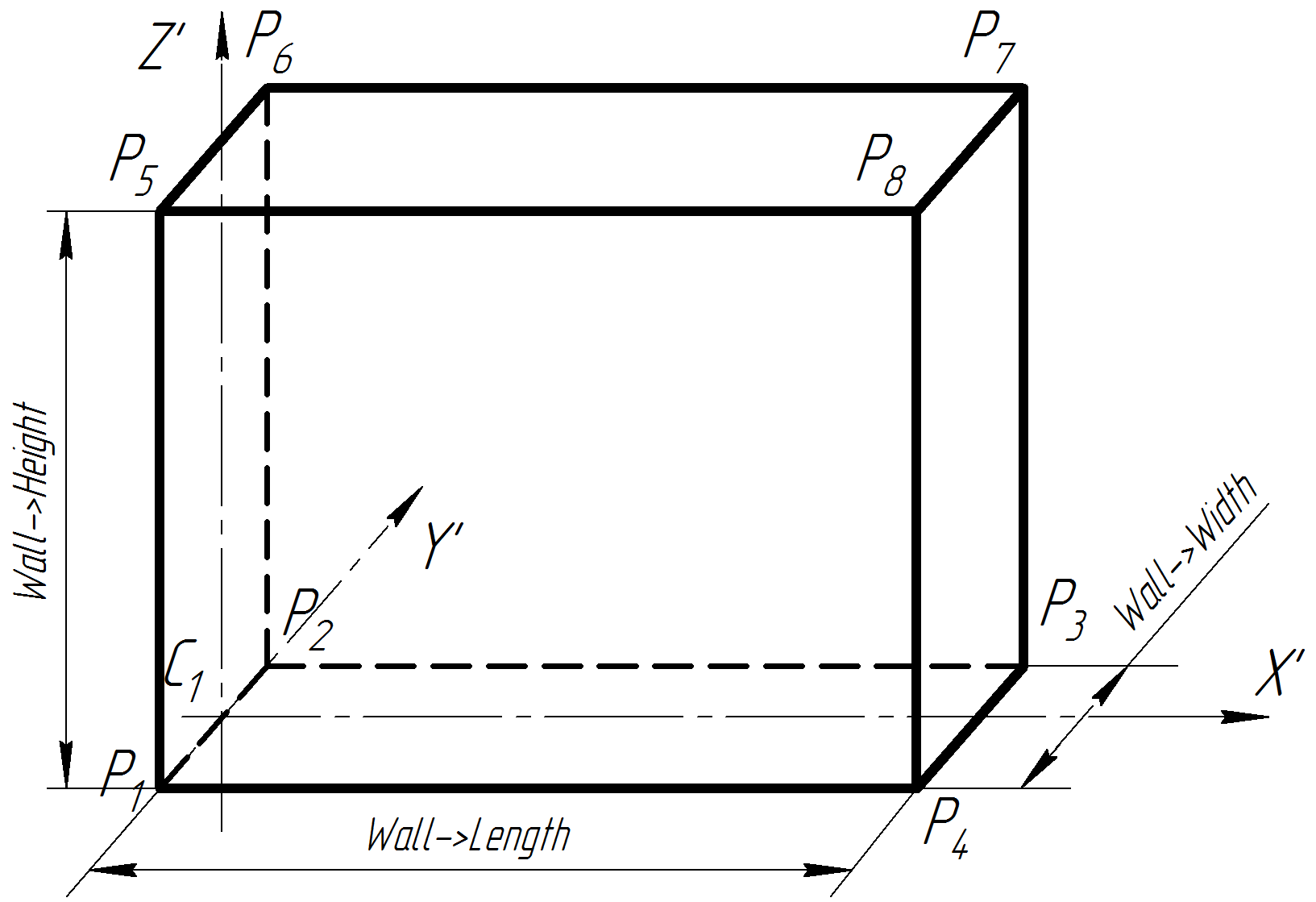
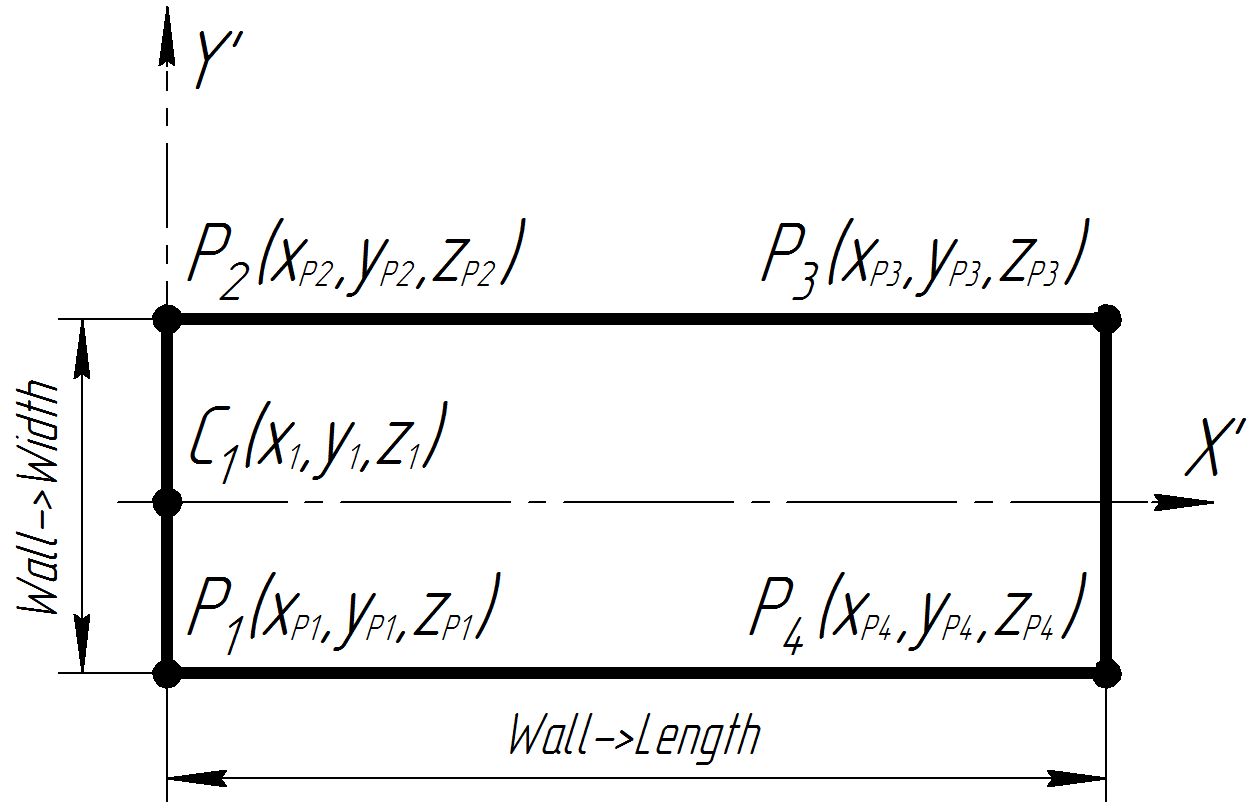
# 5. РАБОЧЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

# 6. АПРОБИРОВАНИЕ

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

# ПРИЛОЖЕНИЕ



OXYZ – глобальная система координат;

C1X’Y’Z’ – локальная система координат с центром в точке С1;

C1 – начальная точка образующего профиля геометрии SweptSolid, координаты которой в глобальной системе координат известны;

Pi – вершина профиля стены в геометрии AdvancedBrep;

Wall->Width – (от *англ.* wall – “стена”, width – “ширина”) ширина стены, в дальнейшем обозначается «W»;

Wall->Length – (от *англ.* length – “длина”) длина стены, в дальнейшем обозначается «L»;

Wall->Height – (от *англ.* height – “высота”) высота стены, в дальнейшем обозначается «H»;

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Название точки | Координаты точки в локальной системе координат X’Y’Z’ | | | Координаты точки в глобальной системе координат XYZ | | |
| x | y | z | x | y | z |
| C1 | 0 | 0 | 0 | X1 | X2 | X3 |
| P1 | 0 | -W/2 | 0 | X1 | -W/2+X2 | X3 |
| P2 | 0 | W/2 | 0 | X1 | W/2+X2 | X3 |
| P3 | L | W/2 | 0 | L+ X1 | W/2+X2 | X3 |
| P4 | L | -W/2 | 0 | L+ X1 | -W/2+X2 | X3 |
| P5 | 0 | -W/2 | H | X1 | -W/2+X2 | H+ X3 |
| P6 | 0 | W/2 | H | X1 | W/2+X2 | H+ X3 |
| P7 | L | W/2 | H | L+ X1 | W/2+X2 | H+ X3 |
| P8 | L | -W/2 | H | L+ X1 | -W/2+X2 | H+ X3 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Плоская поверхность | Образующие точки | | | |
| F1 | P1 | P2 | P3 | P4 |
| F2 | P1 | P2 | P6 | P5 |
| F3 | P2 | P6 | P3 | P7 |
| F4 | P3 | P7 | P8 | P4 |
| F5 | P1 | P4 | P5 | P8 |
| F6 | P5 | P6 | P7 | P8 |

**СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

**ASCII –** (англ. American Standard Code for Information Interchage – Американский стандартный код для обмена информацией). Текстовый файл, сохраненный в формате ASCII, иногда называется ASCII-файлом.

**BIM** – (англ. Building Information Modeling — информационное моделирование зданий) - подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (к управлению жизненным циклом объекта), который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми её взаимосвязями и зависимостями, когда здание и всё, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект.

**buildingSMART** **–** Международная некоммерческая организация, которая разрабатывает открытые стандарты обмена данными в области архитектурно-строительного проектирования. В нее входят разработчики программного обеспечения, поставщики строительных конструкций, крупные строительные и архитектурные организации – все, кого интересует развитие универсальных и открытых стандартов в строительной области. Основной объект, над которым buildingSMART работает, - это BIM. Альянс buildingSMART разрабатывает отраслевой стандарт BIM и библиотеку классов для программного доступа к соответствующим инструментам.

**EXPRESS –** язык, назначением которого является формальное описание концептуальных схем. Этот язык описывает модель мира на концептуальном уровне: позволяет задать, какие объекты существуют в мире, какими наборами свойств обладают эти объекты, каким условиям должны удовлетворять

**IFC** – (англ. Industry Foundation Classes – базовые промышленные классы) – нейтральный, открытый, объектно-ориентированный формат файлов, разработанный и поддерживаемый входящей в IAI организацией buildingSMART для обеспечения интероперабельности в проектно-строительной индустрии и наиболее популярный в информационном моделировании зданий (BIM).

**IAI** – (англ. International Alliance for Interoperability – Международный альянс по интероперабельности) – международная организация(подразделение ISO), основанная в 1995 году и объединившая специалистов строительства и создателей программ из 21 страны, занимается разработкой стандартов по Интероперабельности.

**STEP** - (англ. STandard for Exchange of Product model data — стандарт обмена данными модели изделия) - совокупность стандартов ISO 10303 используемая в САПР. Позволяет описать весь жизненный цикл изделия, включая технологию изготовления и контроль качества продукции.

**CALS –** (англ. Continuous Acquisition and Lifestyle Support – Непрерывное приобретение и поддержка жизненного цикла).

**SDAI** – (англ. Standard Data Access Interface — стандартный интерфейс доступа к данным) - это несколько томов стандарта STEP, относящихся к методам реализации в виде базы данных.

**СПИСОК ТЕРМИНОВ**

**Сущность** **(Entity)** - отражение некоторого класса объектов в конкретной концептуальной схеме; класс информации, характеризующийся общими свойствами. Сущность отражает некоторые свойства, существенные с точки зрения той концептуальной схемы, в которой эта сущность определена. Сущность не обязательно отражает все те свойства, которыми обладают объекты соответствующего класса.

**Экземпляр (Instance)** - идентифицируемое значение, т.е. информационный объект, обладающий набором конкретных значений и доступный непосредственно для чтения и модификации.

**Атрибут сущности** **(atribute)** - свойство соответствующего класса объектов реального мира, которым объекты, соответствующие данной сущности, обладают с точки зрения той концептуальной схемы, в которой сущность определена.

**Параметр -** значение свойства объекта реального мира, отраженное в экземпляре сущности, который отражает данный объект, т.е. значение атрибута сущности экземпляра сущности.

**Интероперабельность (interoperability) -**  понятие, определяющее возможность пользователям программ (например, работающих в технологии BIM) беспрепятственного переноса своих проектных данных или объектов из одной независимой программы в другие в течение всего срока жизни проекта. Это позволяет, в частности, проектировщикам и строителям сводить воедино свои концепции строительства.

**SDAI сессия -** набор операций на наборе данных; объект “сессия” обеспечивает приложению доступ к внутреннему состоянию реализации SDAI.

**SDAI модель –** ассоциация, в которую объединены находящиеся в репозитории экземпляры сущностей.

**SDAI репозиторий -** это коллекции SDAI моделей, на физическом уровне представленные как базы данных.

**SDAI схема (schema) -**

**AdvancedBrep** описать не определением а подпунктом

**SweptSolid** описать не определением а подпунктом

**САПР**