**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:***

**«Система обработки BIM-моделей в формате ISO 16739 IFC»**

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](#_Toc485333375)

[ВВЕДЕНИЕ 5](#_Toc485333376)

[1. ПРЕДПРОЕКТНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ 8](#_Toc485333377)

[1.1. Исследование аналогов, проектных решений и методического обеспечения 8](#_Toc485333378)

[1.2. Целевое обследование объекта автоматизации 9](#_Toc485333379)

[1.3. Анализ состояния, проблемы и пути её решения 10](#_Toc485333380)

[2. КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ 11](#_Toc485333381)

[2.1. Выбор общесистемной методологии проектирования. 11](#_Toc485333382)

[2.2. Выбор системы аналогов и выделение системы из среды. 12](#_Toc485333383)

[2.3. Выбор CASE (cad aided software engineering) средства проектирования. 13](#_Toc485333384)

[2.4. Разработка архитектуры и состава системы. 14](#_Toc485333385)

[2.5. Разработка укрупненной функциональной структуры системы. 15](#_Toc485333386)

[2.6. Выбор критерия оценки системы и оценка вариантов. 16](#_Toc485333387)

[3. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ 17](#_Toc485333388)

[4. СТРУКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ 18](#_Toc485333389)

[5. РАБОЧЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ 19](#_Toc485333390)

[6. АПРОБИРОВАНИЕ 20](#_Toc485333391)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 21](#_Toc485333392)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 22](#_Toc485333393)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 23](#_Toc485333394)

[ПРИЛОЖЕНИЕ Б 24](#_Toc485333395)

**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 строительства. ссылка на талапова

В современных условиях стало невозможно обрабатывать хлынувший на проектировщиков огромный и неуклонно возрастающий потом информации, предваряющий и сопровождающий само проектирование, прежними средствами. Таким образом, появилась технология – информационное моделирование зданий (BIM), ориентированная на комплексную работу специалистов и делающая глобальный подход к проектированию доступным. В настоящий момент данная технология признана во всем мире и получает все более широкое распространение. Например, в ряде европейских стран обязанность использования специалистами BIM установлена на государственном уровне; так, Великобритания после введения закона об обязательном использовании информационного моделирования зданий по данным за такой-то год сэкономила столько-то миллионов фунтов.

Подход информационного моделирования зданий подразумевает представление всего проекта строительства в виде единой модели, все данные которой связаны между собой. Специалисты, работающие над проектом, имеют возможность просматривать модель с применением определенного фильтра, отображающего только ту информацию, которая необходима данному конкретному специалисту. Но в настоящий данный момент работа над всем проектом в одном программном продукте не всегда является возможной, отчего возникает необходимость ГЛАГОЛ(передачи данных/что то еще) модели без потери данных +качество передачи при её открытии в другом программном продукте – проблема интероперабельности.

Наибольшее распространение в сфере информационного моделирования зданий, благодаря своей открытости и универсальности, получил формат IFC, принадлежащий и активно развиваемый ведущей компанией в сфере BIM – buildingSmart. Но, несмотря на многолетний опыт и интенсивность использования данного формата во всем мире, он все еще имеет множество уязвимостей в области качества и интероперабельности данных. [ссылка на статью китайца]

IFC поддерживает девять различных геометрических представлений объектов внутри модели, но на настоящий момент большинство инженерных продуктов CAD/CAM/CAE, продуктов по прочностном расчету конструкций в основном обеспечивают поддержку(поддерживают) только самому распространенному из них – граничному представлению (boundary representation, сокращенно – BRep). В связи с тем, что при экспорте моделей в файл формата IFC из программных продуктов для реализации BIM-технологии (Revit, Revit Architecture, еще чтонить) объекты имеют геометрическое представление отличное от граничного, при попытке открытия данного IFC файла высока вероятность возникновения конфликта между внутренним обработчиком системы, в которой происходит попытка открытия модели, и геометрическим представлением модели, которое не поддерживается данной системой.

Для решения данной проблемы интероперабельности вместо написания дополнительного модуля обработки всех существующих видов геометрического представления в отдельности для каждой системы целесообразно разработать программный продукт, позволяющий реализовать граничное представление модели из информации, полученной путем обработки уже существующего геометрического представления объекта.

Таким образом, целью выпускной квалификационной работы является разработка программного обеспечения, преобразовывающего геометрическую информацию, хранящуюся в IFC-файле в граничное представление объекта.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

* Разработка модуля который читает ифс (интерпретера),
* анализ существующих геом представлений и какие проги в чем грешны,
* разработка алгоритмов перевода информации между разл. Геом. Представлениями
* проектирование и реалмадрид программного продукта который конвертирует все в бреп
* выбор средства реализации
* разработка руководства пользователя

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

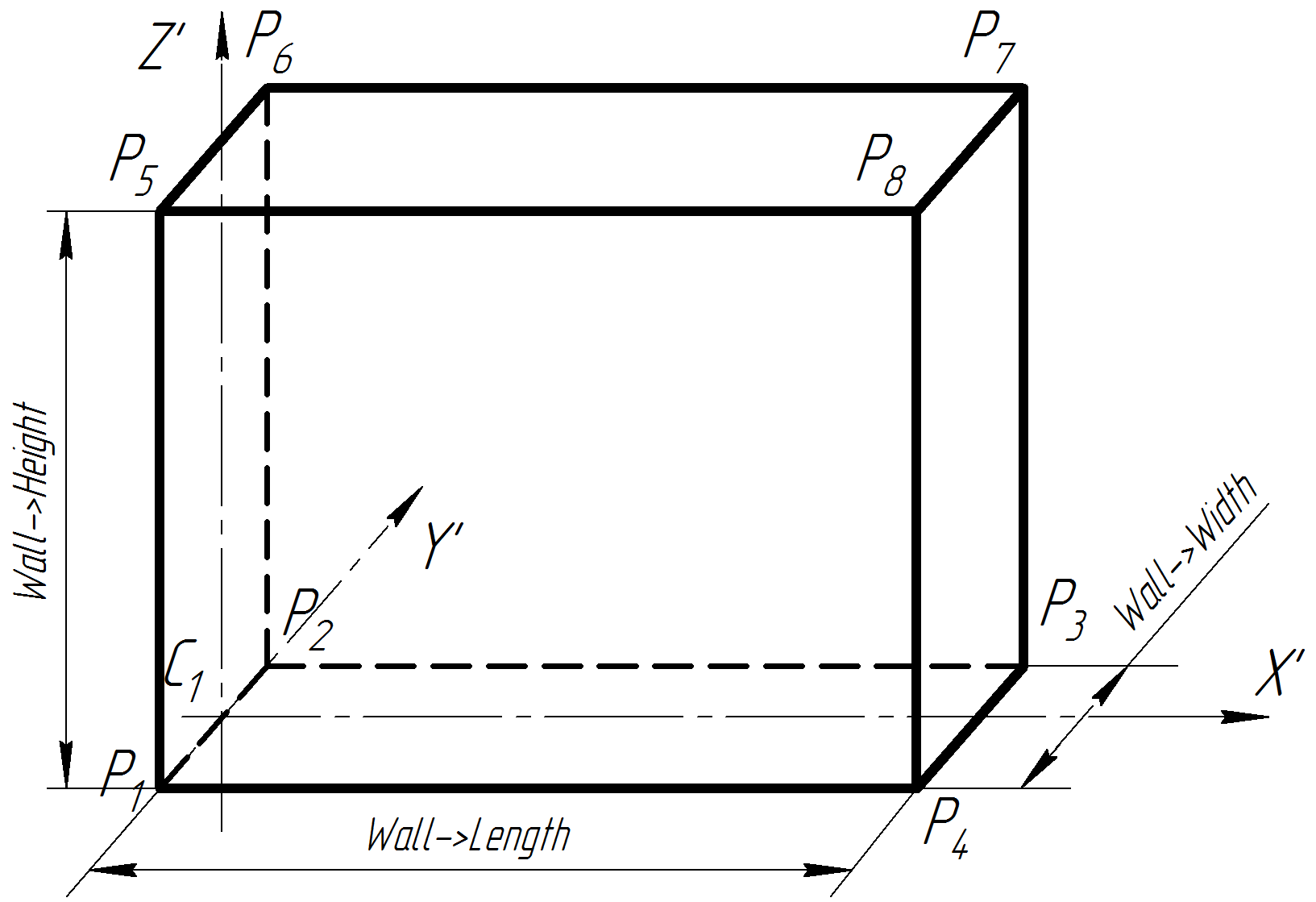
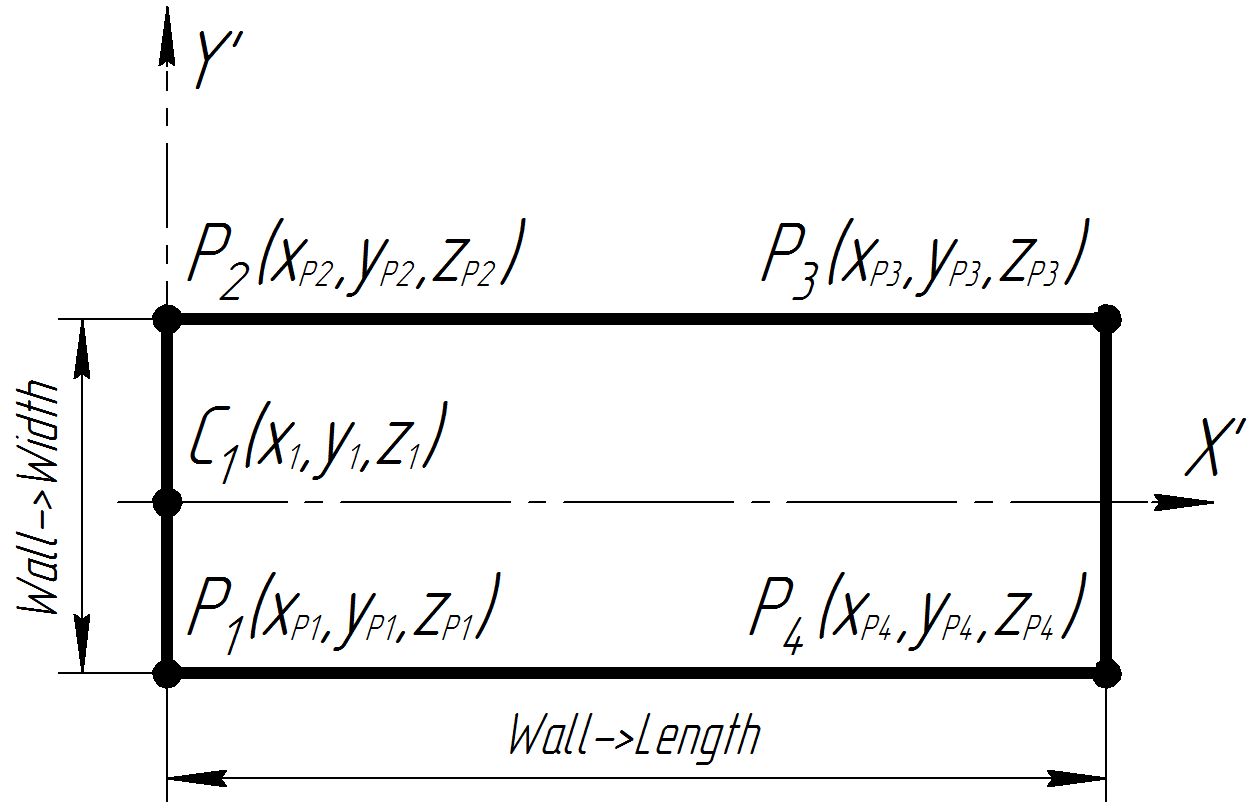
# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

## Алгоритм реализации граничного представления тела заметания



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**

**Тело заметания**