Техническое задание

на разработку системы акустического моделирования  
пассажирского вагона железнодорожного подвижного состава

Версия 2 от 04.06.15

Оглавление

[Состав системы 3](#_Toc421186027)

[Акустическая модель 3](#_Toc421186028)

[Материалы, обеспечивающие снижение шума 3](#_Toc421186029)

[Графический редактор 4](#_Toc421186030)

[Подсистема 2d 4](#_Toc421186031)

[Назначение 4](#_Toc421186032)

[Единицы измерения и системы координат 4](#_Toc421186033)

[Примитивы 4](#_Toc421186034)

[Инструменты 5](#_Toc421186035)

[Возможности 6](#_Toc421186036)

[Просмотр изображения 7](#_Toc421186037)

[Импорт и экспорт изображения 7](#_Toc421186038)

[Подсистема 3d 7](#_Toc421186039)

[База данных 8](#_Toc421186040)

[Модуль расчета шума 8](#_Toc421186041)

[Графическое отображение карты шума 9](#_Toc421186042)

## Состав системы

В системе четыре основных компоненты:

* графический редактор, ориентированный на создание и редактирование пространственных моделейдеталей вагона, и вагона в целом;
* база данных материалов, из которых строится вагон, в том числе снижающих шум и вибрации;
* модуль расчета шума в пассажирском вагоне;
* подсистема графического отображения карты шума в пассажирском вагоне.

Акустический расчет выполняется по математической модели вагона, по выбранной (заданной) методике (математическому методу). Элементы 3d-модели ассоциируются с записями базы данных, хранящей существенные для акустических расчетов сведения (характеристики материалов, стандартные для вагона источники шума, и др.).

## Акустическая модель

На этапе разработки системы используется следующая акустическая модель:

шум возникает в результате взаимодействия колесо-рельс;

на уровень шума (удельную звуковую мощность*WA*, Вт/м) в наибольшей мере влияют

* скорость движения поезда V;
* инерционные характеристики колеса;
* поглощающие характеристики колеса и рельса;
* шероховатость рельса.

Уровень шума в дБ на поверхности рельса оценивается по формуле с эмпирическими коэффициентами:



При отсутствии препятствий уровень шума на расстоянии d от рельса оценивается по формуле (см. ГОСТ Р 54933-2012):

,

где*l* - длина вагона

Задача акустического моделирования пассажирского вагона заключается в расчете значения Lpв каждой точке вагона.

*Замечание*. Акустическая модель уточняется по мере продвижения проекта.

## Материалы, обеспечивающие снижение шума

Снижение шума обеспечивается за счет использования на пути распространения звука

вибропоглощающих материалов (гашение вибраций);

шумоизоляционных материалов(отражение звуковых волн);

звукопоглощающих материалов (поглощение звуковых волн).

На этапе разработки рассматриваются только звукопоглощающие, например, бипласт, битопласт или изотон.

Материалы и их характеристики описываются в базе данных.

## Графический редактор

Содержит инструменты, необходимые для создания и редактирования графического образа пассажирского вагона.

Изначально создается 2d-чертеж вагона, на основании которого создается его 3d-представление.

### Подсистема 2d

### Назначение

Построение чертежей вагона, необходимых для генерации 3d-модели вагона и выполнения акустических расчетов (вертикальные и горизонтальные разрезы изделия).

### Единицы измерения и системы координат

Единицы измерения - метры. Размеры на чертеже отвечают реальным размерам изделия.

*Система координат видового порта*. Начало этой системы координат находится в нижнем левом углу видового порта.

*Система координат чертежа*. Является глобальной системой координат.

*Система координат объекта*. Начало координат зависит от типа объекта. Например, в случае линии начало координат находится в первой ее вершине, в случае эллипса - в его центре. Поворот объекта совершается всегда вокруг начала его системы координат.

### Примитивы

Подсистема оперирует следующими примитивами:

*Линия*- отрезок прямой, создаваемый по двум вершинам. Свойства: координаты вершин, толщина.

*Прямоугольник*- создается по координатам центра,ширине и высоте. Замкнут. Можно редактировать расположение центра и размеры растягиванием за 1 из сторон

*Полилиния*. Свойства: координаты вершин, толщина. Является набором непрерывно переходящих друг в друга линий и кривых Безье 2 и 3 порядков. Может быть замкнутой.

*Эллипс*. Свойства: координаты центра, размеры по главным осям, толщина, ширина и цвет. Замкнут. После преобразования в полилинию и удаления части сегментов получаем эллиптическую дугу.

*Дуга*. Часть окружности. Может быть замкнута линией.

*Текст*. Свойства: координаты базовой точки, текст, размер, угол поворота.

*Составной (compound)* –примитив-контейнер. Свойства: координаты базовой точки, список примитивов-членов. Каждый примитив (в том числе и составной) может входить не более чем в 1 составной.

Каждый примитив имеет следующие свойства:

1. Имя
2. Толщина - если примитив соответствует детали, сделанной из листового материала – толщина листа. Это свойство может быть существенно при акустическом расчёте. Если соответствующий примитив замкнут и заполнен – не имеет значения. Не влияет на толщину примитива при отображении (предполагается, что эта величина существенно меньше любых других размеров/измерений примитива).
3. Заполнение – для всех примитивов, которые можно замкнуть – означает, что они сделаны из сплошного куска материала. Обозначается штриховкой или иным заполнением по образцу.
4. Координаты базовой точки – указываются в системе координат чертежа. Координаты базовой точки и прочих точек, участвующих в построении примитива, указываются в локальной системе координат примитива.
5. Координаты примитива - это координаты базовой точки примитива в системе координат чертежа.
6. Угол поворота примитива (в градусах) задается относительно базовой точки, координаты которой по умолчанию совпадают с началом локальной системы координат примитива.
7. ID – поле для идентификации примитива внутри программы. Для каждого объекта уникально.
8. MaterialID – идентификатор материала в базе данных материалов, из которого изготовлен компонент изделия, представленный в чертеже примитивом.
9. Цвет примитива. При отображении задаётся либо материалом, связанным с примитивом, либо текущими установками приложения. В первом случае цвет берется получается из базы материалов.
10. Всякий примитив, за исключением составного, можно преобразовать в полилинию. Обратное преобразование возможно лишь при выполнении команды Undo.

Координаты базовой точки, название и прочие свойства отображаются и могут быть изменены в окне редактирования свойств примитива.

### Инструменты

Подсистема содержит следующие инструменты:

* Создание нового примитива.
* Выбор материала из БД.
* Преобразование в полилинию.
* Замыкание.
* Заполнение и нанесение штриховки.
* Выбор группы объектов.
* Редактирование примитива на подуровнях Вершина (Vertex) и Сегмент (Segment) с инструментами "Перемещение, Поворот, Выбор, Удаление выбранных компонентов примитива, Отмена действий".
* Перемещение.
* Поворот.
* Копирование.
* Отмена действий (Undo).
* Редактирование свойств примитива.

Большинство инструментов поддерживаются функциональными клавишами.

### Возможности

Реализован механизм **объектной привязки**

* к вершине;
* к середине отрезка;
* к центру круга, дуги
* перпендикуляр;
* касательная.

Подсистема обеспечивает:

* отображение свойств примитивов в окне свойств;
* редактирование свойств примитивов.

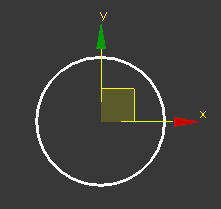
Подсистема позволяет выполнять выбор примитива и группы примитивов.

Над выбранными объектами выполняются следующие преобразования:

* аффинные преобразования координат (перемещение, поворот, зеркальное отражение) объекта;
* перемещение вершин объекта;
* копирование;
* удаление.

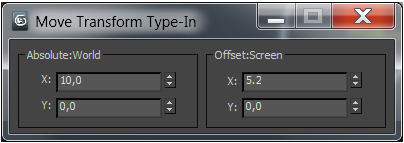
*Выполнение сдвига (перемещения)*:

1. После выбора объекта выполняется его подсветка.
2. После выбора операции сдвига отображаются направляющие осей локальной системы координат объекта (рис. 2).



*Рис. 2. Перемещение окружности*

1. Перемещение по оси Х (Y) может быть выполнено в результате захвата мышкой Х-направляющей (Y-направляющей) и последующего перемещения мышкивдоль оси Х (Y).
2. Произвольное перемещение выполняется в результате захвата мышкой верхней правой вершины показанного на рис. 2квадрата и произвольного перемещения мышки.
3. Имеется возможность точного указания параметров перемещения. Для этих целей используется показанный на рис. 3 диалог.



*Рис. 3. Управление параметрами перемещением объекта*

Имеется возможность *отмены* ранее введенных действий в том числе и с использованием стандартного сочетания клавиш Ctrl+Z.

Подсистема обеспечивает *связь элементов чертежа с базой данных приложения*.

Подсистема обеспечивает

* сохранение созданного чертежа в виде файла;
* загрузку чертежа из ранее сохраненного файла;
* сохранение выбранного набора примитивов в виде файла;
* вставку из файла в текущий чертеж всех примитивов.

Подсистема позволяет получить по 2d-чертежам вагона его 3d-представление.

Все операции поддерживаются иконическим интерфейсом и стандартным меню. Параметры выполняемой операции задаются в командном окне (например, по аналогии с 3ds Max).

### Просмотр изображения

Имеются возможности масштабирования и панорамирования. Возможен просмотр чертежей сечений вагона в 4-х видовых портах.

### Импорт и экспорт изображения

Имеются возможность импортировать 2d-изображение и xml-файла. Формат экспорта 2d-изображения уточняется в процессе разработки приложения.

### Подсистема 3d

Используется математическая 3d-модель вагона, которая строится по 2d-примитивам.

3d-изображение может быть выведено в виде

* каркасной модели;
* в виде тонированной (реалистичной) модели с цветом, заданным по умолчанию.

При выводе тонированной модели используется заданный по умолчанию источник белого света.

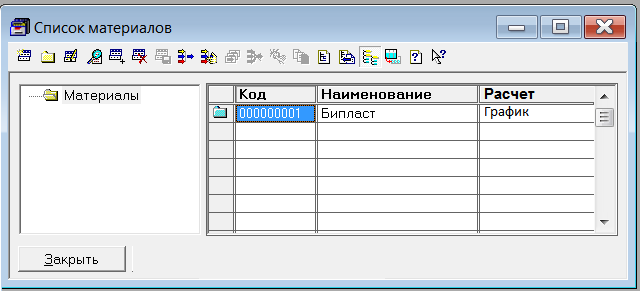
В 3d-модели можно выполнить сечение плоскостью.

3d-модель позволяет вывести *растровую* карту цветов шума в заданном сечении модели.

## База данных

В начальной версии создается база данных материалов, применяемых в конструкции вагона.

В базу заносятся характеристики материала, используемые при расчете шума и вибраций (рис. 4).



*Рис. 4. Элемент базы данных Материалы*

Связь элемента базы данных с элементом чертежа устанавливается в процессе создания чертежа и осуществляется по его коду (см. рис. 4).

Поля таблицы базы данных Материалы:

* Код (MaterialID), уникальное значение для каждого материала.
* Наименование - строка до 80 символов.
* Расчет - набор полей, существенных для акустического расчёта и характеризующих материл. Будет уточняться по мере развития проекта, вместе с математической моделью.
* RGBA-компоненты цвета материала, используемого при отображении материала в рисунке.
* Параметры штриховки, используемой при отображении материала в рисунке.

СУБД позволяет выполнять:

* добавление,
* редактирование,
* копирование,
* проставлять пометку удаления
* удалять помеченные для удаления записи,
* сортировать по Наименованию и Коду,
* отбирать по части наименования,
* искать по подстроке.

## Модуль расчета шума

Расчет шума запускается из 3d-компоненты графического редактора. Методика расчета уточняется в процессе разработки приложения. Геометрические, шумоизоляционные и вибропоглащающие характеристики вагона и его компонентов определяются по 3d-модели вагона. Геометрические размеры берутся непосредственно из модели, а шумоизоляционные и вибропоглащающие характеристики материалов - из базы данных приложения. Связь между элементом конструкции вагона и записью базы данных устанавливается в процессе создания чертежа.

## Графическое отображение карты шума

Представляется в виде растровой карты в произвольном вертикальном или горизонтальном сечении вагона (рис. 6).

D:\Dropbox\Dropbox\apich\ИНСТИТУТ\curr\нир\Безымянный.png

*Рис. 6. Растровая карта шума*

В правом углу растровой карты задается цветовая шкала, отображающая зависимость цвет - уровень шума в дБ.

Растровая карта связаны с числовыми результатами расчета - при наведении мышки на точку растровой карты отображается соответствующее числовое значение уровня шума в дБ.