

# BSM Спецификация формата описания расчетных моделей

Версия 1.12      14.08.2019

## Назначение

Формат **BSM** (BIM Simulation Model, расчетные модели для информационного моделирования зданий и сооружений) предназначен для описания различных цифровых расчетных моделей для выполнения имитационного моделирования различных механических и мультфизических воздействия и явлений в зданиях и сооружениях. Такие цифровые имитационные модели не удобно описывать в распространенных открытых форматах обмена цифровых информационных моделей, таких как IFC, COBIE и т.п., что ограничивает интероперабельность использования расчетных программных комплексов при информационном моделировании.

Формат BSM предназначен для описания следующих распространенных видов расчетных моделей и видов расчета для строительных объектов:

- статические и динамические расчеты конструкций зданий и сооружений
- теплотехнические расчеты
- различные мультифизические линейные и нелинейные расчеты
- расчеты движения людских потоков
- расчеты динамики опасных факторов пожара
- вычислительная гидродинамика
- вычислительная химия
- другие подобные задачи

Структуры данных в формате **BSM** ориентированы на компактное описание расчетных моделей для распространенных методов расчета:

- метод конечных элементов
- полевой метод
- другие подобные численные методы

В формате заданы типы объектов, предназначенные для описания следующих практических задач:

- описание конечно-элементных моделей, полевых моделей и других подобных моделей с дискретизированным пространством и временем
- описание концептуальных и прототипных моделей, с непрерывным континуальным пространством и временем
- описание параметров дискретизации концептуальных моделей в конечно-элементные модели
- описание групп конечно-элементных моделей по какому либо признаку - по степени дискретизации, по использованию различных решателей и т.п.
- описание сравнительных метрик для возможности оценки сходимости моделирования по степени дискретизации при конечно-элементного разбиений и по шагу времени, при использовании различных решателей.

- описание эталонных и контрольных значений результатов моделирования, для оценки точности методов численного расчета при их верификации

- описание результатов экспериментальных измерений, для оценки неопределенности методов расчета при их валидации

Формат **BSM** является прикладным форматом для описания данных для мультифизического моделирования преимущественно конечно-элементными методами. Формат BSM для описания структур данных использует формат представления **KAML**, который в свою очередь в качестве базового формата представления может использовать текстовый формат, JSON, реляционные базы данных и другие форматы.

Поэтому в зависимости от решаемых задач, цифровые модели в формате **BSM** могут быть представлены в различных видах базового представления.

В файлах BSM задаются описания различных типов расчетных моделей, применяемых в информационном моделировании зданий и сооружений - концептуальных, геометрических, конечно элементных и т.п.

Данная редакция спецификации формата в первую очередь ориентирована на конечно-элементные модели для статических расчетов конструкций и задач мультифизики в твердых телах, но также могут быть описаны задачи вычислительной гидродинамики, динамики опасных факторов пожара и движения людских потоков при эвакуации, и другие подобные задачи.

Файлы предназначены:

1. Для наглядного отображения расчетных моделей в программах просмотра
2. Для федерирования расчетных моделей вместе с информационными моделями в BIM программах
3. Для включения двумерных и трехмерных изображений и моделей в отчетную документацию в файлы формата PDF, HTML и т.п.
4. Для обеспечения конечно-элементных разбиений, генерации сеток и т.п. задач подготовки препроцессорами исходных данных для решателей
5. Для описания контрольных (эталонных) примеров для валидации и верификации
6. Для описания деформированных схем моделей

Файлы формата BSM могут содержать описание только одной конкретной модели или описывать группу моделей, характеристики которых определяются набором параметров.

## Лицензирование

Формат BSM разработан ООО "Ситис" в 2018 году для обмена информацией между расчетными программными комплексами.

Формат является открытым и свободным для любого использования любыми заинтересованными лицами

## Спецификация формата

Данный документ является краткой спецификацией формата BSM с использованием языка разметки для представления данных KAML, и содержит основные понятия и комментарии.

Язык KAML-S описания схем данных, использующийся в данном документе для описания структур данных, приведен в приложении А документа с спецификацией формата KAML.

Для более полного понимания структуры данных рекомендуется ознакомиться с какими-либо примерами моделей в формате BSM для интересующих прикладных задач

Предполагается, что инструкции файла используют значения настроек стилей, масштабных коэффициентов и т.п. общие для нескольких файлов моделей настройки, которые находятся в файле styles.bsm.txt, который находится в той же папке, что и файл BSM.

Данные о физических свойствах и сечениях, общие для нескольких моделей, находятся в файле mat.bsm.txt

При начале разбора файла SMD назначаются материалы и стили по умолчанию программы-обработчика, потом идет переопределение данными из файлов styles.bsm.txt, и mat.bsm.txt, sec.bsm.txt prop.bsm.txt, потом переопределяются инструкциями в самом файле BSM

## Общие параметры

### Название модели

```
$MODEL (100) := "имяМодели" // Описание модели  
// добавочные строки описания модели
```

### Тип модели

```
$MTYPE (105) := N T
```

N - номер группы классификации и T - тип модели по данной классификации

Группы от 1 до 1000 – стандартные группы, заданные в данной спецификации. Группы с номерами более 1000 – нестандартные группы. Их значение определяется конкретным обработчиком модели.

### Стандартные группы классификации

10 – тип модели по уровню представления

- 100 геометрическая модель
- 200 концептуальная модель
- 300 расчетная модель

21 – размерность пространства

- 100 – 1D
- 200 – 2D
  - 210 XY
  - 220 XZ
  - 230 YZ
- 300 – 3D

22-размерность времени

- 0 – нет времени
- 1 – есть время

30 – тип модели по уровню детализации

- 500 прототипная модель
- 900 дискредитированная (конечно-элементная) модель

40 – тип модели по представляемому физическому явлению

- 100 – мультифизика

200 – строительная механика  
210 – строительная механика, статика  
220 – строительная механика, динамика  
300-гидродинамика  
400-гидродинамика с моделями горения  
500-движение людских потоков

50 – тип модели по информации  
110-недеформированная схема  
120-деформированная схема  
130-деформированная схема другой модели (заданной в LMOD мира модели)

## Мир

### Мир модели

**Задание положения системы координат модели относительно глобальных (географических и геодезических) систем координат и систем координат других моделей**

**\$WORLD (110) :=** ТипМировыхКоординат списокПараметров

ТипМировыхКоординат::

GGEO(110) Параметры: TG N W Z A - TG – тип геоида, N W географические координаты в градусах, N-широта, W-широта Z-высота над геоидом A-угол поворота оси Y модели относительно севера. Ось Z модели направлена вверх

LGEO(120) MSK ZONE X Y Z A - геодезические координаты в местной системе геодезических координат MSK-тип системы ZONE номер зоны X Y координаты Z-высота A-угол поворота оси Y модели относительно севера. Ось Z модели направлена вверх

LMOD(131) X Y Z A B C {name} - координаты относительно другой модели, name – имя модели, X Y Z – координаты A B C – углы поворота

LMM(132) m11 m12 .. m33 {name} - координаты относительно другой модели, name – имя модели, m11.. – коэффициенты матрицы преобразования 3x3

LMMA(133) m11 m12 .. m44 {name} - координаты относительно другой модели, name – имя модели, m11.. – коэффициенты матрицы аффинного преобразования 4x4

GTIME(210) T - календарное время, соответствующее началу модельного времени

LTIME(220) T {name}- имя модели и время этой модели, соответствующее началу модельного времени

## Геометрия

### Точки

@POINT (120) := N X y z - номер точки и координаты в локальной системе координат.

### Полилинии и кривые

@PLINE (125) := N >СписокТочек {t=типЛинии}

&

типЛинии

1 или pline – полилиния, набор прямых отрезков (по умолчанию)

2 или spline – кривая, сплайн через заданные точки, количество точек не менее 3, иначе - полилиния

3 или cspline – кривая, кубический сплайн через заданные точки, количество точек не менее 4, иначе - сплайн

### **Замкнутые\_линии**

@LINELOOP (127) := N ТипНаправления >СписокЛиний

ТипНаправления:: - код направления линии. 1-от первой точки к последней 2- от последней к первой

### **Плоские элементы поверхностей**

@PSURF (130) := N >СписокЗамкнутыхЛиний

- первая замкнутая линия задает внешний контур, последующие замкнутые линии задают отверстия.

### **Элементарные тела**

@EBODY (135) := N >списокПлоскихЭлементовПоверхности

### **Жесткие точки**

@HPOINT (140) := N >точка принадлежность >объект

Принадлежность – код, указывающий элементу какого типа принадлежит эта точка (125-PLINE, 127-LINELOOP 130-PSURF 135-EBODY)

Объект – номер объекта соответствующего типа

### **Внутренние поверхности в телах**

(поверхности, которые используются для триангуляции для МКЭ, не показываются при графическом отображении.)

@ISURF (145) := N >НомерТела >списокПоверхностей

### **Расчетный домен**

#### **Домен**

\$MDOMAIN (150) := размерность типДомена параметрыДомена

Размерность:: X(1), Y(2), Z(3), T(4) – время

ТипДомена::

0 – размерность отсутствуют

1 – неограничено

2 – интервал : параметрыДомена – началоИнтервала КонецИнтервала

### **Описание задач моделирования и постобработки**

#### **Задачи**

Перечень задач и подзадач для которых возможно использование данной модели (то есть для которых в модели присутствуют данные). Данный признак могут проверять обработчики и конвейеры обработки.

\$TASK (152) := задача подзадача

задачи:

101 – 199 имитационные расчеты

101 "статический расчет конструкций" // дискретизируются расчетные объекты

201-299 - постобработка и нормативные проверки

301-399 визуализация (дискретизируются объекты для визуализации)

301 – "визуализация" // дискретизируются объекты для визуализации

### **Моно модели**

@**FEMODEL (153)** := N Задача > список Дискретов

Обработчики для каждой заданной модели создают в контейнере отдельные папки с именем «FM-N», где N – номер моно модели.

В папке моно модели кроме файлов с численной информацией будет располагаться файл \_name.txt, в первой строчке которого будет номер модели, во второй – номер задачи, в третьей название модели, в четвертой - комментарий

Пятой – список препроцессоров

Шестой-решатель

Седьмой – список постпроцессоров обработки (чистки) результатов расчета, например расчет комбинаций усилий и т.п.. Сюда не пишутся постпроцессоры, которые делают какой-либо анализ для составления отчетов и т.п. задач, не добавляющих новые данные в контейнер модели.

Пример

@FEMODEL

1 100 1 "Грубая сетка"

2 100 2 "средняя сетка"

3 100 3 4 «мелкая сетка» // описание – в углах сгущение в 2 раза

Обработчиком в контейнере проекта будет создано три папки с конечно-элементными (моно моделями) FM-1, FM-2, FM-3

### **Дискретизация**

#### **Дискретизация**

@**DISCRET (155)** := N тип Дискрета параметры Дискретизации

Тип Дискрета

11 - пространство. максРазмерЭлемента: . максРазмерЭлемента

12 - пространство. максимальный размер элементов рядом с точками: максРазмерЭлемента

> список Точек

21 - время. постоянный шаг: Параметр - шагВремени

22 - время. переменный шаг. задается для периодов: Параметры - шагВремени, началоПериода

### **Решатели**

@**SOLVER (160)** := N Задача Подзадача {s=решатель c=обозначениеКонтейнераРезультатов }

### **События**

@**EVENT (165)** := N тип События времяНачала продолжительность

Типы событий

0 – произвольное событие.

MEVENE(1) – событие по моменту времени (продолжительность = 0, если указана то не рассматривается)

REVENT (2) – событие по периоду времени

LEVENT (3) – состояние. Логическое событие, не зависящее от времени. Например - загрузка

## Деформации

### Смещения точек

\$DDPOINT (170) >НомерСобытия := >Точка X y z

- номер точки и смещения в локальной глобальной? системе координат.

### Повороты точек

\$DPAPOINT (175) >НомерСобытия := >Точка X y z

- номер точки и углы поворота в глобальной системе координат.

### Формы и частоты колебаний

@DFORM (180) := N ТипФормы ЧастотаКолебания >Событие

ТипФормы:: 1-гармоническое колебание

### Форма гармонического колебания

\$DFPOINT (185) >номерФормы := >Точка X y z

- номер точки и смещения в локальной системе координат.

## Объекты модели

### Тела

@SBODY (190) := N номерМатериала номерСвойства списокЭлементарныхТел

### Оболочки

@SHELL (195) := N номерСечения НомерМатериала номерСвойства списокЭлементовПоверхности

### Стержни

@BAR (200) := N номерСечения номерМатериала номерСвойства линияОриентации списокЛиний

## Элементы постобработки модели

@POST (220) := N задача >типОбъекта объект

типОбъекта - номер типа ( т.е. массива) объекта, например

195 SHELL

190 SBODY

135 PSURF

130 LINELOOP

## Элементы визуализации

@VISION (230) := N >типОбъекта объект

типОбъекта - номер типа ( т.е. массива) объекта, например

## Координационные объекты топологии и структуры модели

### **Координационные оси и уровни**

@CAXIS (250) := N типОси X Y Z x y z d

ТипОси::

- 11- горизонтальная ось, параллельная оси Y;
- 12-горизонтальная ось, параллельная X;
- 13-уровень Z;
- 21- горизонтальная ось через точки X Y и x y;
- 22- ось через точку X Y в направлении вектора x y;
- 31- горизонтальная ось через точки X Y с отклонением на угол d (в градусах) от направления на x Y;
- 32- ось через точку X Y с отклонением на угол d от направления вектора x y;
- 41 и 42 – то же что 51 и 52, но угол задается в радианах
- 51 горизонтальная цилиндрическая ось. Центр в X Y, радиус x
- 52 горизонтальная цилиндрическая ось. Центр в X Y, проходит через точку X+x Y+y
- 53 горизонтальная цилиндрическая ось. Центр в X Y, проходит через точку x y

### **Набор координационных осей**

@CAXISSET (255) := N >списокКоординационныхОсей

### **Координационные системы**

@CAXISSYS (260) := N >списокНаборовОсей

### **Зоны**

Для зон должны быть определены методы вычисления свойств – объем, площадь зоны. Как правило площадь зоны – это площадь основания. Основанием не всегда является нижняя грань зоны. Например, площадью мансарды по правилу подсчёта площадей в строительных нормах называется площадь внутри зоны мансарды, где высота более 70 см.

@ZONE (265) := N типЗоны списокПараметров

типЗоны:: 10-плоская горизонтальная зона.

Параметры: >горизонтальнаяЗамкнутаяЛинияОснования

типЗоны:: 21-призматическая ортогональная зона с горизонтальным основанием.

Параметры: >горизонтальнаяЗамкнутаяЛинияОснования высота

типЗоны:: 22- коробка - ортогональная прямоугольная призма, параллельная осям координат, с горизонтальным основанием.

Параметры: X1 X2 Y1 Y2 Z1 Z2

типЗоны:: 23- произвольный объем с горизонтальным основанием.

Параметры: >горизонтальнаяЗамкнутаяЛинияОснования >СписокЭлементарныхТел

### **Этажи**



@STOREY (270) := N >СписокЗон

## Группы

@GROUP (275) := N типГруппы списокПараметров

типГруппы:: 11- перечень объектов одного типа: номерТипаМассива >списокОбъектов.

## Инструкции описания физических свойств

### Материалы

@MAT (300) := N >СтильОтображения { свойстваМатериала }

### Поперечное сечение элемента

@ELSEC (305) := N СтильОтображения { свойства }

### Свойства

@PROPERTY (320) представление := N СтильОтображения { свойства }

//представление – код варианта обработки для программы обработчика (перспектива)

## Инструкции описания визуального представления

### Стили отображения материалов

@MSTYLE (350) := N номер\_кисти\_материала номер\_кисти\_наружной\_поверхности  
номер\_кисти\_внутренней\_поверхности номер\_пера\_для\_ребер

### Общие стили

@CSTYLE (360) := N типСтиля параметрыСтиля

### Произвольный стиль типСтиля=0

Параметры стиля трактуются в зависимости от тип объекта, который сослался на стиль  
@CSTYLE (360) := N 0 .....

### Стили показа представления (перспектива) типСтиля=10

@CSTYLE (360) := N 10 типПредставления { свойства }

Тип представления::

- 1 – представление на экране монитора
- 2 – представление в документации

/// свойства (перспектива) 2D=1 или 0 – предстваление поских моделей в плоскости  
экрана/бумаги (1-да, 0-нет)

### Стили отображения сечений (перспектива) типСтиля=15

@CSTYLE (360) := N 15 ...

### Стили отображения свойств (перспектива) типСтиля=20

@CSTYLE (360) := N 20 ...

### Стили отображения осей и уровней

типСтиля=25

@CSTYLE (360) := N 25 ...

### **Кисти**

@BRUSH (365) := N тип параметры\_типа

Типы

1 – цвет. Параметры - RGBA

2- текстура. Параметр At-прозрачность Свойства { bm=файлТекстуры }

3- цвет и текстура. Параметры R G B A At Свойства { bmt=файлТекстуры }

Названия файлов текстур всегда относительные. Текстуры ищутся в папке настроек программы или в папке контейнера. При одинаковых именах приоритет имеет папка контейнера.

4-штриховка (перспектива).

### **Перья**

@PEN (370) := N типЛинии цветRGBA

### **Инструкции отображения**

#### **Разрезы и сечения модели (сечения**

@SCUT (380) := x y z nx ny nz N типСечения параметры

X y z – координаты точки, через которую проходит секущая плоскость.

Nx ny nz – вектор нормали секущей плоскости.

типСечения –

30-группа разрезов. Параметры – список номеров сечений типов 32, или 33, или 34

31-отсечение – плоскость отсекает часть модели по направлению нормали.

32-вырез – в модели вырезается слой шириной W по направлению нормали. Параметр - W

33-отрез – в модели остается слой шириной W по направлению нормали, остальное отсекается.

34-разрез – модель разрезается на 2 части, разрезанные части раздвигаются на расстояние W.

Плоскость сечения показывается парными прямоугольниками границ.

35-группа разрезов - Параметры - ширина разреза, шаг разрезов, количество шагов. По умолчанию 1 1 2 (три разреза шириной 1 – 2 шага через 1 единицу расстояния)

20-группа сечений. Параметры – список номеров сечений типов 21-22. Точка и вектор нормали никак не интерпретируются.

21 – сечение

22 – группа сечений. Параметры - шаг, количество шагов. По умолчанию 1 2 (три сечения – 2 шага через 1 единицу расстояния)

### **Загрузки**

#### **Параметры загрузки**

@LCASE (400) :=N обозначение тип коэфНадежности знакпеременность списокВзаимоисключения

#### **Отображение и Названия загрузений**

@LCASENAME (405) := N номерСтиля названиеЗагрузки

#### **Стили отображения нагрузок**

@LSTYLE (410) := N перо кисть bx by bz

bx by bz - величина смещения при отображении нагрузок при «взрыв-схеме», в единицах силы (т.е. следует учитывать масштабный коэффициент) . По умолчанию 0 0 0

#### **масштаб отображения нагрузок**

(некоторый коэффициент, вводящий соотношение единицы силы или массы и единицы длины при графическом отображении. По умолчанию 1.0 1.0)

@LSCALE (415) := N Числитель знаменатель

#### **Статика и динамика конструкций**

(параметров для динамики пока нет, это перспектива)

#### **Нагрузки**

(В данной версии спецификации все нагрузки показываются одним предопределенном стилем)

#### **Узловые нагрузки**

@NLOAD (420) := N номер\_загружения номер\_точки Px Py Pz название\_нагрузки

#### **Узловые моменты**

@MLOAD (425) := N номер\_загружения номер\_точки Mx My Mz название\_нагрузки

#### **Узловые массы**

@NMASS (430) := N номер\_загружения номер\_точки M название\_нагрузки // масса M направлена во всех направлениях, момент инерции при вращении равен нулю

#### **Узловые направленные массы**

@NDMASS (435) := N номер\_загружения номер\_точки Mx My Mz uMx uMy uMz  
// Mx My Mz - массы, направленные вдоль глобальных осей, uMx uMy uMz - моменты инерции вращения вокруг глобальных осей

#### **Сосредоточенные нагрузки на элемент произвольного типа**

@FLOAD (440) := N номер\_загружения типЭлемента >элемент X Y Z Px Py Pz

типЭлемента - Номер массива типа элементов

Например 190 SBODY, 195 SHELL, 200 BAR.

X Y Z – координаты точки приложения нагрузки в глобальной системе координат

#### **Линейные равномерные нагрузки на стержневой элемент**

@LNLOAD (445) := N номер\_загружения номерЭлемента Px Py Pz

#### **Линейные равномерные нагрузки (произвольные)**

@LFLOAD (450) := N номерЗагружения x1 y1 z1 x2 y2 z2 Px Py Pz

индекс координаты нагрузки - 1 - начальные координаты нагрузки, 2 - конечные координаты нагрузки

#### **Линейные неравномерные (трапециевидные) нагрузки на стержневой элемент**

@LTLOAD (455) := N номерЗагружения номерЭлемента Px1 Py1 Pz1 Px2 Py2 Pz2

индекс величины нагрузки - номер узла стержня (1 - начальный узел, 2 - конечный узел)

### **Равномерно распределенные по площади элемента нагрузки**

@ANLOAD (460) := N номерЗагрузки номер\_элемента Px Py Pz

### **Равномерно распределенные по площади нагрузки (произвольные)**

@AFLOAD (465) := N номерЗагрузки x1 y1 z1 ... xn yn zn Px Py Pz

индекс координаты нагрузки - 1 - начальные координаты нагрузки, n- конечные координаты нагрузки

### **Смещения узлов**

@NDISP (470) := N номер\_загрузки номер\_точки dx dy dz px py pz

## **Мультифизика**

### **Функция величины от времени.**

@FUNC (500) := N тип списокПараметров

Типы (пока реализуем только типы 0 и 10, остальные – перспектива)

0 - Константа . Параметр – значениеФункции. По умолчанию 1.0

10 - Полиномиальная функция от времени, задаваемый парами « время значениеФункции»

31 – Полиномиальная функция от координаты X. Параметры – пары «координата значениеФункции»

32 – Полиномиальная функция от координаты Y. Параметры – пары «координата значениеФункции»

33 – Полиномиальная функция от координаты Z. Параметры – пары «координата значениеФункции»

91 – сумма функций. Параметры – список суммируемых функций

92 – произведение функций. Параметры – список умножаемых функций

Для полиномиальной функции до первого заданного момента времени и после последнего величины считаются равными первому и последнему значению соответственно. Например задание одной пары «0 K» будет соответствовать заданию постоянного значения функции равным «K»

### **равномерно распределенные по объему нагрузки на тело**

@MBODYLOAD (505) := N номер\_загрузки ТипВеличины номерФункции Величина названиеНагрузки

### **равномерно распределенные по объему нагрузки на тело**

@MBODYLOAD (510) := N номер\_загрузки ТипВеличины номерФункции Величина названиеНагрузки

### **Начальные условия на тело**

@MBODYINIT (515) := N номер\_загрузки ТипВеличины номерФункции Величина названиеУсловия

Величина, заданная в команде, умножается на значение функции

## **Граничные условия**

## **Граничные условия по плоскости**

@MSURFB (540) := N номерСвойства списокЭлементовПоверхности

## **Опоры**

(В данной версии спецификации все опоры показываются одним стилем, заданным @SUPSTYLE)

### **Узловые опоры**

@NHSUP (550) := N номер\_узла sX sY sZ rX rY rZ

sX sY sZ – коды закреплений перемещений 1-есть закрепление, показывается вдоль оси, -1 – есть закрепление, показывается против оси, 0-нет закрепления, ничего не показывается

rX rY rZ – коды закреплений поворотов 1-есть закрепление, 0-нет закрепления

### **Линейные опоры**

@LHSUP (555) := N номерЛинии sX sY sZ rX rY rZ

sX sY sZ – коды закреплений перемещений 1-есть закрепление, показывается вдоль оси, -1 – есть закрепление, показывается против оси, 0-нет закрепления, ничего не показывается

rX rY rZ – коды закреплений поворотов 1-есть закрепление, 0-нет закрепления

### **Стиль отображения опор**

@SUPSTYLE (560) := N типСтиляОпор списокПараметров

типСтиляОпор::

1 – стержневой стиль (текущий тип):

Параметры- размерСтержняОпоры размерШарнира размерОснованияОпоры >пероX  
>пероY >пероZ

## **Шарниры**

### **Шарниры в стержнях**

@BHINGE (570) := N номер\_стержня UX1 UY1 UZ1 UX2 UY2 UZ2

UX UY UZ – коды шарнирных соединений - 1 - есть шарнир, 0 - нет шарнира (вокруг заданной оси)  
индекс кода - номер узла стержня (1 - начальный узел, 2 - конечный узел)

### **Стиль отображения шарниров**

@HINGESTYLE (575) := типСтиляШарниров размер\_шарнира отступ\_шарнира перо\_UX  
перо\_UY перо\_UZ

типСтиляШарниров=1 - детализированный - Текущий стиль отображения шарниров с рисованием окружностей шарниров

## **Сравнительные наборы, референсы и метрики**

### **Пункты**

@ITEM (600) := N типВеличины X Y Z время

## Сравнительные Шаблоны

@PATTERN (605) := N списокПунктов

## Референсы

@REF (610) := N пункт величина погрешностьВеличины

## Референсный набор

@REFSET (615) := N списокРеференсов

## Метрика

@METRIC (620) := N тип параметры

Тип=1 – весовая метрика, параметры – норма, список весов. Если норма=0, то метрика не нормируется. Последний заданный вес повторяется для всех последующих пунктов списка. То есть «N 1 0 1» будет означать ненормированную метрику с всеми весами равными единицами., «N 1 1 1» будет нормированной к единице метрикой с одинаковыми весами.

## Метрическое свойство

@MPROP (625) := N СравнительныйШаблон метрика

## Референтное сравнение

&REFMATCH (630) := N типСравнения номерМетрики списокНаборов

типСравнения

1- Сравнение двух наборов. Первый – референсный набор, второй – сравнительный шаблон

## Датчики и сенсоры

### Датчики

#### Сенсоры

@SENSOR (650) := N типВеличины типСенсора x y z

Направленный сенсор - в направлении x y z от направления датчика

### Датчики

@DETECT (655) := X Y Z x y z >типДатчика >калибровка списокСенсоров

Первый сенсор в списке является основным сенсором датчика. По нему определяется положение и направление датчика

### Тип датчика

@TDETECT (660) := N типИзмерения количествоСенсоров >Преобразование >стильДатчика

типИзмерения 1-прямое 2-косвенное 3-совокупное

### **Преобразование**

@FDETECT (670) := N количествоСенсоров типФункции { функцияПреобразования }

типФункции

1-прямая подстановка (для датчика с одним сенсором)

### **Калибровка**

@KDETECT (680) := N списокПараметровФункцииПреобразования

### **Стиль отображения датчика**

@DETSTYLE (690) := N списокПараметров