

Схема БД PSS

1. Идентификация изделия	1
2. Отношения между изделиями	4
3. Правила применяемости	11
4. Классификация изделий.....	14
5. Экземпляры изделий	16
6. Отношение между экземплярами изделий.....	17
7. Характеристики	18
8. Бизнес-процессы.....	21
9. Справочники PSS.....	23

В основе структуры БД PSS лежат модели данных из различных международных стандартов. Большая часть информационных структур взята из различных томов стандарта ISO 10303 (STEP) – (интегрированные ресурсы – тома 41, 44 и протоколы применения – тома 203, 214). Схема описания структуры экземпляра изделия взята из NPDM (NATO Product Data Model). Основой для схемы описания ресурсов послужил стандарт MANDATE. Так как, все упомянутые стандарты построены на единой базе и по единой методике, все заимствованные из них информационные структуры являются непротиворечивыми и дополняющими друг друга. (Предназначенная для обмена информацией между PDM и ERP информационная модель «PDM Schema» является подмножеством протокола применения ISO 10303-214, и целиком входит в схему БД PSS.)

При разработке структуры БД PSS, взятые из стандартов информационные объекты были дополнены для обеспечения возможности учета Российской специфики и поддержки информации не регламентированной стандартами (например, информационные объекты для обмена сообщениями между сотрудниками).

1. Идентификация изделия

Основным объектом при описании изделия управляемой конфигурации является PRODUCT (PRD) (изделие). Данный объект, по сути, определяет обозначение и наименование изделия. Под понятие изделия подпадает любой объект, который может иметь физическое воплощение, например, деталь, сборочная единица, материал, полуфабрикат, комплект и комплекс.

ENTITY product ;

id : identifier;

name : label;

description : text;
frame_of_reference : SET [1:?] OF product_context;
UNIQUE
URI : id;
END_ENTITY ;

Таблица 1. Атрибуты объекта PRODUCT

<i>Атрибут</i>	<i>Описание</i>
Id	Обозначение изделия
Name	Наименование изделия
description	Описание изделия
frame_of_reference	Контексты в которых изделие имеет смысл*

* - Например заготовка это тоже изделие, но в конструкторском контексте она не рассматривается.

Каждое такое изделие может иметь одну или несколько версий описываемых с помощью PRODUCT_DEFINITION_FORMATION (PDF). Физическую реализацию могут иметь только версии изделия. В понятие версии изделия также входят и его модификации и исполнения. Примерами версий изделия могут служить варианты изготовления изделия по ГОСТ и по ТУ, левое и правое исполнение, все модификации изделия и т.д.

ENTITY product_definition_formation ;
id : identifier;
description : text;
of_product : product;
UNIQUE
URI : id, of_product;
END_ENTITY ;

Таблица 2. Атрибуты объекта PRODUCT_DEFINITION_FORMATION

<i>Атрибут</i>	<i>Описание</i>
id	Обозначение версии изделия
description	Описание версии изделия
of_product	Изделие, версией которого описывает экземпляр данного объекта

Версию изделия с заданным источником описывает объект PRODUCT_DEFINITION_FORMATION_WITH_SPECIFIED_SOURCE (PDFWSS), атрибут которого make_or_buy указывает на тип источника и может принимать три возможных значения: «bought» - покупной, «made» – изготавливаемый и «not_known» - не известно.

Для описания дополнительных свойств учитывающих Российскую специфику от объекта PDFWSS наследуется объект APL_PRODUCT_DEFINITION_FORMATION (APLPDF).

Таблица 3. Атрибуты объекта APL_PRODUCT_DEFINITION_FORMATION

<i>Атрибут</i>	<i>Описание</i>
formation_type	Тип версии изделия: «part» - деталь «assembly» - сборочная единица «material» - материал «kit» - комплект «komplex» - комплекс «system» - система «module» - программный модуль «zone» - зона
is_standard_part	Является ли версия изделия стандартной
code	Код для связи с другой системой автоматизации (например АСУП)

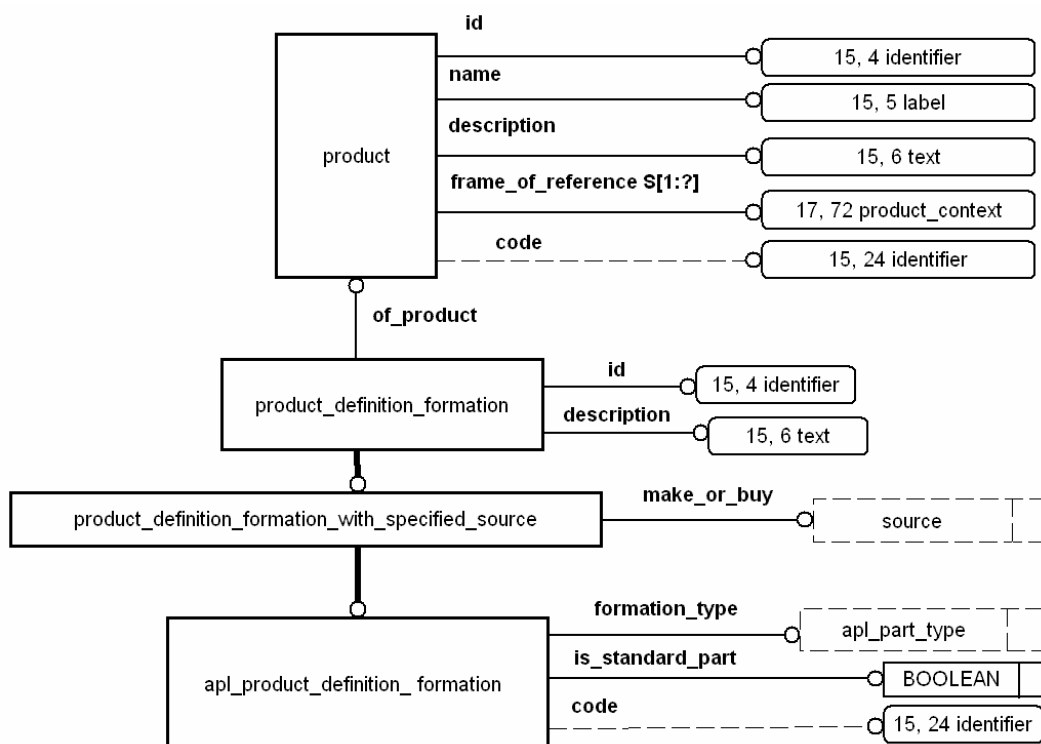


Рис. 1. EXPRESS-G диаграмма идентификации изделия

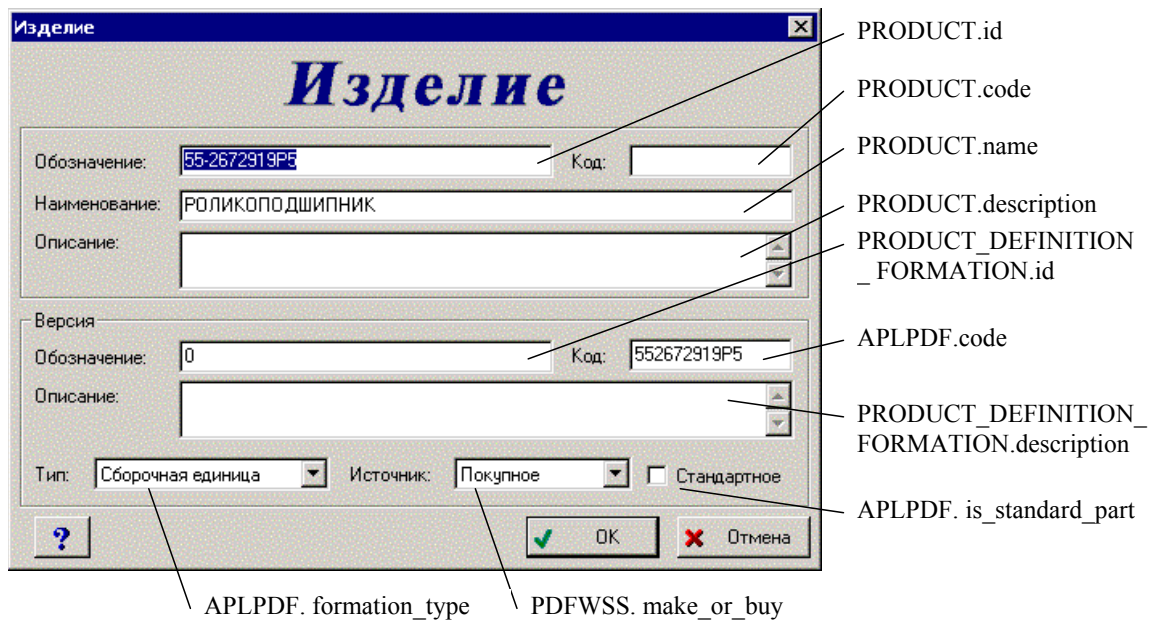


Рис. 2. Описание изделия в системе PSS

2. Отношения между изделиями

Все отношения между изделиями рассматриваются в определенных контекстах, поэтому они устанавливаются между объектами PRODUCT_DEFINITION_FORMATION. Базовым объектом всех таких отношений является объект PRODUCT_DEFINITION_RELATIONSHIP (PDR).

ENTITY product_definition_relationship;

SUPERTYPE OF (ONEOF(design_make_from_relationship) ANDOR ONEOF(component_association) ANDOR ONEOF(product_definition_usage ,supplied_part_relationship) ANDOR ONEOF(supplied_part_relationship));

id: identifier;

name: label;

description: text

relating_product_definition: apl_pdf_pd;

related_product_definition: apl_pdf_pd;

apl_frames_of_reference: OPTIONAL SET [0:?] product_definition_context;

END_ENTITY;

Таблица 4. Атрибуты объекта PRODUCT_DEFINITION_RELATIONSHIP

Атрибут	Описание
---------	----------

Id	Обозначение отношения
Name	Наименование отношения
description	Описание отношения
relating_product_definition	Ссылка на определение базового изделия
related_product_definition	Ссылка на определение вспомогательного изделия

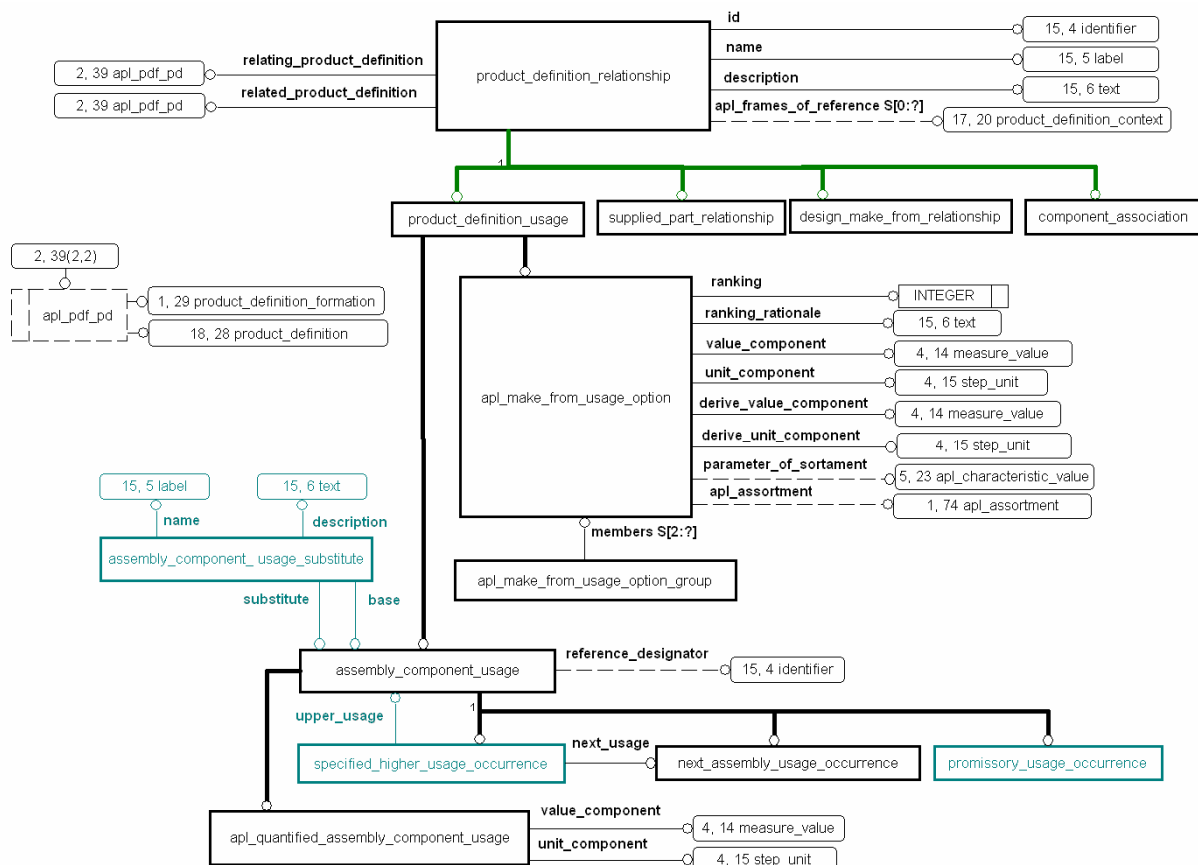


Рис. 3. Диаграмма объектов описывающих отношения между изделиями

Отношения между изделиями бывают нескольких типов, среди которых наиболее используемыми являются: «состоит из» и «изготавливается из».

Для описания отношения «состоит из» используется объект NEXT_ASSEMBLY_USAGE_OCCURENCE (NACU) наследуемый от ASSEMBLY_COMPONENT_USAGE (ACU) являющийся наследником PRODUCT_DEFINITION_USAGE (PDU) наследуемый от PRODUCT_DEFINITION_RELATIONSHIP (PDR). Все атрибуты NEXT_ASSEMBLY_USAGE_OCCURENCE наследуются от базовых объектов.

Таблица 5. Атрибуты объекта NEXT_ASSEMBLY_USAGE_OCCURENCE

<i>Атрибут</i>	<i>Описание</i>
PDR.Id	Позиция
PDR.Name	Наименование отношения
PDR.description	Описание отношения
PDR.relater_product_definition	Ссылка на определение базового изделия (сборочной единицы)
PDR.related_product_definition	Ссылка на определение входящего изделия (детали)
PDR.apl_frames_of_reference	Список контекстов, для которых отношение актуально

Один экземпляр NAUO подразумевает вхождение в сборку в количестве одной штуки. Если требуется указать вхождение в количестве нескольких штук, то создается несколько экземпляров NAUO. Если же требуется указать образмеренное количество (например, смазка входит в редуктор в количестве 2.4 литра), то используется экземпляр комплексного объекта состоящего из NAUO и QUANTIFIED_ASSEMBLY_COMPONENT_USAGE (QACU) наследуемого от ASSEMBLY_COMPONENT_USAGE. Атрибут QACU.value_component указывает количество, а атрибут QACU.unit_component указывает соответствующую этому количеству единицу измерения.

Проиллюстрировать способы описания состава изделия можно на следующем примере:

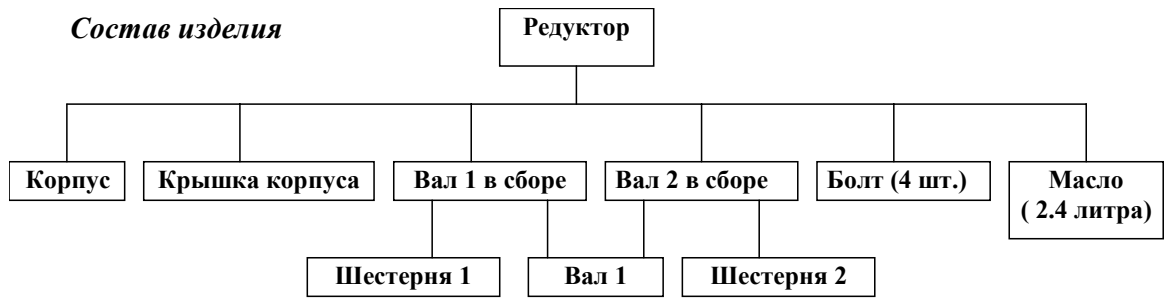


Схема связей экземпляров объектов при описании состава изделия

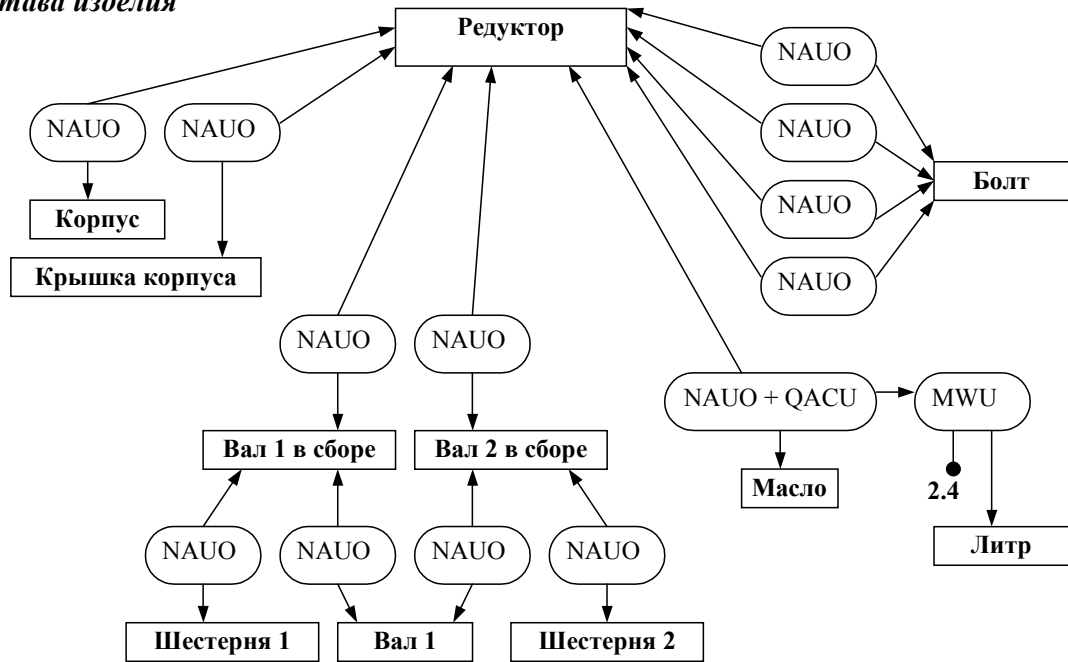


Рис. 4. Пример взаимосвязи объектов при описании состава изделия

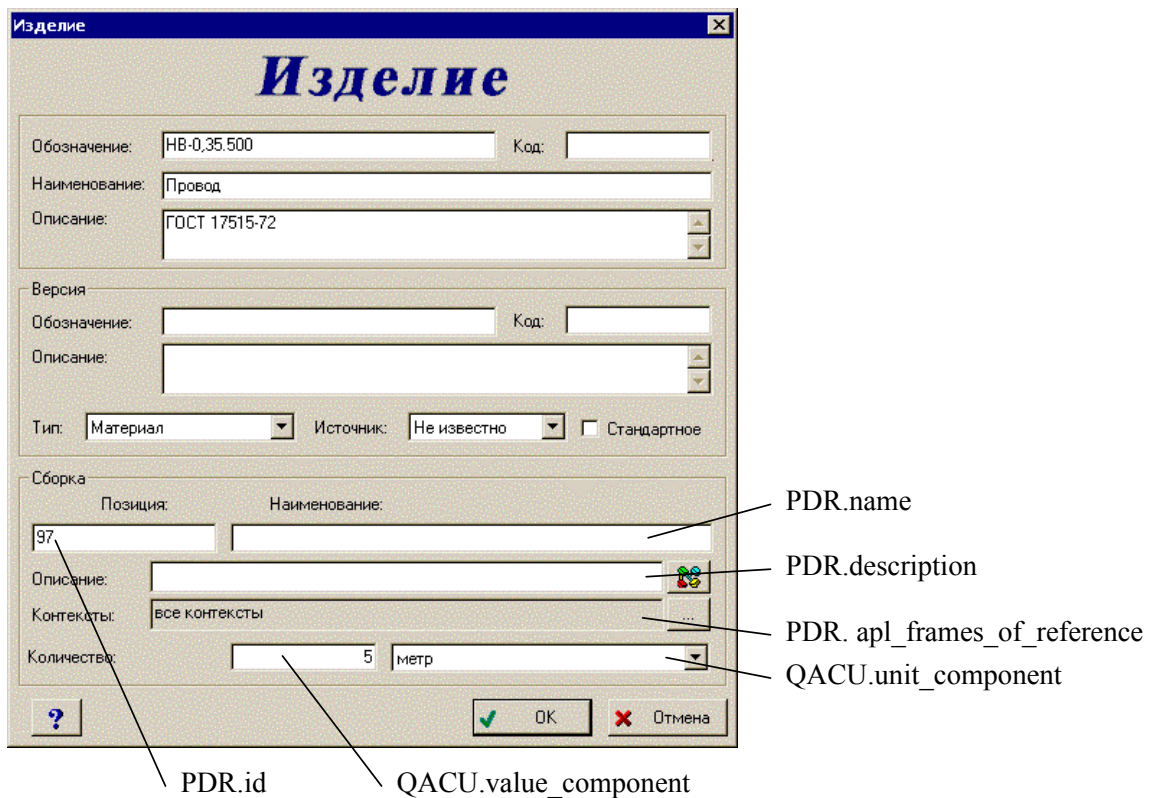


Рис. 5. Описание состава изделия в системе PSS

Отношение между изделиями «изготавливается из» можно описать двумя способами: с точки зрения конструктора и с точки зрения технолога.

С точки зрения конструктора деталь изготавливается из материала и сколько этого материала требуется для ее изготовления еще не известно. Например, втулка изготавливается из стали 45. Для подобного описания используется объект `DESIGN_MAKE_FROM_RELATIONSHIP`, все атрибуты которого наследуются от базового объекта `PDR`.

```
ENTITY design_make_from_relationship
    SUBTYPE OF (product_definition_relationship);
END ENTITY;
```

Таблица 6. Атрибуты объекта DESIGN_MAKE_FROM_RELATIONSHIP

<i>Атрибут</i>	<i>Описание</i>
PDR.Id	Обозначение отношения
PDR.Name	Наименование отношения
PDR.description	Описание отношения
PDR.relatng_product_definition	Ссылка на определение изготавливаемого изделия (детали)

PDR.related_product_definition	Ссылка на определение материала или полуфабриката
--------------------------------	---

С точки зрения технолога вариантов изготовления детали может быть несколько и у каждого из них будет своя потребность в материале. Например втулку $\varnothing 27$ можно выточить из прутка $\varnothing 25$, из прутка $\varnothing 30$ или можно обточить кованую заготовку сделанную из прутка $\varnothing 25$.

Для описания отношения типа «изготавливается из» с точки зрения технолога используется объект APL_MAKE_FROM_USAGE_OPTION, наследуемый от PRODUCT_DEFINITION_USAGE и дополняющий его атрибутами.

```

ENTITY apl_make_from_usage_option; SUBTYPE OF (product_definition_usage);
    ranking INTEGER;
    ranking_rationale text;
    value_component measure_value;
    unit_component step_unit;
    derive_value_component measure_value;
    derive_unit_component step_unit;
    parameter_of_sortament OPTIONAL apl_characteristic_value;
    apl_assortment OPTIONAL apl_assortment;
END_ENTITY;

```

Таблица 7. Атрибуты объекта MAKE_FROM_USAGE_OPTION

<i>Атрибут</i>	<i>Описание</i>
PDR.Id	Обозначение отношения
PDR.Name	Наименование отношения
PDR.description	Описание отношения
PDR.relatering_product_definition	Ссылка на определение изготавливаемого изделия (детали)
PDR.related_product_definition	Ссылка на определение материала или полуфабриката
ranking	Приоритет данного варианта изготовления
ranking_rationale	Обоснование приоритета
value_component	Исходное количество
unit_component	Единица измерения исходного количества
derive_value_component	Получаемое количество
derive_unit_component	Единица измерения получаемого количества
apl_assortment	Сортамент материала

Использование отношений типа «изготавливается из» можно отобразить в следующем примере.

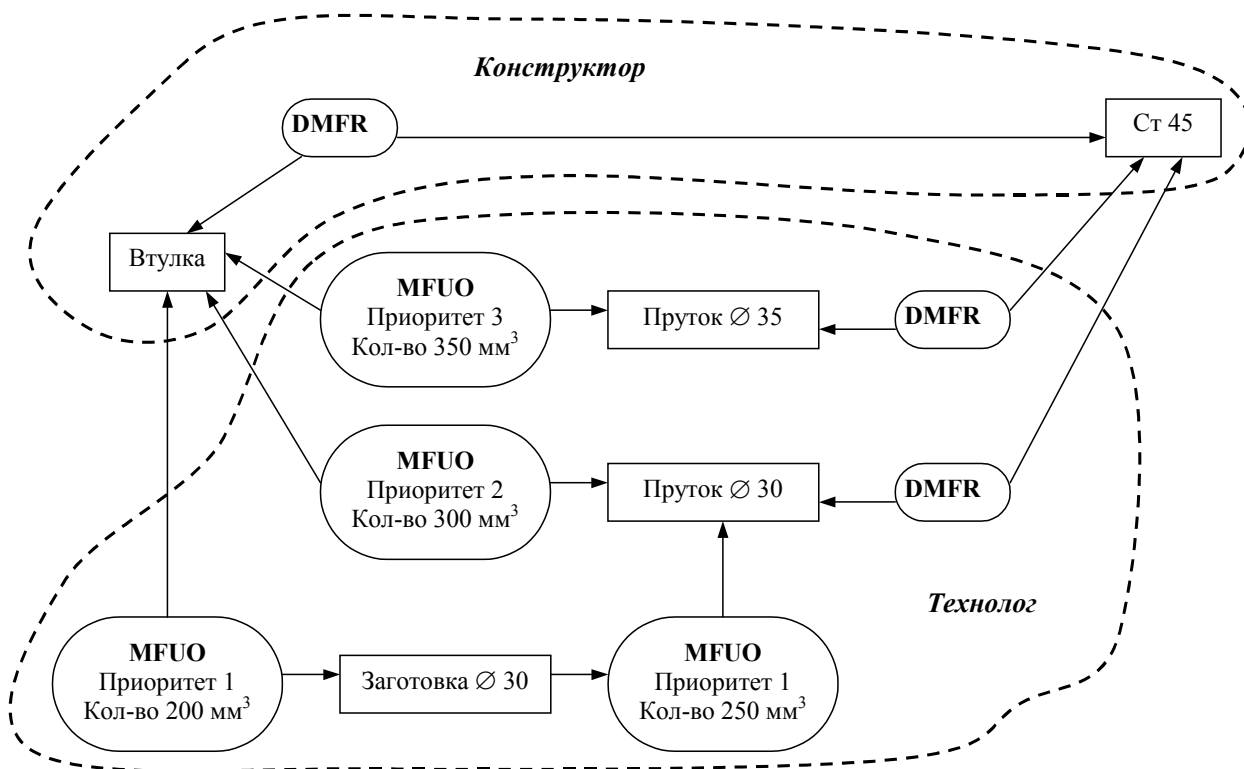


Рис. 6. Пример использования отношений типа "изготавливается из"

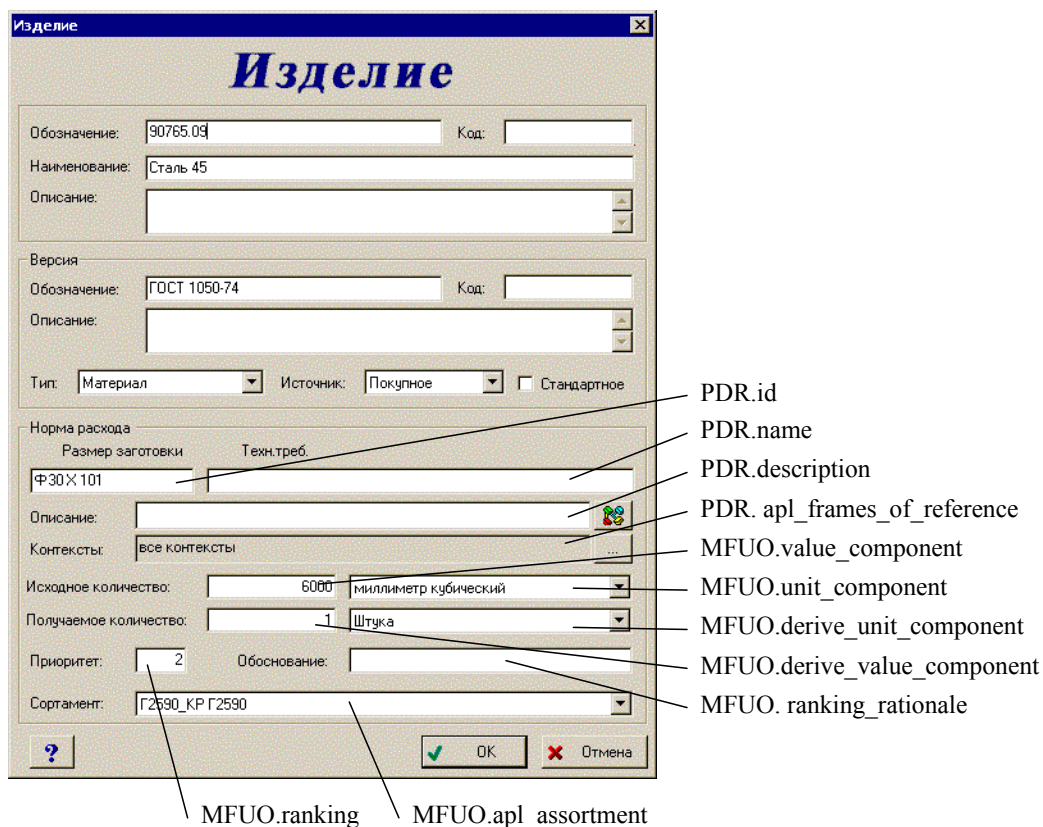


Рис. 7. Задание полуфабриката в системе PSS

3. Правила применяемости

На отношения типа «состоит из» и «изготавливается из» можно наложить ограничения в виде правил применяемости. Каждое такое правило указывает условие, при выполнении для которого актуально данное отношение. Такими условиями могут быть диапазон серийных номеров, диапазон дат или указание партии изделий.

Для описания правил применяемости используются следующие объекты:

Таблица 8 Объекты описывающие применяемость

Объект	Описание
effectivity	Базовый объект для описания применяемости
product_definition_effectivity	Объект, служащий для указания отношения для которого задана данная применяемость
serial_numbered_effectivity	Применяемость по серийному номеру
dated_effectivity	Применяемость по дате
lot_effectivity	Применяемость по партии изделий

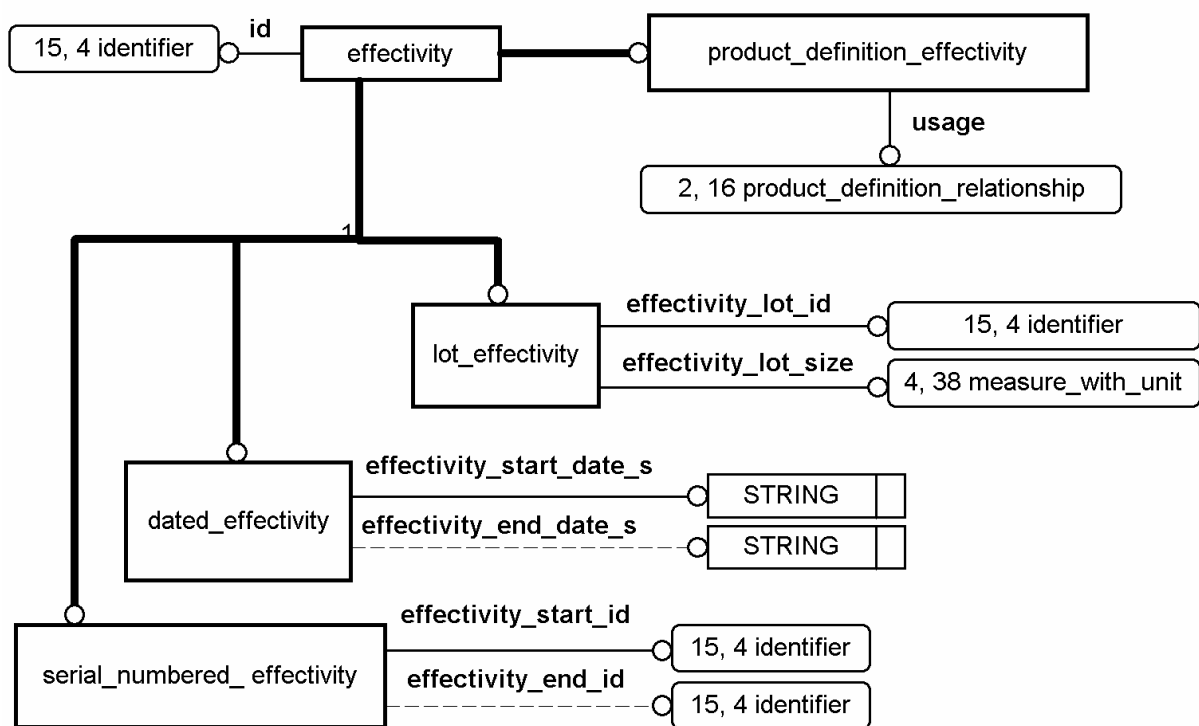


Рис. 8. Диаграмма объектов описывающих правила применяемости

Таблица 9. Атрибуты используемые для описания правил применяемости

<i>Атрибут</i>	<i>Описание</i>
id	Обозначение правила применяемости (в принципе может быть обозначением окончательного извещения об изменении)
usage	Ссылка на отношение, для которого задается применяемость
effectivity_start_id	Серийный номер изделия, начиная с которого действует данное правило применяемости.
effectivity_end_id	Серийный номер изделия, заканчивая которым действует данное правило применяемости.
effectivity_start_date_s	Дата, начиная с которой действует данное правило применяемости.
effectivity_end_date_s	Дата, заканчивая которой действует данное правило применяемости.
effectivity_lot_id	Обозначение партии для которой действует данное правило применяемости.
effectivity_lot_size	Размер этой партии

Использование правил применяемости можно рассмотреть на следующем примере: Колесо состоит из покрышки и одного из трех вариантов дисков – литого, кованного и

штампованного. Причем покрышка входит в состав колеса всегда. Литой диск использовался с 01.01.2000 по 21.02.2000 и начиная с 09.04.2000. Кованный диск использовался с 21.02.2000 по 03.04.2000. А штампованный диск использовался с 03.04.2000 по 09.04.2000.

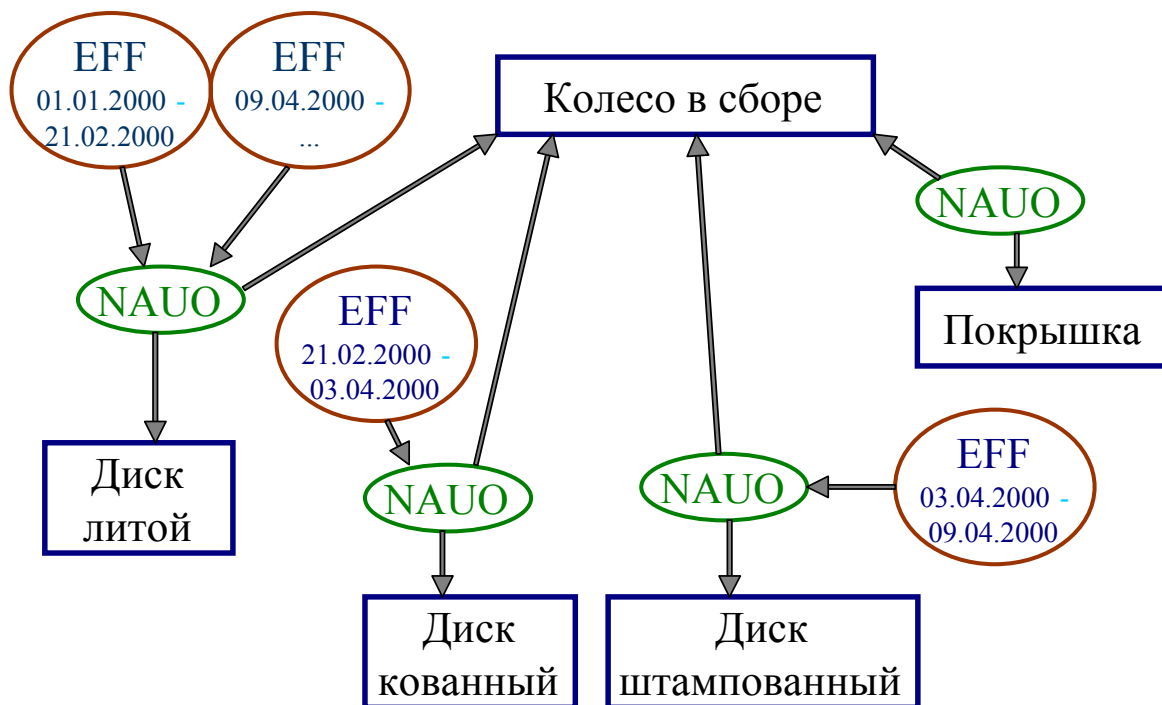


Рис. 9. Схема использования правил применяемости изделий

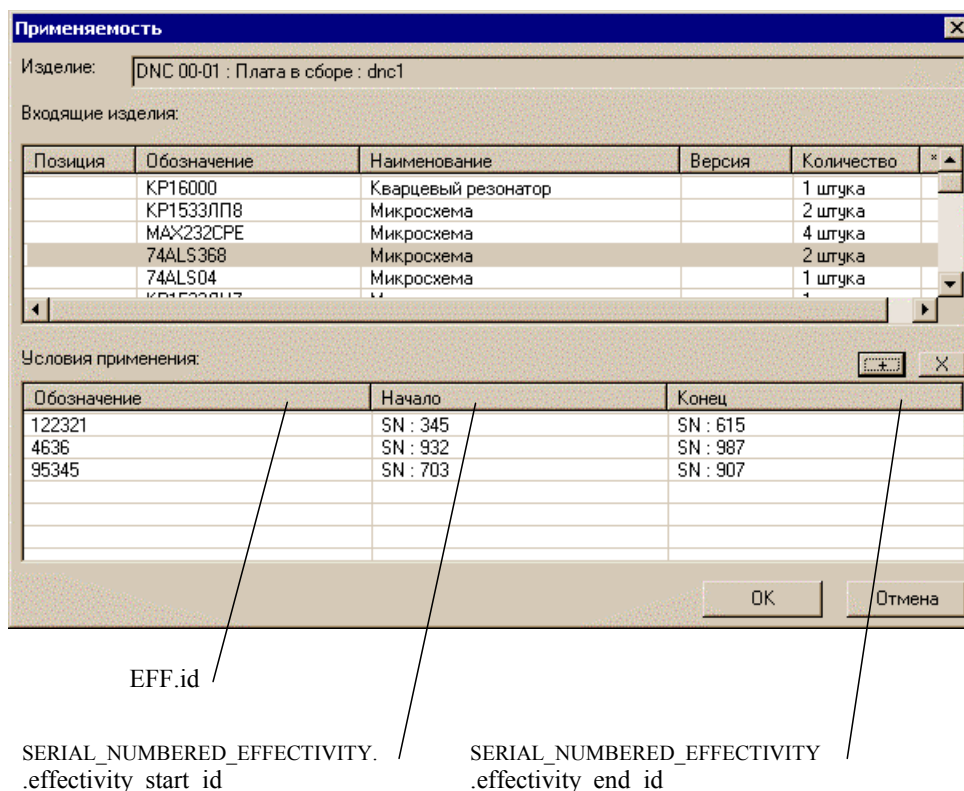


Рис. 10. Описание применяемости в системе PSS

4. Классификация изделий

Каждое изделие может быть классифицировано, причем одновременно в нескольких системах классификации. Например: деталь может быть телом вращения, элементом крепежа, изделием разрешенным к использованию и т.д.

Для описания классификации изделий используется объект `PRODUCT_CATEGORY`, который описывает абстрактный класс. Для описания действительного класса способного содержать изделия используется `PRODUCT_RELATED_PRODUCT_CATEGORY`. Одна категория может включать в себя другие. Точно также одна категория может входить в состав нескольких. Таким образом образуется ациклическая сеть описываемая с помощью `PRODUCT_CATEGORY_RELATIONSHIP`.

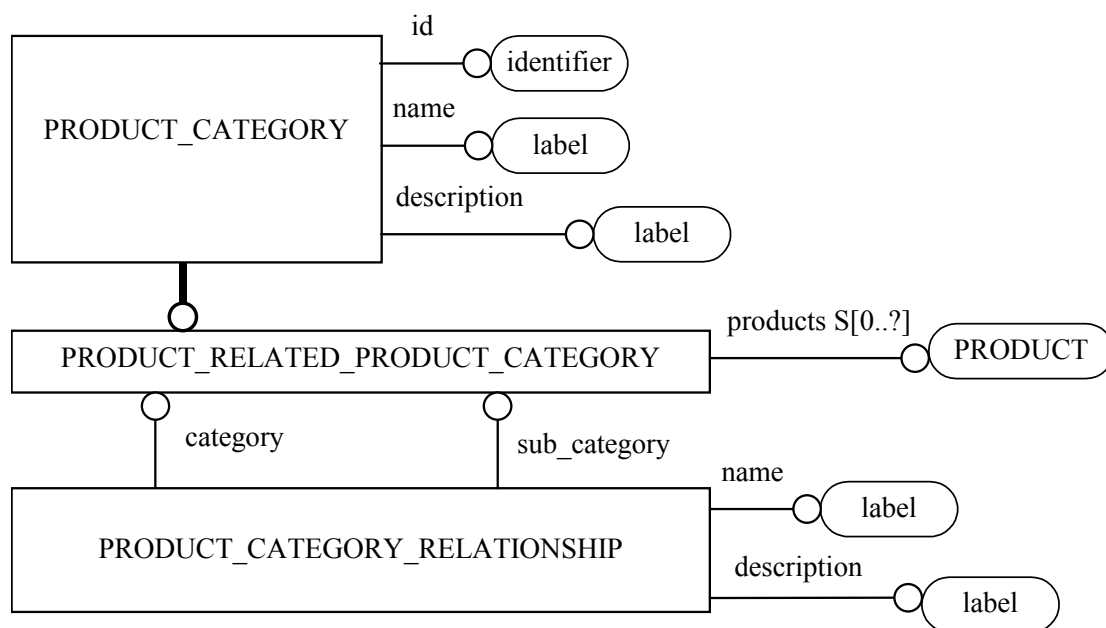


Рис. 11. Диаграмма объектов описывающих классификацию изделий

Таблица 10 Атрибуты и сущности описывающие классификацию изделий

<i>Сущность / Атрибут</i>	<i>Описание</i>
PRODUCT_CATEGORY	Абстрактная категория изделий
id	Обозначение категории
name	Наименование категории
description	Описание категории
PRODUCT_RELATED_PRODUCT_CATEGORY	Категория изделий
products	Изделия входящие в категорию
PRODUCT_CATEGORY_RELATIONSHIP	Отношения между категориями изделий
category	Базовая категория в отношении
sub_category	Вспомогательная категория в отношении
name	Наименование отношения
description	Описание отношения

5. Экземпляры изделий

Для описания конкретного изделия на этапе его эксплуатации необходимо использовать понятие экземпляр изделия – `product_instance`. Экземпляр данного объекта является аналогом паспорта изделия - с ним ассоциируется вся информация о параметрах и истории экземпляра изделия.

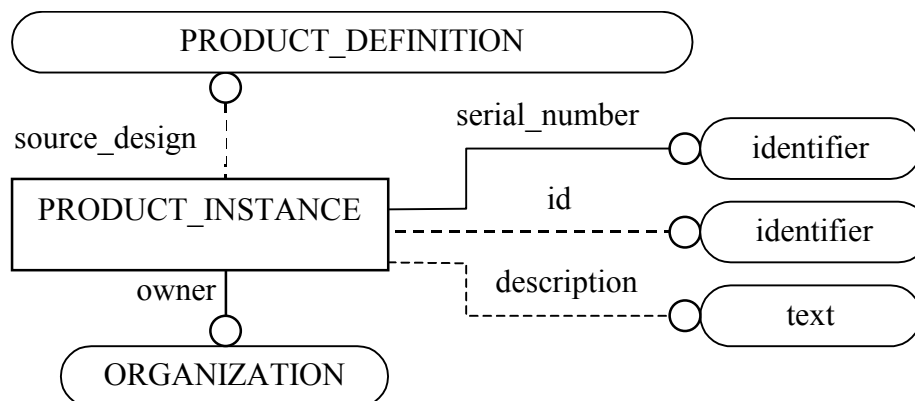


Рис. 12. Диаграмма объектов описывающих экземпляр изделия

Экземпляр изделия может иметь как внутреннее обозначение на предприятии изготовителе, так и серийный номер. Эти два атрибута могут не соответствовать друг другу в том случае, если серийный номер присваивается после успешного прохождения всех контрольных операций. Но так как для описания контрольных операций требуется идентифицировать данный экземпляр, этот экземпляр изделия должен иметь обозначение.

Таблица 11 Атрибуты объекта `PRODUCT_INSTANCE`

<i>Атрибут</i>	<i>Описание</i>
id	Обозначение экземпляра изделия
serial_number	Серийный номер экземпляра изделия
description	Описание экземпляра изделия
source_design	Ссылка на определение версии изделия, экземпляром которой является данный.
owner	Изготовитель экземпляра изделия

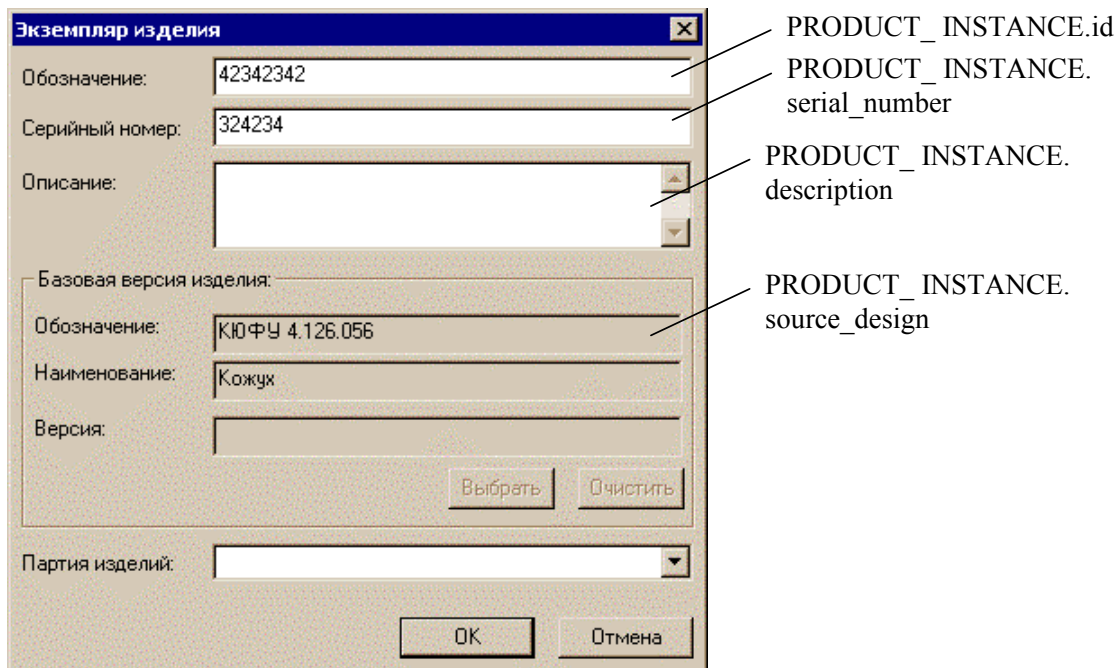


Рис. 13. Описание экземпляра изделия в системе PSS

6. Отношение между экземплярами изделий

Между экземплярами изделия могут быть установлено отношение «состоит из» - PRODUCT_INSTANCE_PHYSICAL_DECOMPOSITION, которое описывает состав данного экземпляра на конкретный момент времени. Кроме того, можно указать взаимозаменяемость экземпляров изделия используемую, например, при селективной сборке. Для этого используется объект ALTERNATE_PRODUCT_INSTANCE_RELATIONSHIP.

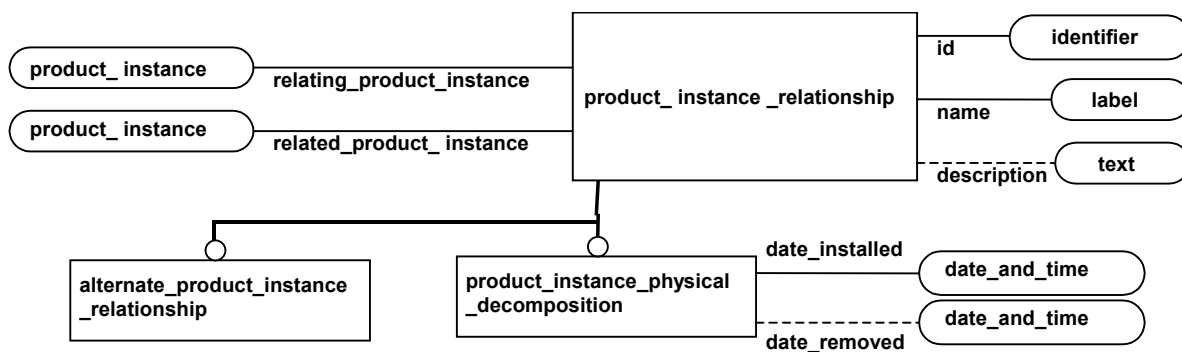


Рис. 14. Диаграмма объектов описывающих отношения между экземплярами изделий

Таблица 12 Атрибуты объектов PRODUCT_INSTANCE_RELATIONSHIP

Атрибут	Описание
id	Обозначение отношения

name	Наименование отношения
description	Описание отношения
relating_product_instance	Ссылка на базовый экземпляр изделия
related_product_instance	Ссылка на вспомогательный экземпляр изделия
date_installed	Дата установки вспомогательного экземпляра изделия в базовый
date_removed	Дата извлечения вспомогательного объекта из базового

7. Характеристики

С изделиями, их версиями и экземплярами могут быть ассоциированы значения характеристик определяемых единицей измерения. Перечень возможных характеристик должен задаваться отдельно, и значения характеристик должны ссылаться на его элементы как на элементы словаря.

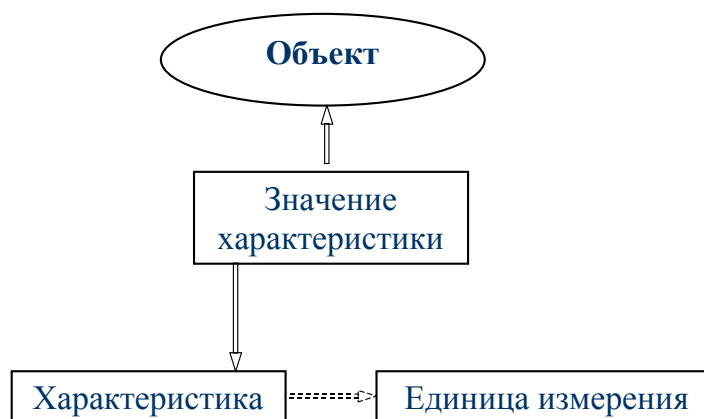


Рисунок 15 Схема задания характеристики объекту

Характеристики могут присваиваться в различных контекстах – например, расчетная, измеренная, требуемая. Такие типы характеристик также должны задаваться конечным списком. Для их задания служит сущность **CHARACTERISTIC_ASSIGNMENT_TYPE**.

Значения характеристик могут быть описательными (принцип действия), численными с заданием размерности и отклонений (масса, высота, ресурс, удельный вес и др.). Точно также значением характеристики может быть точка во времени (дата выпуска).

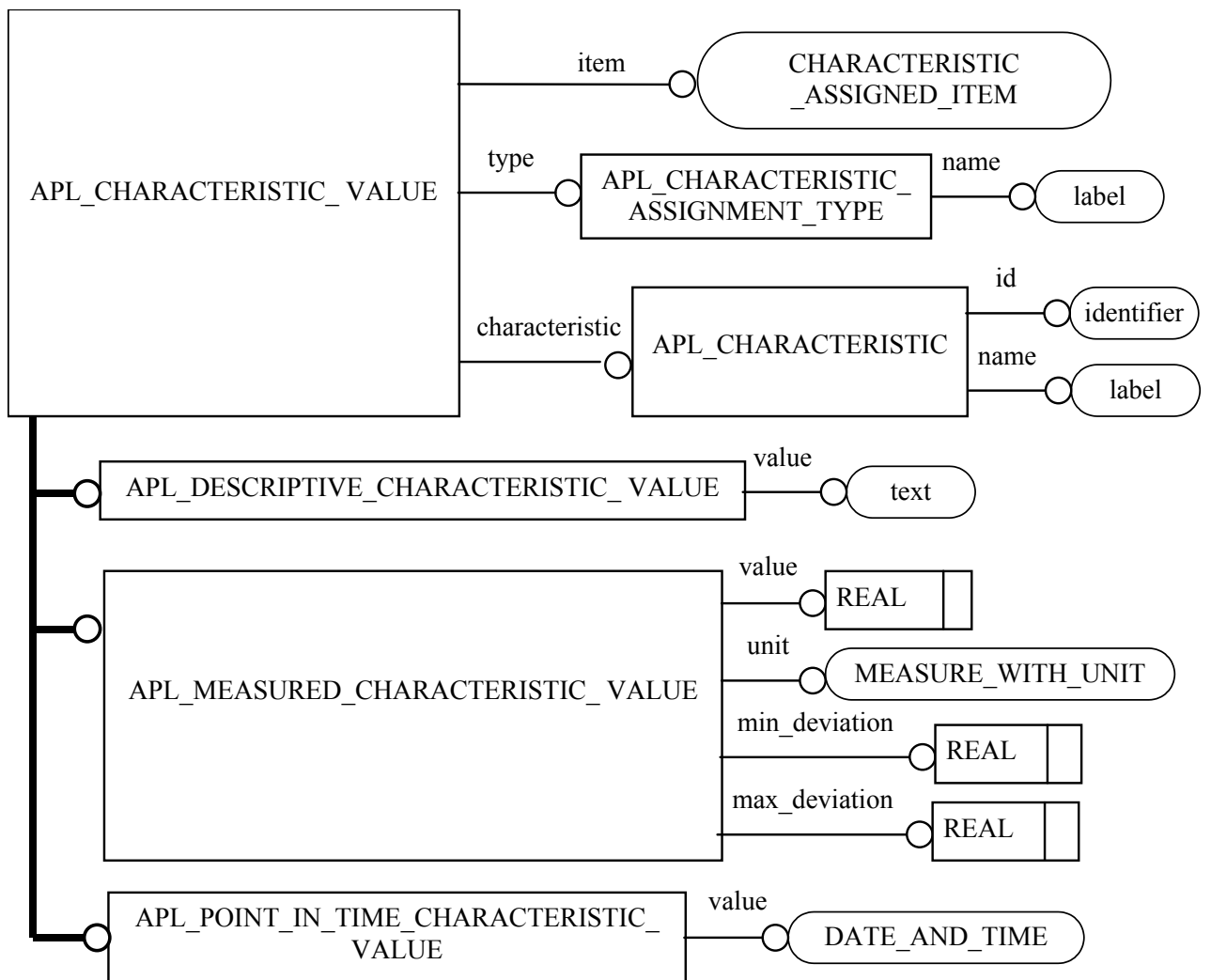


Рис. 16. Диаграмма объектов описывающих присвоение характеристик

Таблица 13 Атрибуты и сущности описывающие присвоение характеристик

<i>Сущность / Атрибут</i>	<i>Описание</i>
APL_CHARACTERISTIC_VALUE	Ассоциация значения характеристики объекту
item	Объект которому присваивается характеристика
type	Ссылка на тип присвоения характеристики
value	Ссылка на значение присваиваемой характеристики
characteristic	Ссылка на характеристику значение которой описывается

APL_CHARACTERISTIC_ASSIGNMENT_TYPE	Тип присвоения характеристики
name	Наименование типа присвоения характеристики (измеренная, требуемая, расчетная и т.д.)
APL_CHARACTERISTIC	Характеристика, значения которой можно присваивать объектам
id	Обозначение характеристики
name	Наименование характеристики
APL_DESCRIPTIVE_CHARACTERISTIC_VALUE	Описательное значение характеристики
value	Значение описательной характеристики
APL_MEASURED_CHARACTERISTIC_VALUE	Значение численной характеристики имеющей размерность
value	Значение численной характеристики
unit	Размерность численной характеристики
min_deviation	Минимальное отклонение численной характеристики
max_deviation	Максимальное отклонение численной характеристики
APL_POINT_IN_TIME_CHARACTERISTIC_VALUE	Календарное значение характеристики (точка во времени)
value	Значение календарной характеристики

Примечание: Описание способа задания характеристик приведенное выше не является точным соответствием стандарту. Согласно принятым в настоящее время стандартам само понятие характеристика не выделяется в отдельную сущность, а включается в значение характеристик. Такой способ задания не позволяет вести словари характеристик, что может привести к нарушению целостности модели изделия. (Например, можно будет задать массу как «Масса изделия», «Масса Изделия», «МАССА Изделия» и т.д.) Приведенный выше способ задания характеристик позволяет избежать подобных неоднозначностей.

8. Бизнес-процессы

Для описания технологических данных об изделии используются бизнес-процессы – APL_BUSINESS_PROCESS. Бизнес-процессы имеют уникальное обозначение и код, наименование, краткое описание. Бизнес-процессы могут быть различных типов («Технологический процесс», «Цеховой маршрут», «Переход»). Типы бизнес-процессов описываются с помощью объекта APL_BUSINESS_PROCESS_TYPE и настраиваются отдельно. Бизнес-процессы могут декомпозироваться, т.е. содержать в своем составе вложенные подпроцессы. Такая возможность позволяет организовать дерево процессов, уровень вложенности которого неограничен.

Для описания ресурсов, необходимых для выполнения бизнес-процесса, используется объект APL_BUSINESS_PROCESS_RESOURCE. Данный объект связывает объект (изделие, версию или экземпляр изделия) и количество этого объекта. Ресурс может иметь тип, например, «Оборудование», «Оснастка», «Вспомогательный инструмент». Типы ресурсов бизнес-процессов описываются с помощью объекта APL_BUSINESS_PROCESS_RESOURCE_TYPE и настраиваются отдельно.

Бизнес-процесс ассоциируется с изделием или версией изделия с помощью объекта APL_BUSINESS_PROCESS_REFERENCE. Для каждой связи можно задать список контекстов, для которых она действительна.

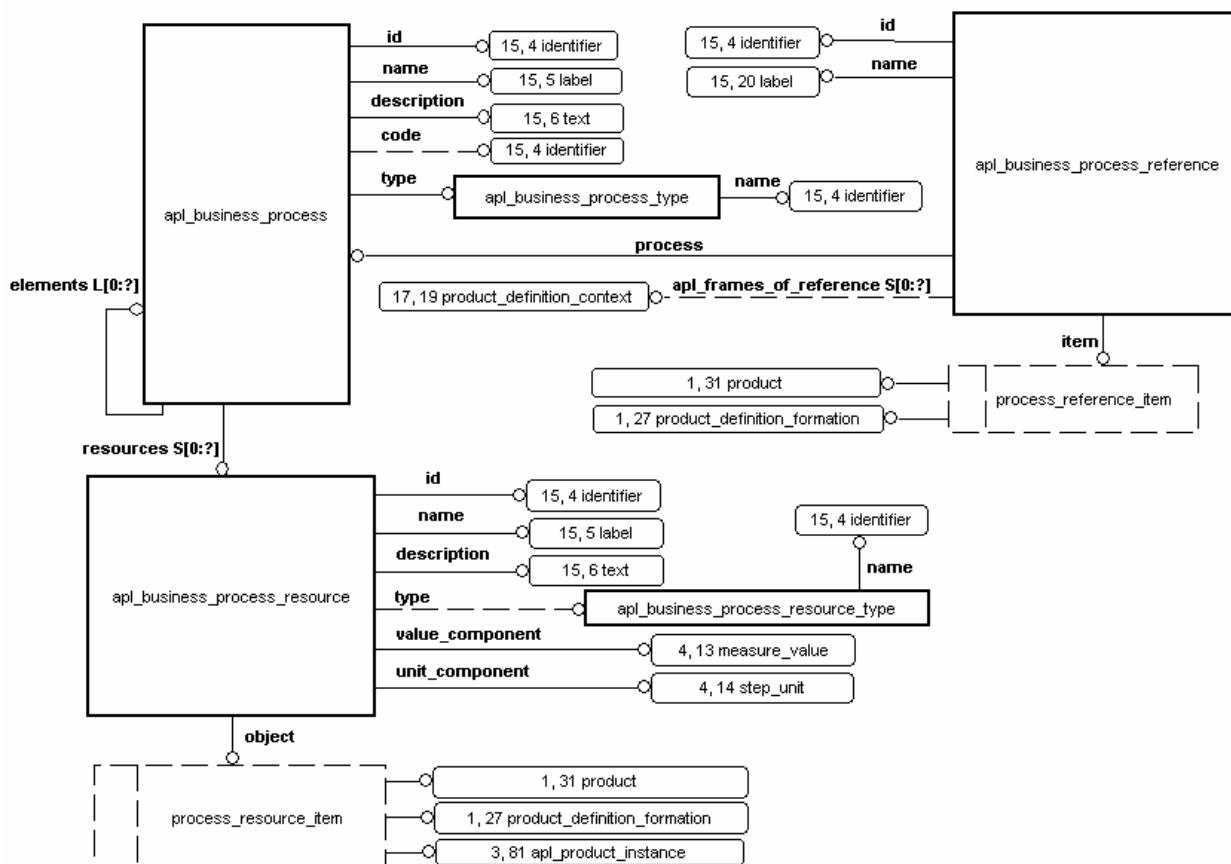


Рис. 17. Диаграмма объектов, описывающих бизнес-процессы

Таблица 14 Атрибуты и сущности, описывающие бизнес-процессы

Сущность / Атрибут	Описание
APL_BUSINESS_PROCESS	Бизнес-процесс
id	Обозначение бизнес-процесс
name	Наименование бизнес-процесса
code	Код бизнес-процесса
description	Краткое описание содержания бизнес-процесса
type	Ссылка на тип бизнес-процесса
elements	Массив вложенных подпроцессов
resources	Массив ресурсов, необходимых для выполнения бизнес-процесса
APL_BUSINESS_PROCESS_RESOURCE	Ресурс бизнес-процесса
id	Обозначение ресурса
name	Наименование ресурса
description	Краткое описание ресурса
type	Ссылка на тип ресурса
object	Изделие, версия или экземпляр изделия
value_component	Необходимое количество изделия, версии или экземпляра изделия (численное значение)
unit_component	Размерность численного значения
APL_BUSINESS_PROCESS_REFERENCE	Ассоциация бизнес-процесса с изделием или версией изделия
process	Ссылка на бизнес-процесс
item	Изделие или версия изделия, с которым ассоциируется бизнес-процесс
id	Обозначение связи
name	Наименование связи

9. Справочники PSS

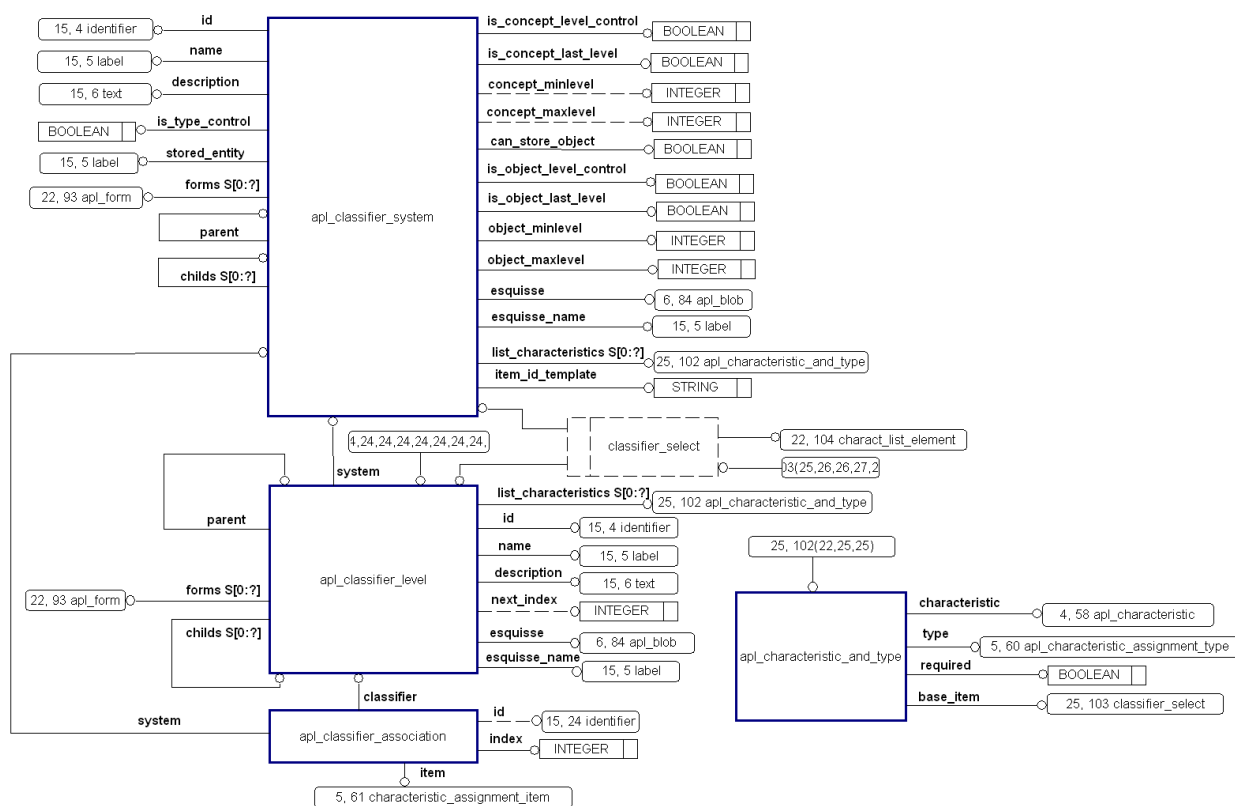


Рис. 18. Диаграмма объектов, описывающих справочники

Объект / атрибут	Описание
apl_classifier_system	Справочник
id	Обозначение
name	Наименование
description	Описание
parent	Ссылка на вышестоящий справочник
childs	Входящие справочники (атрибут обратный parent)
is_type_control	Есть ли контроль типов связанных объектов при работе в режиме справочника объектов. Если есть контроль - типы берутся из списка форм forms

stored_entity	Типы объектов, которые могут быть связаны с элементами структуры справочника
is_concept_level_control	Контроль уровней выбора понятий Переключатель - "контроль есть"- "контроля нет". Если положение "контроля нет", то остальные элементы управления не работают, для выбора доступен любой элемент классификации
is_concept_last_level	Переключатель "только последний элемент "- "элемент заданного уровня". В первом положении (при TRUE) для выбора понятия доступны только листья дерева элементов справочника Во втором положении доступны только те элементы классификации, которые попадают в диапазон, заданный следующей парой параметров.
concept_minlevel	Минимальный уровень элементов структуры, которые можно выбирать в режиме справочника понятий.
concept_maxlevel	Максимальный уровень элементов структуры, которые можно выбирать в режиме справочника понятий.
can_store_object	Переключатель "можно/нельзя добавлять объекты"/ Влияет на элементы классификации- входящие в данный справочник или в потомков данного справочника.
is_object_level_control	Контроль уровней выбора объектов Переключатель - "контроль есть"- "контроля нет". Если положение "контроля нет", то остальные элементы управления не работают, для выбора доступны объекты из любого элемента структуры справочника.
is_object_last_level	Переключатель "только последний элемент"- "элемент заданного уровня". В первом положении (при TRUE) для добавления/выбора объектов доступны только листья дерева элементов классификатора

	Во втором положении доступны только те элементы классификации, которые попадают в диапазон, заданный следующей парой параметров
object_minlevel	Минимальный уровень, с которым можно связать объекты.
object_maxlevel	Максимальный уровень, с которым можно связать объекты.
esquisse	Изображение (файл)
esquisse_name	Имя файла изображения
list_characteristics	Список характеристик справочника
item_id_template	Шаблон кода объекта в справочнике
apl_classifier_level	Элемент структуры справочника
system	Ссылка на справочник, элементом структуры которого является данный.
id	Обозначение
name	Наименование
description	Описание
parent	Родительский элемент структуры справочника
childs	Входящие элементы структуры справочника. Атрибут обратный parent.
next_index	Следующий номер объекта по порядку, который будет дан новому добавляемому объекту.
forms	Список форм, которые допустимы для создания объектов в данном элементе классификации и ее потомках
esquisse	Изображение (файл)
esquisse_name	Имя файла изображения

list_characteristics	Список характеристик справочника
apl_classifier_association	Связка объекта с элементом структуры справочника
id	Код объекта в справочнике
index	Номер объекта в элементе структуры справочника
system	Ссылка на справочник
classifier	Ссылка на элемент структуры справочника
item	Ссылка на объект
apl_characteristic_and_type	Характеристика элемента структуры справочника
characteristic	Характеристика.
type	Тип характеристики.
required	Обязательная или нет.
base_item	Ссылка на справочник или элемент структуры справочника. Атрибут обратный list_characteristics.