VWL: Veda Workflow Language

Бушенев В.А., Карпов Р.К.
ООО Смысловые Машины
Россия. Республика Коми. Сыктывкар.

Аннотация. После анализа существующих языков моделирования потоков работ (workflow), мы остановились на таком замечательном языке как YAWL. Язык YAWL создан на основе математическом аппарате сетей Петри, однако для преодоления ограничений последних, был обогащен дополнительными механизмами по управлению потоками и преобразованию данных. Созданная спецификация в YAWL представляется в XML формате. YAWL не представлен как самостоятельный язык, а базируется на комплексе включающем в себя компоненты редактора сетей, движка исполнения и хранилища. Такой подход хорош своей комплексностью. Однако, в силу технических ограничений, а также применение онтологий как базового элемента описания и хранения данных в Veda, мы не имели возможности применить это решение для разработанной нами системы. Поэтому, мы пошли путем создания своего луна-парка/языка. Язык VWL внешне напоминает YAWL, заимствует некоторые его идеи и термины, и также имеет графический редактор сетей, среду исполнения и хранения. В этом документе приводится описание языка и его элементов как в графическом виде используя визуальные примитивы, так и в семантическом виде с помощью один из форматов представления онтологии.

Описание.

Часто встречающиеся конструкции по управлению потоками работ можно назвать шаблонами. В настоящее время считается что для описания большинства бизнес задач достаточно 20 различных шаблонов:

Шаблон 1. Последовательность (последовательная маршрутизация)
Шаблон 2. Параллельное расщепление (разветвитель, параллельная маршрутизация, И-расщепление)
Шаблон 3. Синхронизация (И-объединение, рандеву, синхронизатор)
Шаблон 4. Эксклюзивный выбор (XOR-расщепление, условная маршрутизация, выбор, решение)
Шаблон 5. Простое соединение (XOR-объединение, асинхронное объединение, соединение)
Шаблон 6. Множественный выбор (условная маршрутизация, ИЛИ-выбор)
Шаблон 7. Синхронизирующее соединение
Шаблон 8. Множественное соединение
Шаблон 9. Дискриминатор
Шаблон 10. Произвольные циклы (петли, итерация, цикл)
Шаблон 11. Явное завершение
Шаблон 12. Множественные экземпляры без синхронизации
Шаблон 13. Множественные экземпляры с априорным знанием во время разработки
Шаблон 14. Множественные экземпляры с априорным знанием во время выполнения
Шаблон 15. Множественные экземпляры без априорного знания во время выполнения
Шаблон 16. Отложенный выбор (внешний выбор, неявный выбор)
Шаблон 17. Чередующаяся параллельная маршрутизация (неупорядоченное выполнение)
Шаблон 18. Веха (этап, тестовая дуга, условное состояние, предельный срок)
Шаблон 19. Отмена активности
Шаблон 20. Отмена экземпляра

Большая часть из этих шаблонов по управлению потоком работ может быть реализована с помощью VWL.

Агентами могут быть как пользователи системы, так и программные скрипты.
Реализация данного языка является надстройкой системы Veda, самостоятельное функционирование вне ее не предусмотрено. Созданная на языке VWL спецификация потока работ называется сетью. Сеть представляет собой набор индивидов хранящихся в системе Veda. С помощью графического редактора доступно визуальное моделирование сети. Созданная сеть может быть исполнена в среде системы Veda, с помощью программой надстройки Veda Workflow Engine.

* использование данной документации требуется изучения базовых понятий системы Veda.
* примеры индивидов описываются в формате Terse RDF Triple Language
* онтология VWL + VWE описана в http://semantic-machines.com/veda/veda-workflow

Veda Workflow Language

v-wf:Net: сеть, состоит из элементов сети, поток выполнения направлен от v-wf:InputCondition к v-wf:OutputCondition

элементы схемы сети:

 *v-wf:Condition*: узел, может иметь входящие и исходящие потоки

 *v-wf:InputCondition*: стартовый узел с которого начинается выполнение сети

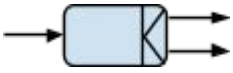
 *v-wf:OutputCondition*: в этом узле заканчивается исполнение сети

 *v-wf:Flow*: поток, имеет направление и может иметь условие для перехода к узлу либо задаче

 *v-wf:Task*: задача, служит для описания каким образом формируются задания для агентов, а так-же описываются условия обработки результатов работы агентов

возможные модификации задачи по управлению потоками:

 *XOR разделение* потоков

 *AND разделение* потоков

OR разделение потоков

XOR *слияние* потоков

AND *слияние* потоков

OR *слияние* потоков

структуры описывающие поведение элементов сети:

- *v-wf:VarDefine*: переменная, имеет имя и может иметь указание области видимости, в применении относительно сети может иметь модификатор, входящей, исходящей, либо локальной
- *v-wf:Mapping*: конструкции описывающая как следует заполнять переменную
- *v-wf:ExecutorDefinition*: задает исполнителей для указанной задачи
- *v-wf:Transformation*: структура из набора правил преобразования массива индивидов в новый массив индивидов

VWL в примерах.

В следующих примерах будет описано поэтапное создание сети от простой до сложной.

пример 1. самая простая сеть, ничего полезного не делает.

Создание сети.
главное меню: Документ->Создать, в открывшемся шаблоне, в поле тип набрать “сеть”, и выбрать из списка элемент <Сеть>. Далее следует соединить InputCondition и OutputCondition потоком (стрелочка --->). Зададим имя сети в поле [наименование]: “пример сети 1”

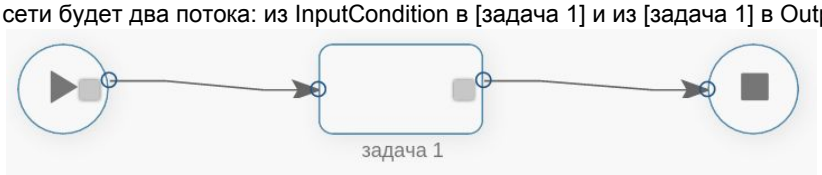
Первая наша сеть готова. Для запуска сети потребуется стартовая форма. Документ->Создать, в открывшемся шаблоне, в поле тип набрать “стартовая” и выбрать из списка <Стартовая форма>, в поле [Для сети...] найти нашу сеть “пример сети 1”, далее в поле [статус документооборота] внести значение <Ожидает отправки>. После нажатия кнопки сохранить, наша сеть будет запущена на исполнение.

Как проверить результаты исполнения: меню поиск, выбрать из списка <экземпляры маршрута>. Здесь будет список найденных экземпляров запущенных процессов. Найдем наш - “экземпляр маршрута :пример сети 1” и откроем его:

OutputCondition окрашен в красный цвет, это означает что процесс по этой сети был выполнен.

пример 2. сеть с одной пустой задачей, так-же ничего полезного не делает:

Создадим новую сеть аналогично примеру 1, однако в новую сеть мы добавим задачу. Так же в новой сети будет два потока: из InputCondition в [задача 1] и из [задача 1] в OutputCondition.



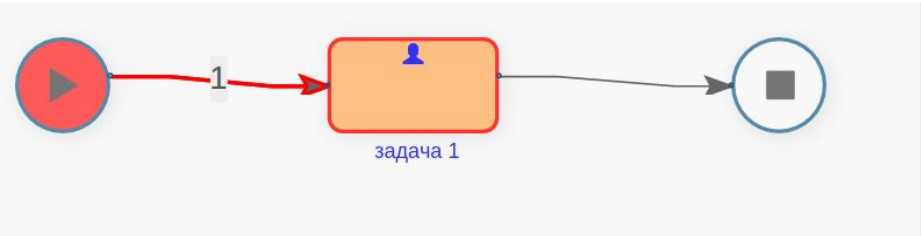
Запустим сеть аналогично примеру 1:

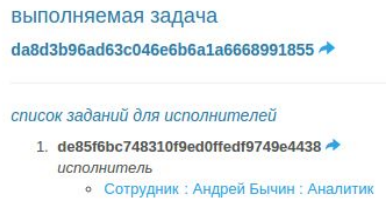
Видно что исполненная задача отмечена зеленым цветом. Если выделить какой либо из элементов сети, то в правой панели будет подробная информация о состоянии элемента сети относительно его исполнения.

пример 3. сеть которая в которой исполнителем указан сотрудник

Создадим новую сеть аналогично примеру 2, укажем в качестве [исполнителя] конкретного человека: Андрей Бычин: Аналитик

Запустим сеть:





Видно что выполнение в отличии от примера 2, остановилось на задаче 1.
Однако если мы поищем задачи, которые должны прийти сотруднику Андрею, там ничего не будет. Это связанно с тем что движок workflow довольно абстрактен и ничего не знает о том как должны выглядеть формы задач (v-wf:DecisionForm) на которые должен отвечать пользователь. А пустую форму движок пока не умеет создавать. В данной ситуации можно и вручную продвинуть исполнение сети, но это потребует детальных технических знаний о внутренностях движка. Что будет описано ниже в разделе *“Veda Workflow Engine, как это работает.”*

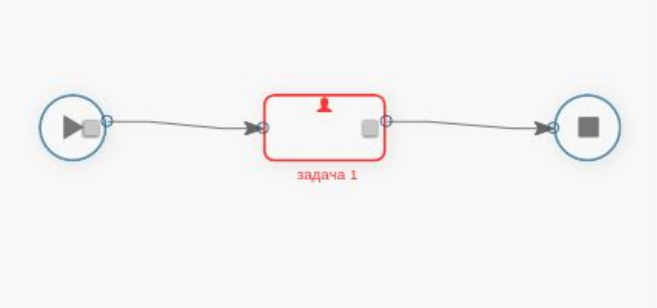
пример 4. сеть которая выдает задание сотруднику

Для того чтобы создать форму ответа на задачу, нам потребуется структура *v-wf:Transform*. С помощью *v-wf:Transform* мы зададим правила трансформации которые сформируют для нас пользовательскую форму ответа на задачу.

Загрузим в систему следующий фрагмент онтологии:

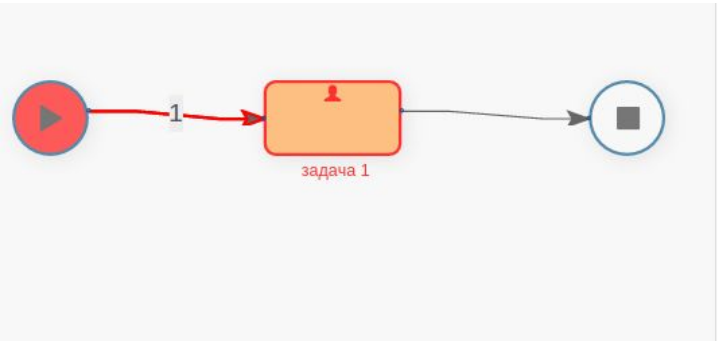
```
:net4-tr1
   rdf:type v-wf:Transform ;
   rdfs:label "создание формы ответа на задачу, net4"^^xsd:string;
   v-wf:transformRule :net4-tr1-r1 ;
.

:net4-tr1-r1
   rdf:type v-wf:Rule ;
   v-wf:segregateElement "contentName('@')" ;
   v-wf:aggregate    "putUri ('rdf:type', 'v-wf:DecisionForm')";
   v-wf:aggregate    "putUri ('rdf:type', 'mnd-wf:UserTaskForm')";
   v-wf:aggregate    "putString ('rdfs:label', 'задание')";
   v-wf:aggregate    "putBoolean ('v-wf:isCompleted', false)";
   v-wf:aggregate    "putExecutor ('v-wf:to')";
   v-wf:aggregate    "putWorkOrder ('v-wf:onWorkOrder')";
   v-wf:aggregate    "putUri ('v-wf:possibleDecisionClass', 'v-wf:DecisionAchieved')";
   v-wf:aggregate    "putUri ('v-wf:possibleDecisionClass', 'v-wf:DecisionNotPerformed')";
.
```

Как этот пример преобразования работает: индивид типа v-wf:Transform, содержит одно или более правил преобразования данных v-wf:Rule. Когда подойдет время выполнения элемента *задача 1*. Будет проверено поле [*трансформация для создания формы решения*], и при наличии правил преобразования данных, выполнится указанная трансформация. На вход трансформации будет подан массив переменных исполняемой задачи. Так как мы сами не задавали никаких переменных в сети или задаче, массив будет содержать только одну переменную *curTask*, которую создает сам движок workflow.
Поле [*v-wf:segregateElement*] содержит js выражение, который отфильтрует только одно поле ‘@’ из всех полей содержащихся в переменной curTask. Далее будут выполнены все выражения из поля [*v-wf:aggregate*]. Результатом их исполнения будет индивид типа v-wf:DecisionForm, так-же движком будут выданы права для исполнителя на изменение этого индивида. Более подробно о преобразовании данных в разделе Трансформация: как это работает.
и ссылку на :net4-tr1, впишем в элемент сети *задача 1*, в поле [*трансформация для создания формы решения*]



Элемент сети	td:net4-t1
объединение	None
разветвление	None
трансформация для создания формы решения	создание формы ответа на задачу, net4
исполнитель	Андрей Бычин

запустим сеть:



выполняемая задача

df71b2f27f3ad5cb2c163d55b4a66b623

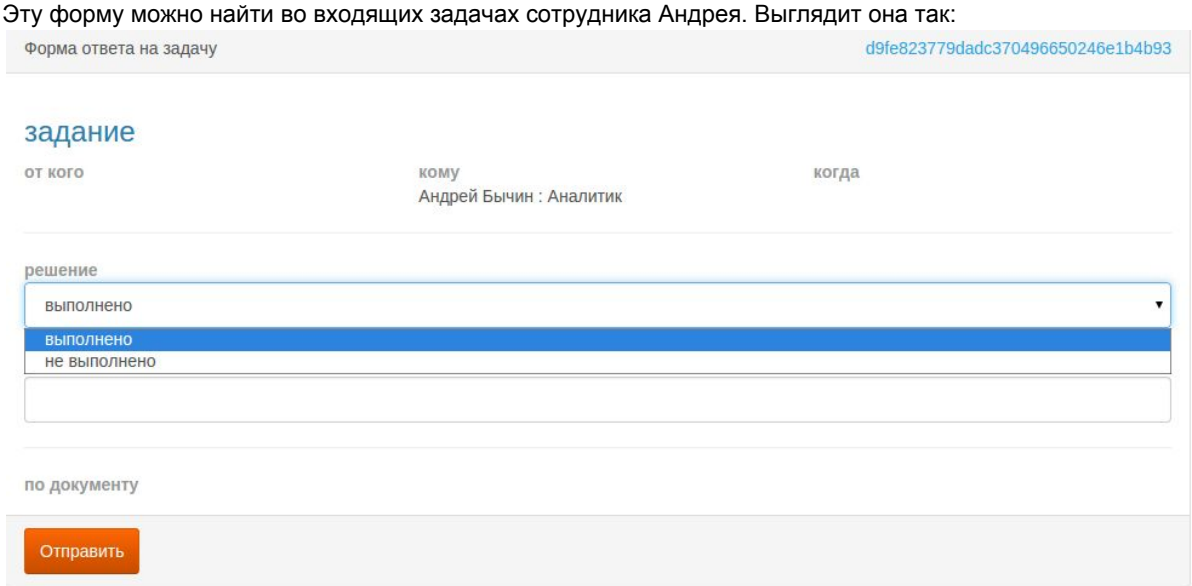
список заданий для исполнителей

1. **dcd0127296eb25a5d271a200c8373bc82**
   исполнитель
   - Сотрудник : Андрей Бычин : Аналитик

   список порожденных пользовательских форм
   - Форма решения Форма ответа на задачу : задание

Видно что в правой информационной панели появилась ссылка на созданную пользовательскую форму.

Эту форму можно найти во входящих задачах сотрудника Андрея. Выглядит она так:



Сразу бросается в глаза что в задаче не указанно от кого она пришла и что собствнно нужно сделать, в следующем примере добавим это.

пример 5. сеть которая выдает задание сотруднику с указанием от кого и что следует сделать.

Если в предыдущих примерах, для нашей сети не требовались входные параметры, то в этом примере зададим два входных параметра, первый - кто запустил сеть и сообщение о том что нужно сделать.

Для этого нам понадобится такая сущность, как переменная.

v-wf:Variable это переменная, которая имеет имя, значение и область видимости. Переменные можно задать как для сети, так и для каждой из задач.

Описываются переменные конструкцией v-wf:VarDefine, это описание безотносительно сети или какого либо ее элемента.

Создадим переменную *initiator.*

Трансформация: как это работает.

Алгоритм работы трансформации простой: вычленяем из входной информации только нужное нам, преобразуем отобранное, и последним этапом группируем.

Рассмотрим детальнее этот процесс.На вход функции трансформации подается массив индивидов, и ссылку на правила преобразования. На выходе будет новый массив индивидов. При этом размер выходного массива может быть как меньше входного так и больше, либо не меняются. Другими словами, к примеру, мы можем сделать из одного индивида несколько, либо наоборот из нескольких одного.

Фазы преобразования данных:

A. фильтрация информации на уровне индивидов и их полей
B. преобразование полей и сохранение новых во временный буфер
C. группировка полей
D. создание новых индивидов

Первые две фазы исполняются столько раз, сколько у нас есть полей во всех индивидах, иначе говоря алгоритм обходит все поля всех исходных индивидов используя два вложенных друг в друга цикла. Далее текущий обрабатываемый в цикле индивид будем называть ***объект***, а текущее поле во сложенном - ***элемент***.

Класс трансформации v-wf:Transform содержит в себе ссылки на правила преобразования v-wf:Rule которые в свою очередь описывают выражения для фаз преобразования -
v-wf:segregateObject - фильтрация индивидов
v-wf:segregateElement - фильтрация полей
v-wf:aggregate - преобразование полей
v-wf:grouping - группировка

Доступные js функции по фазам:

A. фильтрация по индивидам: v-wf:segregateObject [expression == true/false]

- objectContentStrValue (name, value) - обьект содержит поле [name] с содержимым [value]

A. фильтрация по полям: v-wf:segregateElement [expression == true/false]

- contentName (name) - элемент имеет имя [name]
- elementContentStrValue (name, value) - элемент имеет имя [name] и содержит строковое значение [value]

B. преобразование: v-wf:aggregate [expression == {data: xxx; type: ttt}]

- getElement () - возвращает значение элемента
- putFieldOfIndividFromElement (name, field) - сохраняет в буфер поле с именем [name] взятое из поля [field] индивида найденного в базе по ссылке содержащейся в значении элемента
- putElement (name) - сохраняет в буфер поле с именем [name] и значением из элемента
- putFieldOfObject (name, field) - сохраняет в буфер поле с именем [name] взятое из поля [field] объекта
- putUri (name, value) - сохраняет в буфер поле с именем [name] и значением [value] и типом Uri
- putString (name, value) - сохраняет в буфер поле с именем [name] и значением [value] и типом String
- putBoolean (name, value) - сохраняет в буфер поле с именем [name] и значением [value] и типом Boolean
- putExecutor (name) - сохраняет в буфер поле с именем [name] ссылки на исполнителей сети
- putWorkOrder (name) - сохраняет в буфер поле с именем [name] ссылки на рабочее задание

Пример 1: преобразование - много -> один

допустим у нас есть массив из нескольких индивидов:

```
tst:individual1
        rdf:type tst:colorA ;
        rdfs:label "red" ;
```

```
        v-s:login "BychinA" .

tst:individual2
        rdf:type tst:colorB ;
        rdfs:label "green" ;
        v-s:login "KarpovR" .

tst:individual3
        rdf:type tst:colorA ;
        v-s:login "KarpovR" .

tst:individual4
        rdf:type tst:typeA ;
        rdfs:label "long" .
```

а нам нужен один индивид (xxxn - любой id), содержащий некоторые поля из нескольких индивидов:

```
:xxx1
        rdf:type :typeX ;
        tst:colorA "red" ;
        tst:colorB "green" ;
        tst:typeA "long" .
```

Для начала отфильтруем нужные нам индивиды:

v-wf:segregateObject "objectContentStrValue ('rdf:type', 'colorB') || objectContentStrValue ('rdf:type', 'colorA')"

Далее отфильтруем нужные поля: *v-wf:segregateElement "contentName('rdf:type')"*

Теперь преобразуем данные: *v-wf:aggregate "putFieldOfObject (getElement(), 'rdfs:label')"*

А так-же добавим тип для нового индивида: *v-wf:aggregate "putUri ('rdf:type', ':typeX')";*

итого получилось правило:

```
tst:transformation1
        rdf:type v-wf:Transform ;
        v-wf:transformRule tst:rule1, tst:rule2.

tst:rule1
        rdf:type v-wf:Rule ;
        v-wf:segregateObject "objectContentStrValue ('rdf:type', 'colorB') || objectContentStrValue ('rdf:type', 'colorA')" ;
        v-wf:aggregate "putFieldOfObject (getElement(), 'rdfs:label')" ;
        v-wf:grouping "1".

tst:rule2
        rdf:type v-wf:Rule ;
        v-wf:segregateObject "objectContentStrValue ('rdf:type', 'colorB') || objectContentStrValue ('rdf:type', 'colorA')" ;
        v-wf:aggregate "putUri ('rdf:type', ':typeX')";
        v-wf:grouping "1".
```

Пример 2: преобразование - один -> много

дано:

```
tst:individX
        rdf:type :typeX ;
        tst:color "red" ;
        tst:color "green" ;
        tst:color "blue" .
```

требуется получить:

```
:xxxx1
```

```
        rdf:type :typeY ;
        tst:color "red" .

:xxxx2
        rdf:type :typeY ;
        tst:color "green" .

:xxx3
        rdf:type :typeY ;
        tst:color "blue" .
```

В этом примере нам не понадобится v-wf:segregateObject так как фильтровать объекты не нужно, входящий массив содержит один индивид.

правило:

```
tst:transformation2
        rdf:type v-wf:Transform ;
        v-wf:transformRule tst:rule21 .

tst:rule21
        rdf:type v-wf:Rule ;
        v-wf:segregateElement "contentName('tst:color')" ;
        v-wf:aggregate        "putUri ('rdf:type', ':typeY')";
        v-wf:aggregate        "putElement ('tst:color')".
```

VWE: Veda Workflow Engine

Бушенев В. А. Максименко В. В.
ООО Смысловые Машины
Россия. Республика Коми. Сыктывкар.

Аннотация.

почему был выбран для движка принцип триггерный обработки

Ограничения данной реализации:

- OR и XOR слияния потоков не реализованы.
- Агентами являются v-s:Appointment и v-s:Codelet

Veda Workflow Engine, как это работает.

объекты VWE:

- *v-wf:StartForm*: стартовая форма с исходными данными процесса
- *v-wf:Process*: процесс, описывает запущенный экземпляр сети *net*
- *v-wf:WorkItem*: рабочий элемент, описывает запущенный экземпляр задачи *task*
- *v-wf:WorkOrder*: рабочее задание для конкретного исполнителя
- *v-wf:DecisionForm*: форма ответа(решения) пользователя
- *v-wf:Variable*: экземпляр переменной

принцип работы VWE:

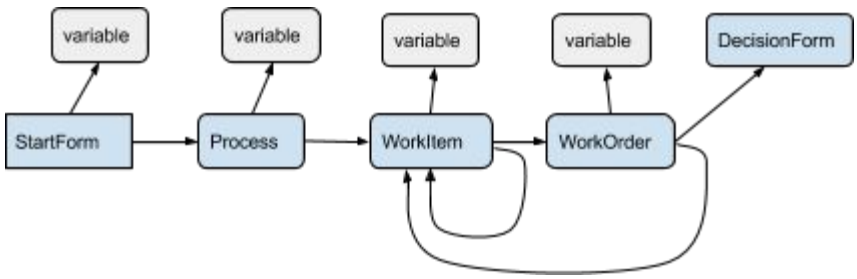
Онтологии и javascript работающий на стороне сервера, позволяющий исполнять схемы описанные на VWL

В основе работы VWE лежит - такое свойство системы veda, как возможность исполнения заданного javascript по событию создания либо изменения индивида, это аналог триггеров в SQL базах данных.

Таким образом обработка сети начинается с индивида типа v-wf:StartForm, которая порождает v-wf:Process, который в свою очередь находит в сети v-wf:InputCondition и порождает для него WorkItem. Последний порождает в зависимости от ситуации либо снова v-wf:WorkItem, либо v-wf:WorkOrder, которые обрабатывают агенты, и помещают в них результаты своей деятельности. Обработка v-wf:WorkOrder порождает v-wf:WorkItem. Заканчивается выполнение сети обработкой элемента сети типа v-wf:OutputCondition, в процессе обработки этого элемента, ни каких новых v-wf:WorkItem не порождается. А значит далее нечего выполнять касательно данной сети.

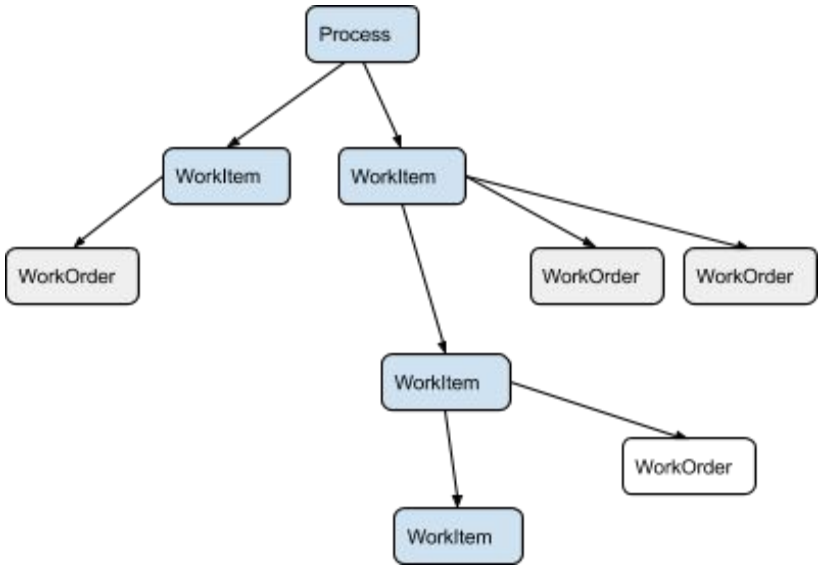
Схематично процесс порождения объектов можно представить в виде диаграммы.

рис 1.



все созданные индивиды в процессе обработки связываются друг с другом, таким образом создается дерево выполнения сети, которое можно обойти для дальнейшего анализа.

рис 2.



Теперь детальнее о каждом этапе исполнения сети.

1. старт сети

исполнение сети начинается с обработки события создания индивида типа v-wf:StartForm, это стартовая форма запуска процесса, она обязана содержать следующие поля:
v-s:hasStatusWorkflow = v-s:ToBeSent
v-wf:forNet - указание, какая сеть должна быть запущенна
v-wf:useTransformation - указание на правила преобразования данных, подготавливающие переменные сети, обычно они формируются из других полей данной стартовой формы.
В процессе обработки стартовой формы будет создан процесс из v-wf:forNet, а так-же необходимые переменные, согласно правилам преобразования (v-wf:useTransformation). Переменные будут привязаны к процессу в поле v-wf:inVars. Обработка стартовой формы закончена.

2. обработка экземпляра v-wf:*Process*

Первым шагом обработки создаются локальные переменные для текущего процесса, затем в сети которую представляет процесс, происходит поиск элемента типа v-wf:InputCondition. Для такого элемента подготавливается экземпляр v-wf:WorkItem, который связан с обрабатываемым процессом и его сетью, а тек-же привязан к найденному элементу типа v-wf:InputCondition.
Вновь созданный экземпляр v-wf:WorkItem привязывается к текущему процессу через поле v-wf:workItemList. Экземпляр v-wf:WorkItem сохраняется в базе данных. Обработка процесса закончена.

3. обработка экземпляра v-wf:*WorkItem*

если поле v-wf:isCompleted == true, то обработка прекращается.

рассматривается поле v-wf:join, если == v-wf:AND, Так как каждая из входящих задач порождает v-wf:WorkItem для текущей задачи, то данная проверка на v-wf:join == v-wf:AND, будет происходить каждый раз. Далее найдем все v-wf:WorkItem порожденных от задач имеющих выходы к текущей задаче и проверим все ли они были успешно завершены, если да, то продолжим обработку, иначе закончим обработку.
! тут нужно обратить внимание, что из всех входов от других задач, пройдет дальше только один из них, первый из списка, и для отслеживания по дереву выполнения сети нужно будет один из путей.

Далее, если тип элемента == v-wf:Task выполняется формирование входящих переменных задачи из поля v-wf:startingMapping.

> здесь происходит вычисление исполнителей (агентов) для задачи, данные для вычисления берутся из поля v-wf:executor. Здесь могут быть индивиды трех типов: v-s:Appointment, v-wf:Codelet, v-wf:executorExpression. Последний представляет собой javascript выражение результатом работы которого будет список из индивидов типа v-s:Appointment или v-wf:Codelet.

По по каждому элементу из списка исполнителей будут порождены задания: экземпляры типа v-wf:WorkOrder. В каждом из них будет указание на текущий рабочий элемент, на исполнителя, а так-же если задача содержит указание на под-сеть, то она будет указана в рабочем задании. Если не было найдено ни одного исполнителя, то будет сформировано пустое рабочее задание. Список сформированных рабочих заданий будет включен в текущий рабочий элемент в поле v-wf:workOrderList, в дальнейшем этот список будет использоваться для определения, все ли рабочие задания были исполнены.
На этом обработка завершается.

Если тип элемента == v-wf:InputCondition
происходит выбор следующих элементов из полей v-wf:hasFlow->v-wf:flowsInto и порождение для каждого из них соответствующих рабочих элементов.

Если тип элемента == v-wf:OutputCondition

если был указан v-wf:parentWorkOrder то выполняется формирование переменных по условиям из поля v-wf:completedMapping которые сохраняются в [v-wf:parentWorkOrder]->v-wf:outVars. В случае отсутствия условий для формирования переменных в v-wf:outVars помещается v-wf:complete. Далее в рабочий элемент помещается поле v-wf:isCompleted = true.

4. *обработка экземпляра* v-wf:*WorkOrder*

[Обработка новых рабочих заданий]
Здесь берутся только необработанные рабочие задания.
если не указаны исполнители, то в исходящие переменные (v-wf:outVars) заносится v-wf:complete.

если тип исполнителя v-s:Codelet, то проводим прямое исполнение заданного скрипта и тут же обрабатываем результаты его работы, путем преобразования результатов в переменные с помощью указаний в v-wf:completedMapping и помещения их в v-wf:outVars далее переходим к [Обработка результатов рабочих заданий].

если тип исполнителя v-s:Appointment, то производим формирование DecisionForm для пользователя, с помощью правил трансформации указанных v-wf:startDecisionTransform. Так же выдаются права исполнителям на редактирование вновь созданных DecisionForm

если исполнитель v-wf:Net или указано что используется подсеть (v-wf:useSubNet == true), то генерируем новый под-процесс.

Обработка завершена.

[Обработка результатов рабочих заданий]

5. обработка экземпляра DecisionForm

если v-wf:isCompleted == true или поле v-wf:takenDecision не заполнено, то обработка завершается