

УДК: 681.3.06

АНАЛИЗ СРЕДСТВ РАЗРАБОТКИ ВИЗУАЛЬНЫХ BPMN МОДЕЛЕЙ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Власов А. И., Журавлева Л. В., Казаков В. В.

Россия, г. Москва, Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана, (НИУ),
кафедра "Проектирование и технология производства ЭА"

Аннотация:

В данной работе представлен сравнительный анализ визуальных методов моделирования IDEF (Integrated DEFinition) и BPMN (Business, Process, Model and Notation). Проведен анализ применения визуального метода BPMN в активных системах. Дан анализ базовых инструментов визуального метода BPMN: модель, диаграмма, элементы. Рассмотрены вопросы применения визуальных инструментов для моделирования технологической подготовки производства изделий электронной техники. Показано, что на каждом из этапов сквозного проектирования, технологической подготовки производства и серийного выпуска информация об изделии может быть представлена в виде визуальных моделей определенного уровня детализации.

Ключевые слова: системный анализ, визуальные инструменты, активные системы, IDEF, BPMN, технологическая подготовка производства, Business Process Model and Notation

UDC: 681.3.06

APPLICATION OF BPMN VISUAL INSTRUMENTS IN MODELING TECHNOLOGICAL PREPARATION OF PRODUCTION

Vlasov A.I., Zhuravleva L.V., Kazakov V.V.

Russia, Moscow, Bauman Moscow State Technical University N.E.

Abstract

This paper discusses the use of visual tools of the BPMN method for modeling the technological preparation of the production of electronic equipment. A comparative analysis of the visual methods IDEF and BPMN is presented. BPMN analysis was carried out and its advantages over other visual methods were

examined. The basic BPMN toolkit is described: model, diagram, elements. The effectiveness of obtaining integrated assessments of structural and technological solutions using BPMN at all stages of the life cycle is evaluated. It is shown that at each of the stages of development, technological preparation of production and serial production, product information can be interpreted as a visual model of a certain level of detail.

Keywords: system analysis, visual tools, active systems, IDEF, BPMN, technological preparation of production, Business Process Model and Notation

ВВЕДЕНИЕ

Решение задач системного проектирования предполагает построение модели рассматриваемой системы, наиболее адекватной предметной области - т.е. такое ее формализованное описание, которое пригодно для цифровой обработки и обладающее гибкостью, полнотой, структурированностью и не противоречивостью. Важной задачей является правильное применение методов проектирования сложных систем, характеризующихся своими интеллектуальными ресурсами, методами и средствами формализации, хранения, обработки и передачи информации в них. При этом под **сложной системой** будем понимать такую, в модели которой недостаточно информации для эффективного управления этой системой [1-4]. Термин "сложная система" в литературе неоднозначен. Можно отметить разные подходы к его трактовке. Так, Г.Н. Поворов предлагает относить к сложным – системы, имеющие 104-107 элементов, к ультросложным - системы, состоящие из 107-1030 элементов, и к суперсистемам – системы из 1030-10200 элементов [5]. Основной недостаток такого подхода в том, что данное определение сложности является относительным, а не абсолютным. Английский ученый С. Бир предлагает к сложным системам относить системы, описываемые на языке теоретико-вероятностных методов (мозг, экономика, форма и т.п.) [6].

Будем полагать, что наиболее четким определением сложных систем является определение, данное, в [1]: сложной системой называется система, в модели которой недостаточно информации для эффективного управления этой системой. Следовательно, можно констатировать, что признаком простоты системы является достаточность информации для ее управления. Если же результат управления, полученный с помощью модели, возможно, будет неожиданным, то такую систему относят к сложной. Для перевода системы в разряд простой необходимо получение недостающей информации о ней и включение ее в модель. Одним из инструментов такого

преобразования «сложная система» - «простая система» являются методы визуального моделирования.

Визуальное представление предметной области, в том числе и описания сложных систем в частности, строится на принципах когнитивности, конвергенции (от английского *convergence* — схождение в одной точке) и инкапсуляции. Широко распространенные методы разработки визуальных схем сложных технических систем предоставляют удобный инструментарий для создания, изменения и редактирования визуальных моделей в цепочке «модель – диаграмма - компонент». Под визуальным моделированием будем понимать совокупность методов, которые используют метафоры визуализации, позволяют представлять объект с разных точек зрения и могут применяться для описания объекта моделирования. Метафоры визуализации это сопоставление абстрактных или реальных объектов зрительно воспринимаемым образам. Языки визуального моделирования в свою очередь образованы фиксированными наборами метафор и правилами построения из них визуальных моделей.

На каждом из этапов проектирования применяются визуальные модели с соответствующим уровнем абстракции и детализации. На начальных стадиях проектирования используется абстрактное визуальное моделирование, представляющие рассматриваемые системы в обобщенном виде (концептуальное моделирование). На этом этапе используются менее формализованные методы, так как его основная цель - создать самую простую обобщенную модель предметной области.

Сложные системы состоят из большого числа частей и большого количества связей между ними. Чем количество связей больше, тем труднее поддается предмет исследования достижению конечного результата - выведению закономерностей функционирования данного объекта с целью обеспечения эффективности деятельности.

Исследуемые системы группируются по своему виду. Так, к техническим системам относят целостную совокупность конечного числа взаимосвязанных материальных объектов, имеющих последовательно взаимодействующие сенсорную и исполнительную функциональные части, определенное поведение в пространстве устойчивых состояний и способность, при нахождении хотя бы в одном из них, самостоятельно выполнять в штатных условиях предусмотренные функции.

Производственная система – это интегрированная система, которая, в общем случае, охватывает все компоненты жизненного цикла изделий от формирования технической идеи, проектирования, производства, сбыта, эксплуатации и до утилизации.

В отдельный класс выделяют активные системы, функционирование которых зависит от другой системы. Исходя из энергетического определения,

**ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ BPMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)**

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

активной системой считается такая система, для управления работой которой требуется дополнительный источник энергии (внешнее воздействие). Одним из самых ярких активных элементов системы является человеческий фактор. Теория активных систем с позиции учета активности человека развивалась с начала 70-х годов [7, 8]. В последнее время учет деятельности человеческого фактора отражается в организационных (социальных (когда функциями активности обладают уже социальные группы)) системах, задача управления которыми является одной из самых сложных задач теории управления. Социальная система – это целостное образование, основными элементами которого являются индивидуумы, а также их устойчивые связи, взаимодействия и отношения, формирующиеся на основе совместной деятельности.

Современный характер рассмотрения сложных систем определяет проблемы анализа протекающих в них процессов, трудоемкости построения формального описания, хранения и обработки знаний об объектах и процессах этих систем. Поиск решения данных проблем в настоящий момент построен вокруг использования визуального моделирования и проектирования в качестве основного инструмента генерации, хранения и обработки знаний о системе [9].

Так в работе [10] показана целесообразность при разработке перспективных технологий ракетно-космической техники создания групп функционального анализа и оптимизации бизнес-процессов, которые используют в своей работе средства визуальной аналитики, например, стандартизованные на уровне ГОСТ методы IDEF (I-CAM DEFinition или Integrated DEFinition) [11].

В работе [12] рассмотрены особенности использования визуальных инструментов нотации BPMN (Business Process Model and Notation – модель и нотация бизнес-процессов) для управления инженерными расчетами. В работе даны рекомендации по реализации подходов к автоматизации процессов управления расчетами и интеграции в единую информационную среду предприятия. Это позволяет создавать интегрированные "системные оболочки" для управления расчетными данными и процессами расчетных обоснований на примере предприятий атомной.

В работах [13 - 15] систематизированы подходы к визуальному анализу сложных систем в условиях синхронных технологий проектирования. На данный момент создано немало качественных, удобных и уже широко распространенных визуальных методик, основным недостатком которых остается слабая связь с методиками моделирования функциональной бизнес логики, процессов организаций и т.п.. Наиболее известные и часто применяемые методы проектирования приведены на рис 1.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ VRMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.



Рисунок 1 – Основные методики визуального проектирования инфосистем

В общем случае под визуальным проектированием сложных систем будем понимать феномен формального описания системного процесса проектирования и самого проекта в виде универсального каллиграфа с возможностью иерархической декомпозиции и вариативности моделей. Инструментами визуального проектирования является совокупность методик (нотаций) использования графических моделей (графическая нотация) и методик формального текстового описания (текстовая нотация), в совокупности со средствами человеко-машинного интерактивного взаимодействия. Этим обеспечивается наглядное и подробное представление характеристик объектов в процессе проектирования, экспертный анализ и оперативное принятие решений.

1. Анализ противоречий визуального проектирование

Термин "**Визуальное проектирование**" подразумевает использование визуальных выражений (графиков, рисунков, пиктограмм, таблиц), которые являются элементами графического языка, в процессе проектирования. То есть этот термин относится к тем системам, которые позволяют представлять знания об объекте проектирования в дву (или более) мерном виде. В основе визуальных методов проектирования лежат визуальные языки и методики (правила – нотации) разработки моделей на их основе. Визуальный язык определен как язык, систематически использующий визуальные значения для описания своих основных объектов в текстовой и графической нотациях. Традиционная классификация визуальных языков проектирования подразделяет их на [13-15]:

– диаграмматические языки, служащие для того, чтобы использовать схемы и диаграммы, как правило, ранее используемые для "бумажного" проектирования;

ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ VRMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

- иконические языки, применяющие естественные образы (пиктограммы) для представления объектов и действий;
- формулярные языки - опирающиеся на использование в проектировании формуляров и бланков документов.

Методика (**нотация**) визуального проектирования – это свод правил и рекомендаций по наилучшему использованию возможностей элементов визуального языка для более полного и адекватного описания проектируемой сложной системы, в частном случае сложной системы.

Объектом представления с помощью визуальных методов проектирования являются знания и данные по конкретной предметной области, описывающие проектируемую сложную систему в формальной форме.

Одним из базовых элементов визуального проектирования является ориентация на **визуальные метафоры**, под которыми понимаются ассоциативная методика, ставящая некоторый изобразительный ряд в соответствие понятиям и объектам данной прикладной области. Метафора отображает не только сущности, но и связи между сущностями. Изменения визуальных объектов или операции над ними должны в каком-то смысле отражать изменения и операции над модельными объектами. Выбор метафоры - это выбор знаковой системы, которая будет использоваться в данной визуальной нотации. Метафора определяет, какие единицы визуального языка должны использоваться для выражения необходимого смысла, как атрибуты модельных сущностей отображаются на атрибуты визуальных элементов языка, какие изменения и каких свойств элемента будут использованы в данном языке, каким образом будет выдаваться на экран эти изменения.

Целью **визуальной метафоры** является создание наглядных зрительных образов, манипуляции с которыми соответствуют операциям над модельными объектами. Роль визуальной метафоры заключается в обеспечении понимания отображаемых сущностей прикладной области, а также в создании новых сущностей на базе внутренней логики самой метафоры.

Стандартизация метафор визуализации позволяет создать договоренности, что те или иные объекты изображаются определенным способом, тем самым задействовав зрительный канал при проектировании и разработке, при передаче знаний о создаваемых и уже созданных и работающих системах. В этом смысле неопределимую пользу оказывает развитие стандартных визуальных языков. **Языки визуального моделирования** - это стандартизованные и формализованные наборы метафор визуализации и правила построения из них визуальных моделей.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ВРМН ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

Моделью называется упорядоченная совокупность формальных объектов (чисел, переменных, векторов, множеств и т.п.) и отношений между ними, отражающая свойства проектируемого объекта. Для проектирования любой системы необходимо иметь ее наиболее адекватную модель - т.е. формализованное описание, пригодное для компьютерной обработки и обладающее гибкостью, полнотой, структурированностью и не противоречивостью.

Однако, следует отметить, что многообразие методов и программных инструментов визуального моделирования, как правило, нацелены на создание моделей систем на абстрактном, структурно-функциональном, информационном или объектном уровнях. При этом средств взаимодействия (миграции данных и знаний) между уровнями модели явно недостаточно или же их нет совсем, т.е. можно говорить о противоречиях визуальных средств моделирования (рисунок 2).

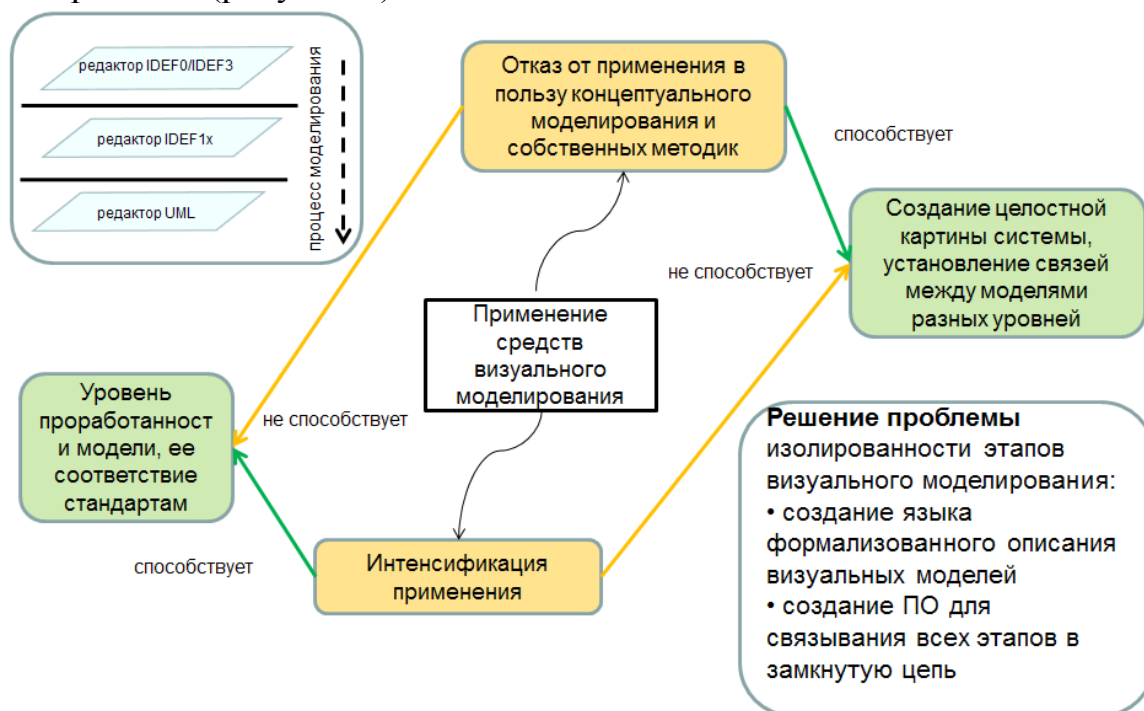


Рисунок 2 – Карта противоречий применения средств визуального моделирования

Отсюда вытекает главный недостаток существующего подхода к применению визуальных средств моделирования - его фрагментарность, особенно изолированность применений визуального анализа и проектирования на разных уровнях моделирования. Можно констатировать, что большинство инструментальных средств визуального моделирования, как правило, обеспечивают описание отдельных компонентов сложных систем, и не имеют средств взаимодействия (миграции данных и знаний) с

другими уровнями представления. Это обуславливает низкую эффективность применения визуального моделирования, в частности при анализе технологических процессов. В качестве главной причины данной проблемы можно указать наличие так называемого семантического разрыва, то есть когда описания отдельных областей предметной области сложно сочетаются между собой [13-15].

Методы визуального проектирования предписывают правила применения визуальных языков для решения тех или иных задач. Методы реализованы в **программных инструментах**, позволяющих удобно работать с визуальными языками. В состав подобных инструментов входят прежде всего графические редакторы, а также средства валидации моделей, генераторы конечного кода по диаграммам и т. д. Данные программные инструменты относятся к классу CASE-систем (Computer Aided Software Engineering). Такие инструментальные средства реализуют выбранную методику, в том числе обеспечивают построение соответствующих моделей с принятой нотацией. Архитектура большинства CASE-систем основана на парадигме «методология — модель — нотация — средства». Цифровая трансформация промышленности все глубже охватывает процессы взаимодействия технических и социальных компонентов, все большую востребованность получают методы, ориентированные на учет социальных аспектов деятельности систем. Одним из таких решений является BPMN (Business Process Model and Notation – модель и нотация бизнес-процессов) [16, 17].

2 Анализ инструментария BPMN 2.0

Этот обзор эквивалентен обзору на хабре <https://habr.com/ru/post/204686/>, надо сделать так, чтобы не было корреляции всего 29% авторского текста, надо сделать 80 на text.ru/

BPMN 2.0 поддерживают целый ряд программно-технических решений. При выборе конкретного инструментария визуального проектирования возникает вопрос критериев оценки и сравнения возможностей, удобства и функциональности различных подходов. Наиболее конкурентоспособным будет наиболее простое по восприятию, интерпретации, обучению, средствам реализации решение. В настоящее время наиболее значимыми и удобными для сравнения характеристиками следует считать отношение метода к итеративной разработке, степень формальности в оформлении рабочих материалов и регламента проведения разработки. Рассмотрим более подробно программный инструментарий для построения визуальных моделей активных системы средствами BPMN.

Visio - решение от Microsoft [18] (рисунок 3), наиболее распространенное из коммерческих продуктов. При выборе конкретного

ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ BPMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

продукта необходимо обратить внимание не только на версию продукта но и на его редакцию. Создавать модели можно практически в любой версии, однако, наличие шаблонов BPMN процессов и проверка схемы на корректность согласно нотации возможна только начиная с Microsoft Visio 2010 в редакции премиум или Microsoft Visio 2013 в редакции профессиональная и выше.

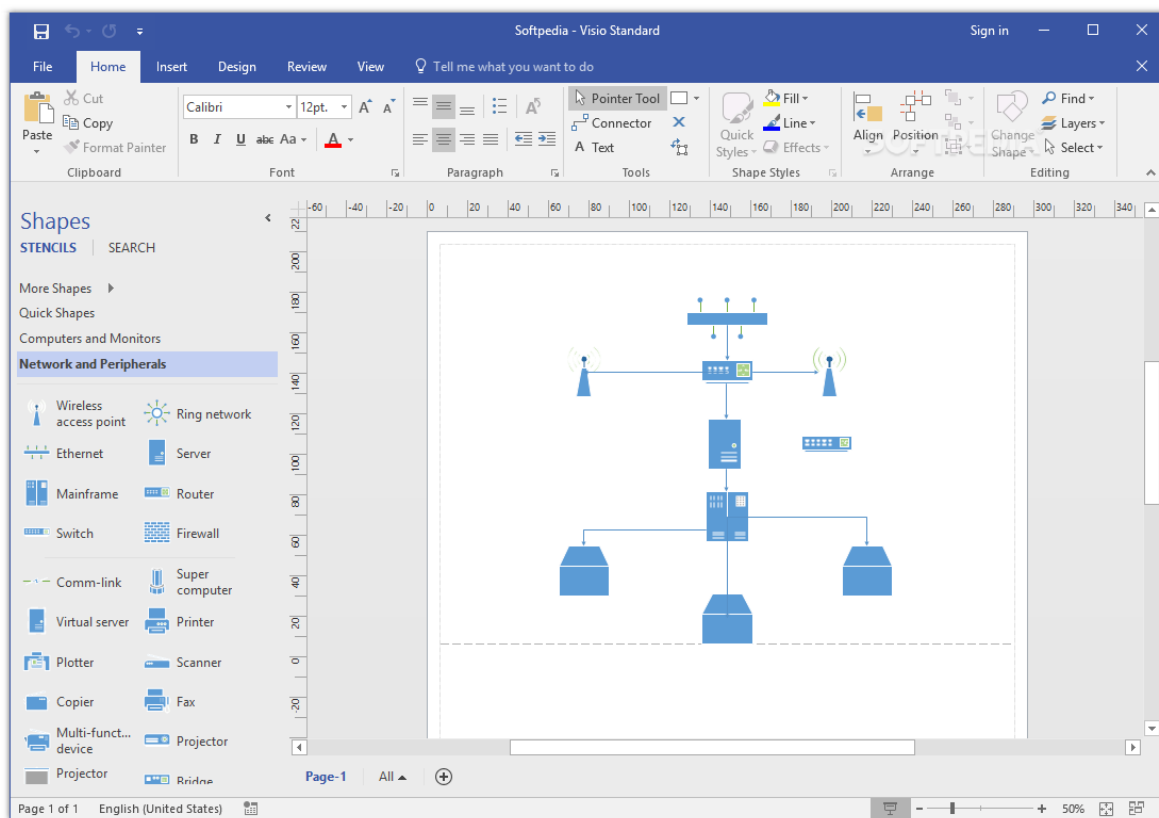


Рисунок 3 – Общий вид рабочего поля программы Visio

По удобству графического редактора данное решение одно из лучших. К основным недостаткам следует отнести отсутствие полной поддержки BPMN в профессиональной редакции Microsoft Visio 2010. Как следствие – неполное соответствие нотации (некоторые элементы отсутствуют) и отсутствие проверки схемы. Полный комплект элементов можно получить, если установить дополнительную библиотеку элементов, например: www.orbussoftware.com/downloads/free-visio-stencils/bpmn-20-visio-stencil-and-template (использование бесплатно) – в ней есть недостающие элементы, дополнительные возможности работы с пулом и т.д.

Для более продвинутых пользователей есть широкие возможности кастомизации (возможности внесения изменений), такие как, ведение своей библиотеки заготовок фрагментов процессов, оформление и др. В настоящее время следует говорить о тенденции глобальной "кастомизации" решений

ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ BPMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

для визуального проектирования. Проверка есть, но не во всех версиях. Симуляции выполнения процесса нет. Есть, в рамках интеграции с Business Studio. К сожалению, нет возможности выгрузить процесс в общепринятых форматах, таких как XPDЛ и BPEL, для использования в сторонних программах. Наверное, самым существенным недостатком с точки зрения процедур визуального проектирования является отсутствие текстовой нотации представления BPMN модели и возможности ее классической иерархической декомпозиции.

Таблица 1 - Сводные характеристики инструментария

№	Название характеристики рисунка 10	Значение характеристики	Примечание
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

С использованием данного инструментария получаются сбалансированные, легко читаемые диаграммы, можно констатировать, что данное решение является хорошим выбором в том случае, если речь идет только о использовании BPMN в качестве генератора красивых диаграмм в документах. Говорить о полнофакторной реализации проектных процедур тут не приходится.

Решение IBM Business Process Manager on Cloud [19] (рисунок 4) является одним из целой линейки различных продуктов, в которых в разной степени поддержана работа с BPMN процессами. В качестве примера рассмотрим «Enterprise architect». Несмотря на солидную историю развития и версию Enterprise architect мало пригодно к применению в современных реалиях.

**ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ BPMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)**

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

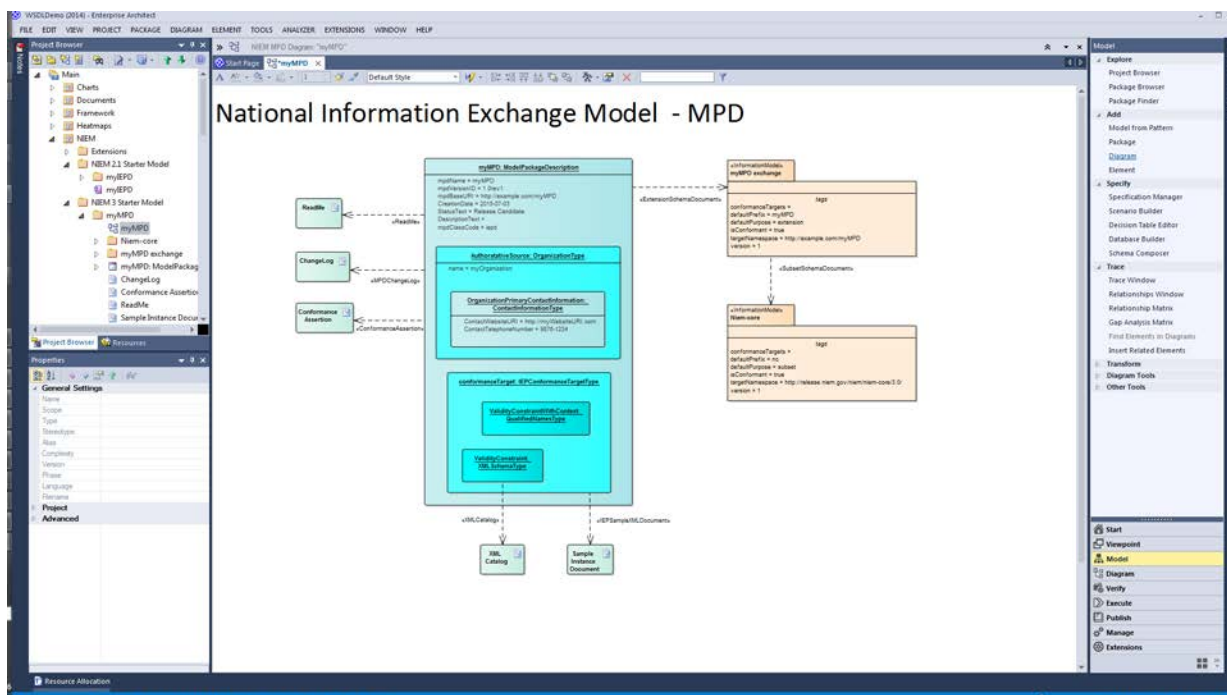


Рисунок 4 – Общий вид рабочего поля программы Enterprise architect

Продукт требует от пользователя по крайней мере в 3 раза больше времени на рисование процесса, чем остальные инструменты. Поддержка нотации BPMN 2.0 скудная. Стараясь уберечь разработчика от потенциальных ошибок в инструменте введено слишком много ограничений, которые явно не декларированы и слишком усложняют процесс проектирования. Это объясняется во многом тем, что граничные события никак не привязаны к своим задачам, они просто висят сверху и при автоматическом выравнивании теряют форматирование. По этой же причине, ни о какой проверке правильности процесса и речи быть не может.

Следует отметить очень неудобный пользовательский интерфейс. Проверки нет. Симуляции выполнения процесса нет. Enterprise architect позиционируется как корпоративное решение для управления процессами предприятия.

Следует упомянуть другое решение - IBM BPM, который ориентирован на автоматизацию модельных задач. Логично предположить, что разработанные в Enterprise architect процессы сразу заработают в IBM BPM, ибо у них один разработчик, однако, эти продукты полностью несовместимы! Чтобы автоматизировать процессы, необходимо изначально разрабатывать их в IBM BPM (в котором BPMN чуть больше).

Таблица 2 - Сводные характеристики инструментария

№	Название характеристики	Значение из характеристики	Примечание
	рисунка 10		

**ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ BPMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)**

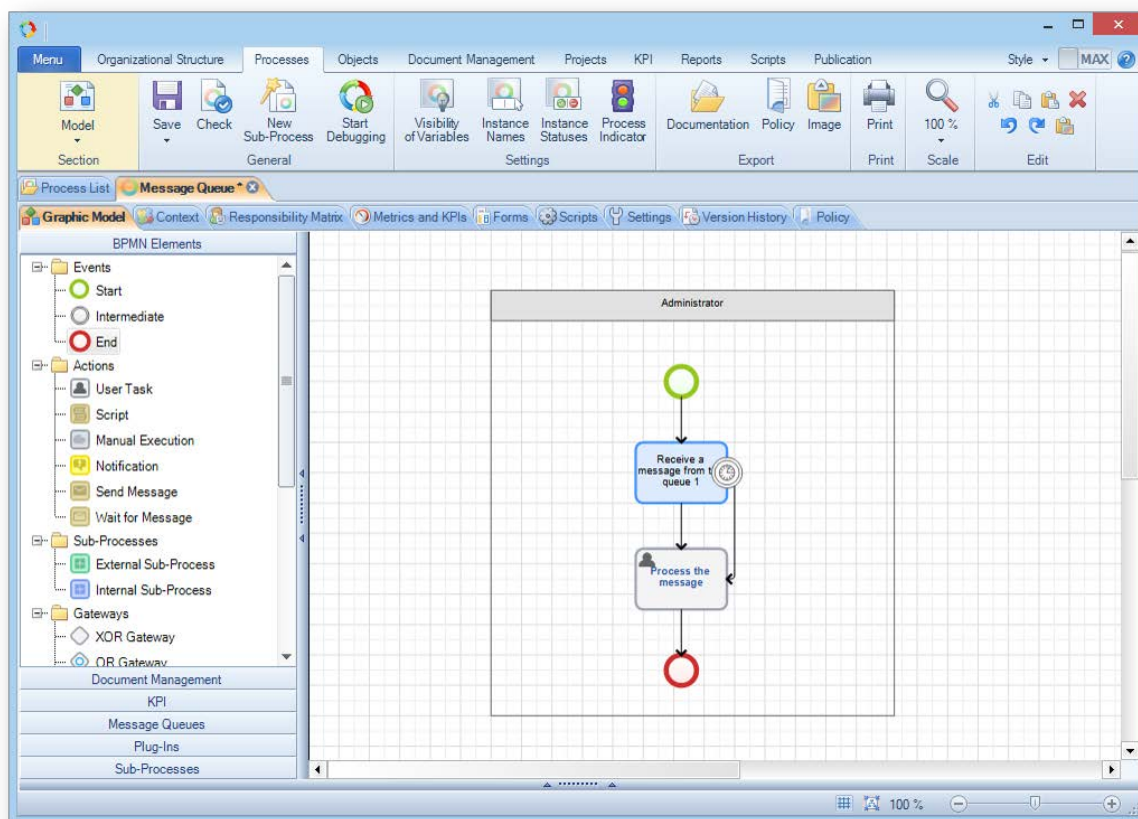
Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

1			Можно отмечать преимущество или недостаток
2			
3			
4			
5			
6			
7			

В завершении, следует отметить, что крупные компании по ряду причин тяготеют к решениям IBM и, не смотря на все его минусы, этот инструмент используется. Аналитиков, которые согласны и умеют работать с Enterprise architect не так много, поэтому владея этим инструментом можно рассчитывать на весьма высокую кадровую позицию.

Решение от ELMA [20] (Рисунок 5), одного из ведущих Российских интеграторов (<https://www.elma-bpm.ru/>). ELMA BPM – это система управления процессами. Это как раз тот случай, когда схемы разрабатываются не для картинок, а для автоматизации. Программа платная, для ознакомления можно установить бесплатную версию.



ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ BPMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

Рисунок 5 – Общий вид рабочего поля программы ELMA BPM

Разработка диаграмм удобное, однако соответствие нотации неудовлетворительное (очень многих элементов не хватает, однако если сравнить ее с IBM BPM 8.5.0.0, то производит очень благоприятное впечатление). Программа позволяет использовать только те элементы, которые в состоянии автоматизировать. Поэтому ELMA BPM в качестве инструмента для моделирования процессов по нотации BPMN не подходит. Есть проверка модели. Симуляции выполнения процесса в бесплатной версии нет.

Таблица 3 - Сводные характеристики инструментария

№	Название характеристики рисунка 10	из	Значение характеристики	Примечание
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Следует отметить большой опыт внедрения данного решения на отечественных предприятиях.

Решение от Trisotech [21] (рисунок 6) является надстройкой для Visio и добавляет ту функциональность, которой так не хватает в самой Visio. Решение платное, для ознакомления с BPM 2.0 modeler for Visio можно установить пробную версию на 30 дней.

**ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ BPMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)**

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

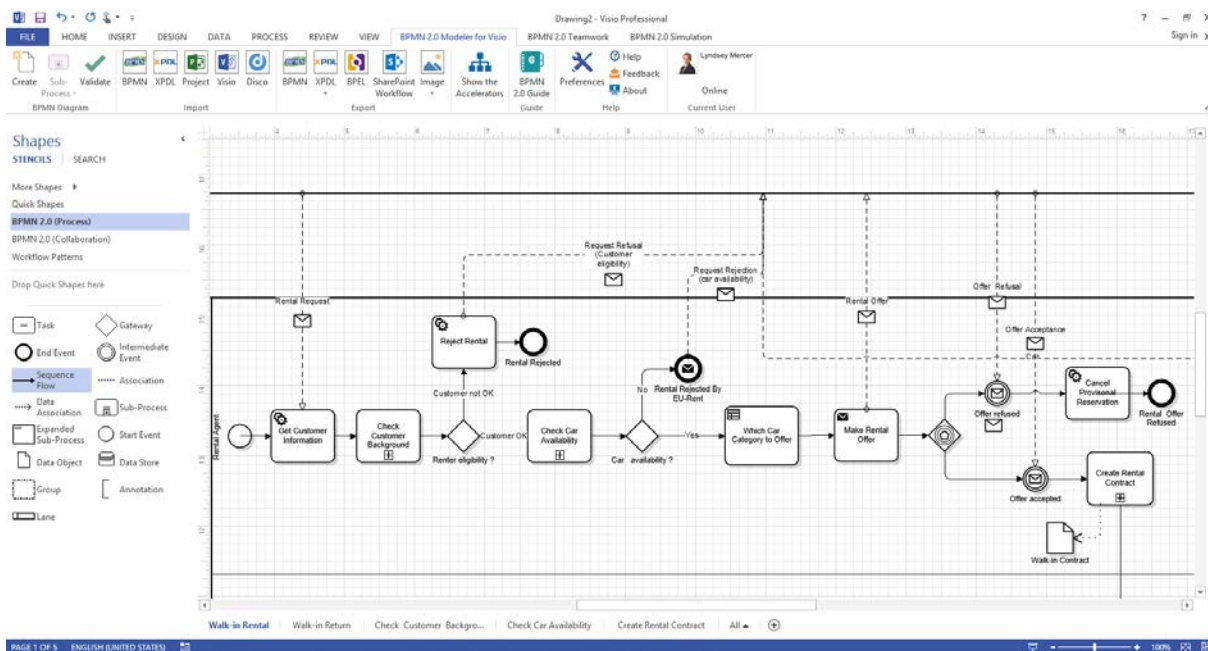


Рисунок 6 – Общий вид рабочего поля программы Visio BPM 2.0

Таблица 4 - Сводные характеристики инструментария

№	Название характеристики	из	Значение характеристики	Примечание
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Для BPM 2.0 modeler for Visio актуально все то хорошее, что было сказано про Visio - жаргон писать техническим языком. Для разработки схем процессов используется своя библиотека элементов, полностью соответствующая нотации BPMN 2.0. Процесс проектирования проходит быстро и приятно. Проверка модели есть. Для симуляции выполнения процесса требуется установка дополнительного ПО.

Еще очень важный момент – добавлена возможность выгрузить результат в различных форматах (XPDL, BPEL), чего очень не хватало в самой Visio.

Таблица 5 - Сводные характеристики инструментария

№	Название характеристики	из	Значение характеристики	Примечание

**ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ BPMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)**

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

	рисунка 10		
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Таким образом это решение может быть использовано для разработки процессов с последующей их автоматизацией.

Решение от Bizagi [22] (рисунок 7) распространенное ПО, - занимает 20% рынка благодаря своей функциональности, простоте и бесплатности. С учетом того, что это решение используется в учебных центрах, имеет множество специалистов, которые с ним знакомы.

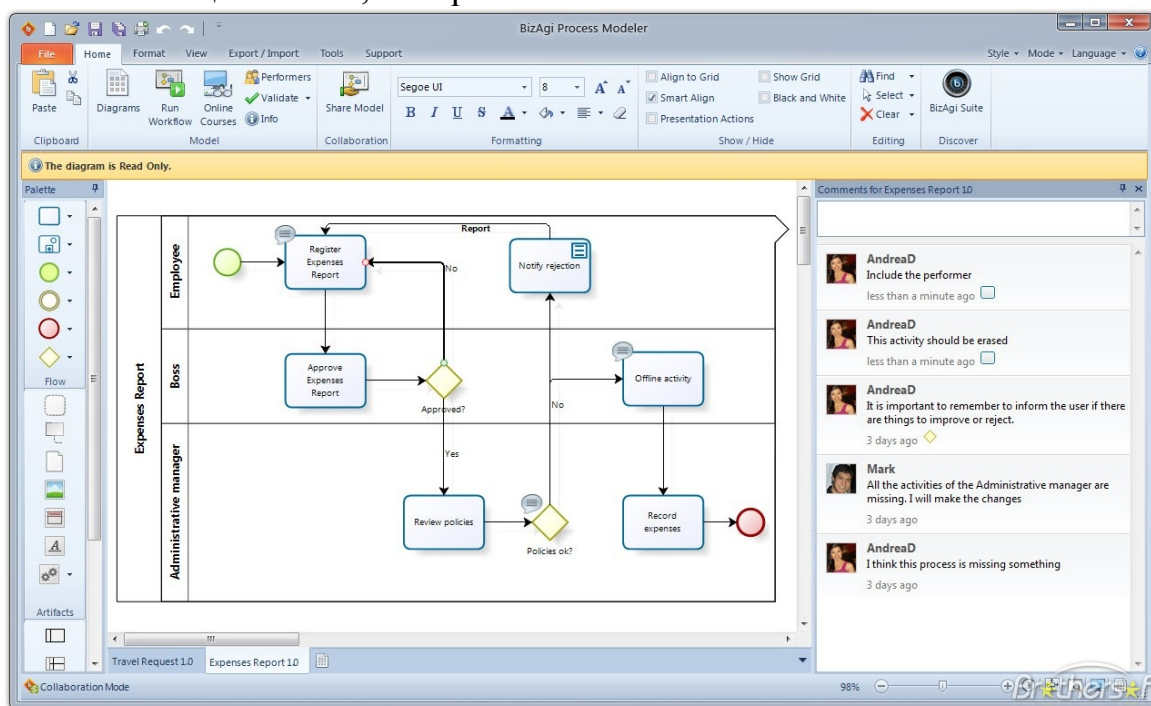


Рисунок 7 – Общий вид рабочего поля программы Visio BPM 2.0

Проектирование диаграмм довольно удобное (очень похоже на ELMA), соответствует нотации почти полностью (некоторых элементов не хватает). Пока схемы простые, рисовать их одно удовольствие, однако с увеличением сложности схемы, начинаются затруднения у пользователя, например: потеря описаний событий и потоков, причудливое извивание потоков управления, и, что особенно огорчило – групповая потеря форматирования объектами (при копировании объекты сбиваются в кучу, случайно цепляясь к ближайшим

**ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ BPMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)**

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

потокам управления). Bizagi Process Modeler может быть успешно использован в качестве инструмента для моделирования процессов по нотации BPMN, если помнить о его «недокументированных особенностях».

Проверка модели есть, даже две, но они могут использоваться только на простых процессах. Одна проверка доступна по кнопке, другая выполняется автоматически перед симуляцией. К сожалению, эти проверки выдают разный результат, проверка по кнопке может вернуть «все ОК», а проверка перед симуляцией вернуть ошибку процесса, при этом какая именно ошибка не пишется.

Симуляция есть, ее тоже можно использовать только на простых процессах. Для симуляции существует большое количество ограничений: не удалось заставить работать прикрепленные события, подпроцессы в симуляции не участвуют, поток сообщений между пулами, от промежуточного сообщения к промежуточному, токен не передает – работает передача токена только к стартовому событию и т.п. В общем на симуляции можно было бы поставить крест, однако, если вспомнить про ограничение на использование элементов нотации, существующие у ведущих решений «IBM BPM» и «ELMA BPM», то и к имеющимся возможностям симуляции в бесплатном продукте следует отдать должное.

Таблица 6 - Сводные характеристики инструментария

№	Название характеристики	из рисунка 10	Значение характеристики	Примечание
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Решение от Modeliosoft [23] (Рисунок 8) оставляет двойственные впечатления.

**ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ BPMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)**

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

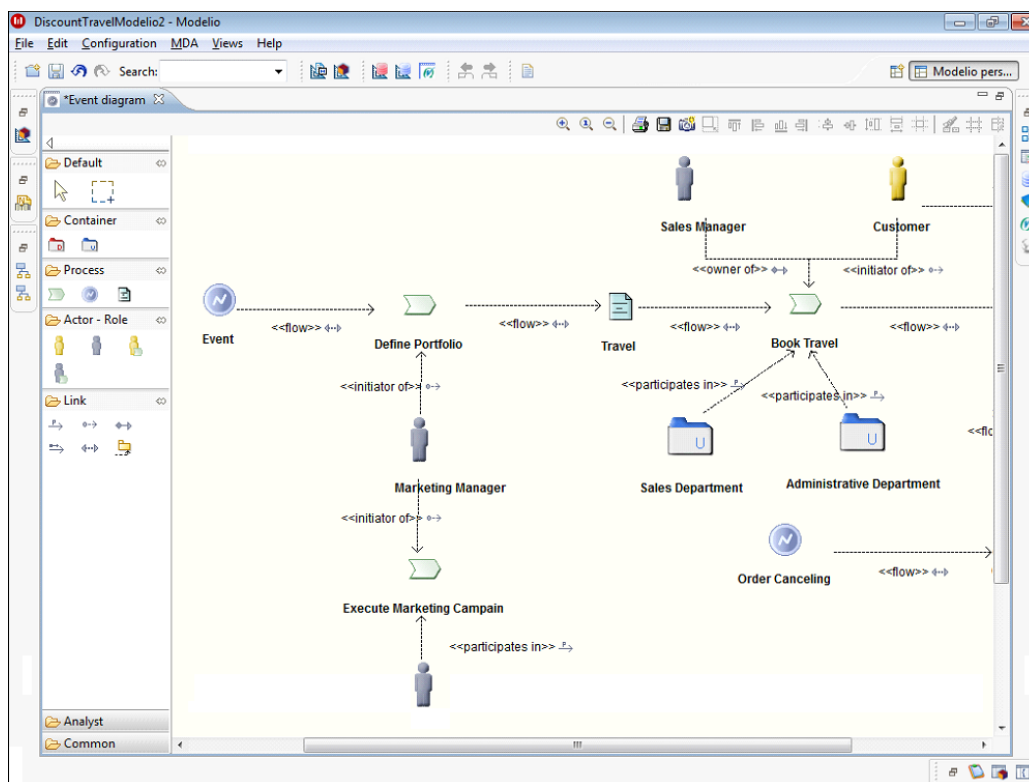


Рисунок 8 – Общий вид рабочего поля программы Modelio

Не самая лучшая реализация разработки процессов, требует вдвое больше времени на разработку процесса, чем у решений "лидеров". Соответствие нотации почти полное (некоторые возможности нотации не поддерживаются), однако имеет ряд недочетов (например, у граничного события при свойстве «CancelActivity=True» граница рисуется штрихом, что неверно).

Таблица 7 - Сводные характеристики инструментария

№	Название характеристики	из	Значение характеристики	Примечание
1	рисунка 10			
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Не очень получается и конечный результат – такое чувство, что диаграммы получаются с очень низким разрешением. Также, нет возможности выгрузить процесс в общепринятых форматах, таких как XPD

ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ BPMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

и BPЕL, для использования в сторонних программах. Симуляции выполнения процесса нет.

Решение от IDS Scheer (Рисунок 9), очень качественный продукт, удобный и полностью бесплатный. ARIS Express имеет удобный графический редактор и широкий функционал [24, 25].

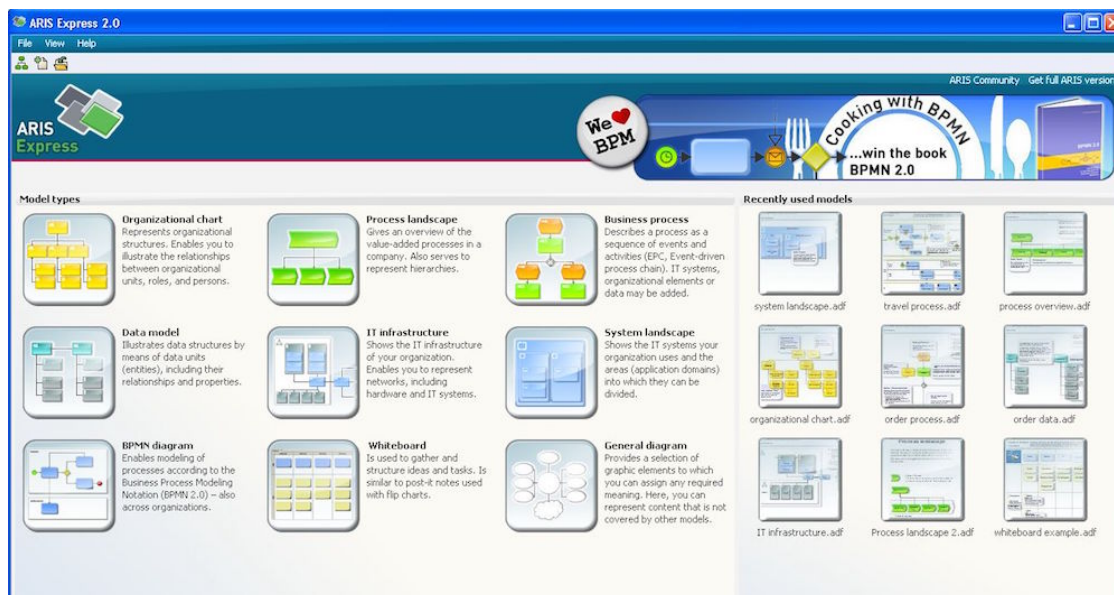


Рисунок 9 – Общий вид рабочего поля программы ARIS Express

Таблица 8 - Сводные характеристики инструментария

№	Название характеристики рисунка 10	Значение из характеристики	Примечание
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

По удобству, данный инструмент один из лучших. Соответствие нотации почти полное (небольшая часть возможностей нотации не поддерживается).

Из недостатков следует отметить ограничение добавления элементов на схему в соответствии с заложенными в программу правилами. Например, если не заложена возможность проассоциировать поток сообщений с артефактом, то сделать это невозможно. Процессы рисуются быстро и

**ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ BPMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)**

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

красиво. В программе есть возможность ведения своей библиотеки заготовок фрагментов процессов (Fragments) – работать с библиотекой очень удобно. Схемы процессов, сохраненные в формат «adf» могут быть перенесены в полнофункциональную версию ARIS [25], а вот выгрузка в форматах XPDЛ или BPEL отсутствует.

3 Рекомендации по выбору инструментальных средств

Подведем итоги анализа инструментальных средств, реализующих BPMN. Следует констатировать, что на данный момент на рынке отсутствует решение полностью соответствует спецификации BPMN 2.0. В некоторых программных продуктах реализованы не все элементы структуры ядра спецификации, а также не все базовые элементы, что влияет на процесс моделирования производственных процессов.

При выборе инструмента для работы следует обращать внимание на покрытие функционалом программы спецификации BPMN. Многие из программных продуктов были разработаны не только для BPMN и имеют много дополнительного функционала.

Многие из представленных продуктов являются платными, что так же влияет на итоговый выбор.

В таблице 1 дан итоговый сравнительный анализ инструментальных средств, который позволит облегчить выбор инструмента разработки визуальных BPMN моделей сложных систем, в зависимости от поставленных задач и выделенный ресурсов.

Таблица 1 – Сравнительная таблица рассмотренного программного обеспечения

№	Наименование	BPMN 2.0	Удобство	Стоимость
1	Visio 2010 (профессиональный)	Отлично	Отлично	Платное
2	Enterprise architect 11.4	Плохо	Плохо	Платное
3	ELMA BPM 3.2	Плохо	Хорошо	Платное
4	BPM 2.0 modeler for Visio 4.1.1	Отлично	Отлично	Платное
5	Bizagi Process Modeler 2.6	Отлично	Хорошо	Бесплатное
6	Modelio 3.0.1	Плохо	Хорошо	Бесплатное
7	ARIS Express 2.4	Отлично	Отлично	Бесплатное

это чужая таблица сделать свою на основе показателей приведенных ниже

Для детального сравнения используем паутинную модель анализа функциональности (рисунок 10).

**ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ВРМН ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)**

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.



Рисунок 10 - Модель для анализа функциональности инструментальных средств (сделать паутину для рассматриваемых методов)

Все основные функции инструментальных средств можно разделить на восемь групп (продумать группы):

- соответствие спецификации ВРМН,
- проверка модели (раскрыть что это такое - Верификация – подтверждение соответствия нормам, стандартам, Валидация – проверка на соответствие требованиям и нуждам заказчика),
- симуляция (раскрыть, что под этим понимается),
- стоимость,
- поддержка (сайт, тех служба, контакты),
- функции навигации и организации доступа пользователей к информации обеспечивают удобство доступа пользователей к различным приложениям и включают такие базовые средства как персональные и групповые очереди заданий по обработке документов, средства навигации по иерархии данных в системе, возможности манипуляции представлениями данных, инициализации функций по обработке документов и пр.
- функции учета документов или средства развертывания картотеки обеспечивают возможность фиксации сопроводительной информации о документах, атрибутов документов, ссылок, ведение справочников, разработки учетных карточек документов, определение логики обработки учетных карточек, таких как: проверка значения полей, обеспечение уникальности, автоматическая нумерация, определение операций по

ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ VRMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

обработке документов, поддержка жизненного цикла обработки документа и пр.

– функции работы с архивом документов и обработки их, включающие хранение файлов документов, управление блокировками, версиями, оптимизация стоимости хранения, а также обеспечиваю функции сканирования и распознавание текстов документов и пр.

– функции маршрутизации документов и контроля их состояния обеспечивают доставку документов на рабочие места пользователей, позволяют реализовывать функции по обработке документов в режимах On-line и Off-line (с использованием электронной почты), позволяют собирать информацию о действиях пользователя и контролировать текущее состояние документов и пр.

– средства автоматизации процессов, включая средства моделирования процессов, средства имитационного моделирования и среду для реализации и мониторинга процессов, а также средства накопления статистики по исполнению процессов и анализа их стоимости и эффективности.

– средства организации групповой работы включают в себя блок функций связанных с организацией различных конференций, средства групповых обсуждений и разработки документов и пр.

– функции поиска и управления знаниями, включающие полнотекстовый, атрибутивный поиски и поиски по классификаторам, средства организации сложных поисковых запросов, а также разнообразные технологии интеллектуального поиска, средства каталогизации и классификации документов, создание баз знаний по различным предметным областям и пр.

– Кастомизация - возможности по расширению функциональности играют важнейшую роль при выборе системы автоматизации, при создании приложений не всегда оказывается достаточно стандартных средств настройки приложений, предоставляемых платформой, это также приводит к тому, что возникает необходимость использовать программные интерфейсы платформ.

На практике не одна из систем не реализует полного набора функций. На рисунке жирной линией показано подмножество функций, реализованной какой-то системой - описать что видно на рисунке и конкретные рекомендации от третьего лица.

Литература

1. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ: Учебное пособие для Вузов. – М. Высш. Шк. 1989.
2. Поспелов Д. А. Большие системы. Ситуационное управление - М.: Знание.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ VRMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

1975. 64 с.
3. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика - М.: Наука. 1986. 288 с.
 4. Ломако Е.И. Математические и понятийные средства системантики - М.: Системная Энциклопедия. 2008. 112 с.
 5. Поваров Г. Н. Об уровнях сложности систем. / Сб. Методологические проблемы кибернетики (материалы к Всесоюзной конференции), т.2, М., 1970.
 6. Денисов А.А., Колесников Д.М. Теория больших систем управления. – Л: Энергоиздат, 1982.
 7. (5)Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем: состояние и перспективы – М.: Синтег, 1999.
 8. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Теория активных систем (История развития и современное состояние) // Проблемы управления. 2009. №3.1. С.28-35.
 9. Философский энциклопедический словарь / Гл. редакция: Л. Ф. Ильичёв, П. Н. Федосеев, С. М. Ковалёв, В. Г. Панов. — М.: Советская энциклопедия, 1983.
 10. Пугаченко С.Е., Шканов Д.А., Костюков В.Д., Глотов Б.С. Перспективы применения наукоемких технологий в космической технике (обзор) // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2016. №1. С.50-57.
 11. Р 50.1.028-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования.
 12. Гусев М.В., Кечков А.А., Олисов А.П. Управление процессами расчетных обоснований и их интеграция в единую информационную среду предприятия // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2016. №1. С.23-29.
 13. Власов А. И. Системный анализ технологических процессов производства сложных технических систем с использованием визуальных моделей // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 10-2 (17). С. 17-26.
 14. Власов А.И. Концепция визуального анализа сложных систем в условиях синхронных технологий проектирования // Датчики и системы. 2016. № 8-9 (206). С. 19-25.
 15. Власов А. И. Пространственная модель оценки эволюции методов визуального проектирования сложных систем // Датчики и системы. 2013. № 9 (172). С. 10-28.
 16. Власов А. И., Журавлева Л. В., Казаков В. В. Применение визуальных инструментов VRMN для моделирования технологической подготовки производства // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2019. №4.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ BPMN ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.

17. Власов А.И., Гоношилов Д.С. Системный анализ производства с использованием визуальных инструментов BPMN // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2019. № 3 (175). С. 10-16.
18. Microsoft Visio - Программа для создания схем. URL: <https://products.office.com/ru-ru/visio/flowchart-software?rtc=1> (дата обращения: 25.12.2019).
19. IBM Business Process Manager on Cloud - Обзор - Россия URL: <https://www.ibm.com/ru-ru/marketplace/process-management-software-in-the-cloud> (дата обращения: 25.12.2019).
20. ELMA — система управления бизнес-процессами и эффективностью URL: <https://www.elma-bpm.ru> (дата обращения: 25.12.2019).
21. Digital Enterprise Suite Product URL: <https://www.trisotech.com/digital-enterprise-suite> (дата обращения: 25.12.2019).
22. Bizagi Modeler - BPM Software - Free Download URL: <https://www.bizagi.com/en/products/bpm-suite/modeler> (дата обращения: 25.12.2019).
23. Modelio - UML2 modeling tool supporting MDA URL: <https://www.modeliosoft.com/en/modules/modelio-modeler.html> (дата обращения: 25.12.2019).
24. ARIS Express - Free Modeling Software | ARIS BPM Community URL: <https://www.ariscommunity.com/aris-express> (дата обращения: 25.12.2019).
25. Власов А.И. Системный анализ производства с использованием визуальных инструментов методологии ARIS // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2018. Т. 1. С. 21-32.

**ПРИМЕНЕНИЕ ВИЗУАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ VRMН ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА (ОБЗОР)**

Власов А.И., Журавлева Л.В., Казаков В.В.

Информационные технологии в проектировании и производстве. 2020. № 1 (177). С. 14-26.