

Исполняемое моделирование бизнес-процессов

DOI 10.31483/r-74738

УДК 004.415.28



Богословская Н.В.^а, Бржезовский А.В.^б

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Санкт-Петербург, Российская Федерация.

^а ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1897-0577>, e-mail: nvbogoslov@mail.ru

^б ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5750-2664>, e-mail: avb@aanet.ru

Резюме: Как отмечается в пояснительной записке к профессиональному стандарту «Специалист по информационным системам», успех внедрения информационных систем в значительной степени определяется точностью их адаптации к бизнес-процессам организации-заказчика. В качестве техники извлечения требований к информационным системам в настоящее время часто используется нотация BPMN. В BPMN предусмотрена исполняемая семантика, позволяющая не просто составить детальную спецификацию бизнес-процесса, но и произвести его модельное выполнение с получением численных оценок. *Цель:* выбрать инструментальные средства для обучения студентов, позволяющие реализовать третий уровень моделирования, из числа предусмотренных нотацией BPMN: описательный, аналитический и исполняемый. Определить методику преподавания бизнес-моделирования, учитывая как возможность исполнения бизнес-процессов в универсальных средах исполнения BPMN, так и в виде надстройки над конфигурацией информационной системы. *Методы:* сравнительный анализ и тестирование функциональных возможностей, предоставляемых для разработки бизнес-процессов в инструментальных средах Bizagi и 1C:Предприятие, с учетом создания необходимых для исполнения BPMN слоев данных и представления. *Результаты.* Сформулированы основные этапы бизнес-моделирования, проведено функциональное сравнение инструментальных средств для работы на этапах: разработки модели бизнес-процесса; разработки слоя данных, сопровождающих выполнение процесса; отображения данных на задачи процесса – формы пользовательских задач; программирования бизнес-правил, регулирующих выполнение процесса; исполнения бизнес-процесса в разрезе пользователей-исполнителей. Особенностью 1C:Предприятие является то, что бизнес-процесс является по сути надстройкой над слоями данных и представлений готовой конфигурации процессно-ориентированной информационной системы. Авторы считают, что и один, и второй подход заслуживает внимания с точки зрения учебного процесса в вузе для студентов специальности 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Ключевые слова: нотация и модель бизнес-процессов, исполняемая семантика BPMN, инструментальные средства для разработки и исполнения моделей BPMN.

Для цитирования: Богословская Н.В. Исполняемое моделирование бизнес-процессов / Н.В. Богословская, А.В. Бржезовский // Развитие образования. – 2020. – № 1 (7). – С. 29-34. DOI:10.31483/r-74738.

Executable Business Process Modeling

Natalya V. Bogoslovskaya^а, Aleksandr V. Brzhezovskii^б

FSAEI of HE "Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation", Saint Petersburg, Russian Federation.

^а ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1897-0577>, e-mail: nvbogoslov@mail.ru

^б ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5750-2664>, e-mail: avb@aanet.ru

Abstract: As noted in the explanatory note to the «Information Systems Specialist» professional standard, the success of implementing information systems is largely determined by the accuracy of their adaptation to the business processes of the customer organization. Today, BPMN notation is often used as a tool for extracting requirements for information systems. BPMN provides executable semantics that make it possible not only to draw up a detailed specification of a business process, but also to model it with numerical estimates. *The aims of this study* are to choose tools for teaching students from the number provided by BPMN notation: descriptive, analytical and executable, which allow to implement the third level of modeling; to define a methodology for teaching business modeling, including the ability to execute business processes in the universal BPMN runtimes and as an add-on on the configuration of the information system. The following *methods* have been used: comparative analysis and testing of the functionality provided for the development of business processes in the Bizagi and 1C: Enterprise tool environments, including the creation of the data and presentation layers necessary for BPMN execution. *As a result*, the main stages of business modeling are formulated, a functional comparison of tools for working at the following stages has been carried out: development of a business process model; development of a data layer that supports the execution of the process; mapping data to process tasks – forms of user tasks; programming business rules governing the process; execution of a business process by user-performer. The peculiarity of 1C: Enterprise is that the business process is essentially a superstructure over the layers of data and representations of the finished configuration of a process-oriented information system. The authors believe that both the first and the second approach deserve attention in terms of the educational process at the university for students of 09.03.02 «Information systems and technologies» specialty.

Keywords: Business Process Model and Notation, BPMN Execution Semantics, tools for developing and executing BPMN models.

For citation: Natalya V. Bogoslovskaya, & Aleksandr V. Brzhezovskii (2020). Executable Business Process Modeling. *Razvitie obrazovaniya = Development of education*, 1(7), 29-34. (In Russ.) DOI:10.31483/r-74738.

Алгебрапа геометри вѣрену кѣнекисен ѣслевлѣх задачисене ТПВ ФГОСѣн требованийѣсене тѣпе хурса тишкерни

Богословская Н.В.^а, Бржезовский А.В.^б

АВ ФПА «Санкт-Петербургѣн аэрокосмос приборостроенийѣн патшалѣх университетѣ» ВУ,
Санкт-Петербург, Раѣсей Патшалѣхѣ.

^а ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1897-0577>, e-mail: nvbogoslov@mail.ru

^б ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5750-2664>, e-mail: avb@aanet.ru

Аннотаци: «Информаци системипе ѣслекен специалист» профессии стандарчѣн ѣнлантару ѣырѣвѣнче каланѣ тарѣх, информаци системисене пурнѣса кѣртнин ѣнѣѣвѣ ытларах чухне заказчик организацин бизнес процесѣсене туллин хѣнѣхнинчен килет. Информаци системисем мѣнле пулмаллине усѣмлатакан требованисене кѣларса илмелли техника вырѣнне хальхи вѣхѣтра BPMN нотаципе усѣ кураѣѣ. BPMNра пурнѣсланакан семантикѣна вырѣнаѣтарнѣ. Вѣл бизнес процесѣ тѣплѣн спецификациленисѣр пуѣне ѣна числоллѣ хаклав туса модельлѣ пурнѣслама май парать. **Тѣллев:** студентсене вѣрентме юрѣхлѣ моделированин BPMN нотаципе палѣртнисенчен висѣмѣш шайне ѣитме май паракан хатѣр-хѣтѣр (сѣнламалли, тишкермелли, пурнѣсламалли) ѣнтѣласси. Бизнес моделированине вѣрентмелли методикѣна тупасси. Вѣл бизнес процесѣсене ѣланхи условисенче хута ярса сул уснисѣр пуѣне информаци системин конфигурацийѣ сийѣн тѣракан хатѣр пулса тѣмалла. **Меслетсем:** бизнес процесне функци пултараѣлѣхне танлаштарса тишкерни тата тестлани. Тишкерме тата тестлама Bizagi тата 1С:Предприяти инструмент талккѣшѣ май парать. **Результатсем:** бизнеса модельемелли тѣп тапхѣрсене тупса палѣртнѣ; ѣав тапхѣрсенче (бизнес процесѣн ѣлкине хатѣрлесси; даннѣйсен процесѣ тумалли сийне хатѣрлесси т. ыт. те) усѣ курмалли инструментариѣ танлаштарнѣ. 1С:Предприятин уйрѣмлѣхѣ акѣ мѣн: бизнес процесѣ – даннѣйсем сийѣн, информаци системин хатѣр конфигураци сийѣн ѣнтѣланакан пулѣм пулса тѣрать. Авторсем акѣ мѣн шухѣшласѣѣ: тупса палартнѣ сул-ѣѣртен вуз вѣренѣвѣнче студентсене 09.03.02 «Информаци системисемпе технологийѣсем» специальносѣпа хатѣрленѣ май иккѣшне те шута илмелле.

Тѣп сѣмахсем: бизнес процесѣсен нотацийѣ тата ѣлки (моделѣ), BPMNра пурнѣсланакан семантика, BPMN моделѣсене хатѣрлесе вѣсемпе пурнѣсра усѣ курмалли инструментсем.

Цитатѣлама: Богословская Н.В. Бизнес процесѣсене пурнѣсламалла модельлени / Н.В. Богословская, А.В. Бржезовский // *Вѣрену аталанѣвѣ*. – 2020. – № 1 (7). – С. 29-34. DOI:10.31483/r-74738.

Введение

Приведение образовательной программы в соответствие с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» потребовало существенного пересмотра профессиональных компетенций. Основным отличием нового образовательного стандарта является учет требований профессионального стандарта «Специалист по информационным системам» и др. из данной группы.

В перечне трудовых функций профессионального стандарта 06.015 указаны следующие виды деятельности [1]:

- В/06.5 – адаптация бизнес-процессов заказчика к возможностям типовой ИС;
- В/19.5 – интеграция ИС с существующими ИС заказчика;
- С/08.6 – разработка модели бизнес-процессов заказчика;
- С/09.6 – адаптация бизнес-процессов заказчика к возможностям ИС;
- D/08.7 – разработка инструментов и методов проектирования бизнес-процессов заказчика.

В сложившейся практике преподавания технологий бизнес-моделирования авторы делали основной упор на изучении современного стандарта моделирования бизнес-процессов BPMN (Business Process Model and Notation) и использовании программных средств моделирования [2], что соответствовало первым двум уровням в нотации BPMN [3, с. 2]:

1. Описательное моделирование (descriptive modeling) – простое моделирование, описывающее

процесс на бизнес-уровне с использованием базовых элементов нотации.

2. Аналитическое моделирование (analytical modeling) – моделирование, включающее альтернативные пути и исключения, требующее описывать процесс с максимально необходимой детализацией.

3. Исполняемое моделирование (executable modeling) – моделирование процесса, пригодного для исполнения в BPMS/BPMT (Business Process Management System/Tool – система (инструмент) управления бизнес-процессами). Разработка исполняемых моделей требует добавления в модель дополнительных атрибутов и параметров, а также высокой квалификацией разработчика.

Третий уровень – исполняемое моделирование не рассматривался в учебном процессе, так как для его реализации требуется среда исполнения. В качестве среды исполнения бизнес-процессов можно использовать систему управления бизнес-процессами BPMS/BPMT или процессно-ориентированную информационную систему, которая поддерживает бизнес-процессы.

В качестве системы BPMS/BPMT была выбрана Bizagi Studio – это BPM-система, разработанная одноименной компанией, которая предлагает использовать платформу для быстрой автоматизации процессов любого рода через механизмы «drag and drop», способную учитывать персонализированный контекстный опыт разработчиков [4]. В качестве варианта процессно-ориентированной системы была выбрана платформа 1С:Предприятие 8.3, где «механизм бизнес-процессов – это один из прикладных механизмов платформы. Он позволяет описывать, создавать и управлять выполнением бизнес-процессов в прикладных решениях» [5].



Рис. 1. Бизнес-процесс в 1С
Fig. 1. Business process in 1C

И одна, и другая системы поддерживают нотацию моделирования бизнес-процессов BPMN, что позволяет сравнить особенности создания и исполнения моделей в различных средах.

Благодаря тому, что модель может быть исполнена как в среде управления бизнес-процессами, так и в среде реальной автоматизированной системы, студенты имеют возможность наглядно увидеть все аспекты процессно-ориентированной технологии: разработку модели бизнес-процесса (различие в инструментарии), создание и использование слоя данных, проектирование форм для задач бизнес-процесса, описание бизнес-правил, запуск и тестирование бизнес-процесса, получение метрик процесса.

Разработка и исполнение бизнес-процессов в системе 1С:Предприятие

Основными объектами конфигурации в системе 1С:Предприятие, реализующими моделирование и исполнение бизнес-процесса, являются прикладные объекты: Бизнес-процесс, Задача, Регистры сведений. Отличительной особенностью работы в 1С является использование технологии метаданных – визуальное конструирование прикладного решения. Разработчик с помощью диалоговых средства добавляет новый объект конфигурации в прикладное решение и автоматически получает определения

нужных типов, структур данных, наборов прав, связей между объектами, информацию об особенностях их поведения, визуального представления и т. д. [6, т. 1, с. 10].

Действия бизнес-процесса представляются в 1С с помощью карты маршрута. Карта маршрута, как видно на рисунке 1, описывает логику выполнения бизнес-процесса от начальной точки до точки завершения. Карта маршрута составляется из элементов, являющихся подмножеством BPMN. Задачи в модели

соответствуют пользовательским заданиям (что должен сделать определенный пользователь). Выполнение задачи приводит к продвижению бизнес-процесса от одной точки к другой.

В нотации BPMN различают зоны ответственности: пулы и дорожки – графические элементы, служащие для логической группировки операций процесса [2, с. 112]. В карте маршрута 1С отсутствуют дорожки, но ролевая модель доступна за счет наличия системы адресации бизнес-процессов. Данные, используемые системой адресации, хранятся в регистре сведений. Привязка системы адресации (регистра сведений) к бизнес-процессу осуществляется через объект Задача.

При продвижении бизнес-процесса по карте маршрута в определенных его точках, а именно при переходе на точку действия или вложенный бизнес-процесс, создаются задачи, которые появляются в списках задач соответствующих исполнителей. Выполнение задач осуществляется не только пользователями, но и автоматическими процедурами.

Платформа 1С:Предприятие поддерживает механизм оповещений для объектов конфигурации.

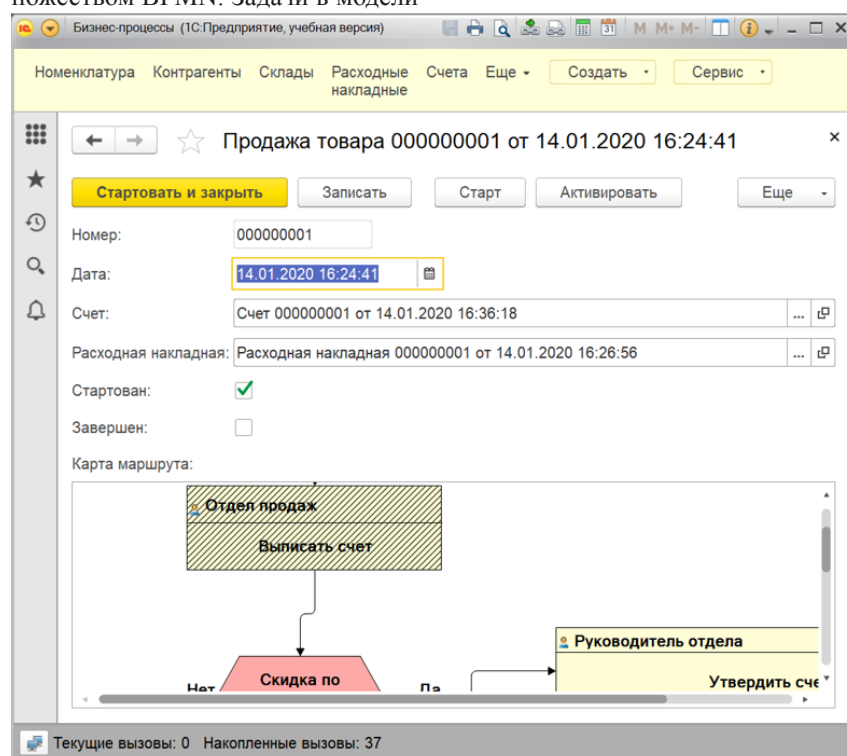


Рис. 2. Механизм оповещений в системе 1С
Fig. 2. Mechanism of warnings and reportings in system 1C

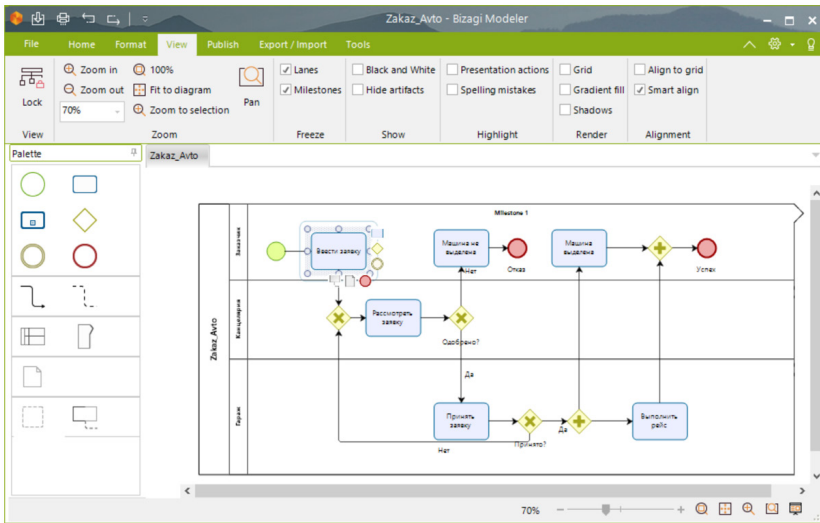


Рис. 3. Модель бизнес-процесса в Bizagi Studio
 Fig. 3. Model of business process in Bizagi Studio

Этот механизм позволяет автоматически открывать формы сопутствующих объектов конфигурации при активации задачи. Например, как видно на рисунке 2, при активации задачи «Выписать счет» будет автоматически открыта форма нового документа «Продажа товара».

Модель представления данных в 1С

Систему ВРМС можно рассматривать как среду, где происходит связывание бизнес-процессов с данными. Базовыми понятиями архитектуры любого процессного приложения являются: модель бизнес-процесса, схема данных и формы задач. Моделирование процессов и моделирование данных являются ключевыми задачами разработки.

Модель представления данных – это формализованное представление информационного потока, сопровождающего выполнение процесса. Для системы 1С модель представления данных имеет важную особенность. Платформа 1С поддерживает общую систему типов для встроенного языка, полей баз данных и интерфейса. Другими словами, объекты Бизнес-процесс и Задача являются такими же типами платформы, как и объекты, представляющие данные: Справочник, Документ, Регистр. Разработчик одинаковым образом определяет как поля базы данных, так и переменные встроенного языка, реквизиты форм и одинаковым образом работает с ними [6, т. 1, с. 13]. Разработка модели представления дан-

ных для конкретного бизнес-процесса в 1С является процессом простого уточнения: какие данные нужны для его выполнения.

Бизнес-правила в 1С

Реализация бизнес-правил выполняется в элементе Точка условия, который соответствуют элементу Gateways (Шлюз) в нотации BPMN 2.0 [2, с. 90]. В системе 1С «Важной особенностью этой точки является обработчик проверки условия, наличие которого обязательно и контролируется при проверке карты маршрута перед сохранением бизнес-процесса» [6, т. 2, с. 64]. Обработчик проверки может быть предельно формальным, например, параметру СчетУтвержден, со-

стояние которого контролируется, присваивается значение Истина. Обработчик проверки может также реализовывать бизнес-правило, представляющее некоторый алгоритм.

Формы к задачам бизнес-процесса в 1С

Платформа 1С автоматически генерирует форму бизнес-процесса, форму списка, форму выбора, т. е. все необходимые формы для визуализации прикладного объекта Бизнес-процесс. Каждый исполнитель задач бизнес-процесса получит форму списка адресованных ему задач, и каждая задача при ее исполнении будет открыта в стандартной форме – окно с реквизитами бизнес-процесса.

Платформа 1С позволяет описать реквизиты бизнес-процесса посредством ссылочных типов на те документы, которые исполнитель должен использовать для реализации задачи. В обработчике события ПередСтартом можно проверять условия, необходимые для старта бизнес-процесса, создавать «сопутствующие» объекты, ссылки на которые нужно хранить в самом бизнес-процессе. В этом случае у исполнителя открывается не стандартное окно задачи, а тот документ, который требуется для исполнения задачи.

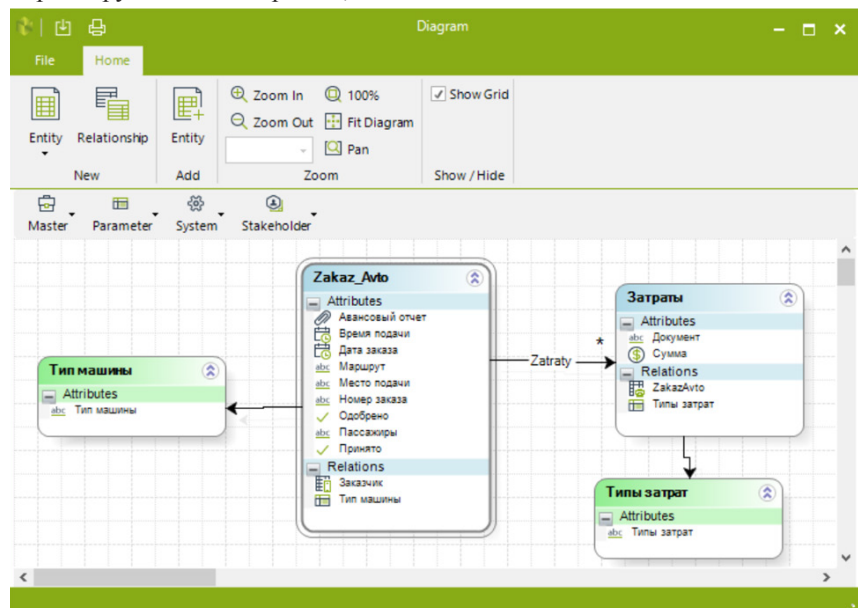


Рис. 4. Логическая модель данных проекта
 Fig. 4. Logical model of project data

*Разработка и исполнение
бизнес-процессов в системе
управления бизнес-процессами
Bizagi Studio*

Последовательность разработки проекта в Bizagi Studio предполагает использование следующих инструментов:

1. Model process – дизайнер модели бизнес-процесса;
2. Model data – дизайнер логической схемы базы данных;
3. Define form – дизайнер веб-форм к задачам бизнес-процесса;
4. Business rules – редактор бизнес-правил;
5. Performers – редактор оргструктуры;
6. Integrate – мастер интеграции со сторонними системами и базами данных;
7. Execute – процессная аналитика и динамическая отчетность.

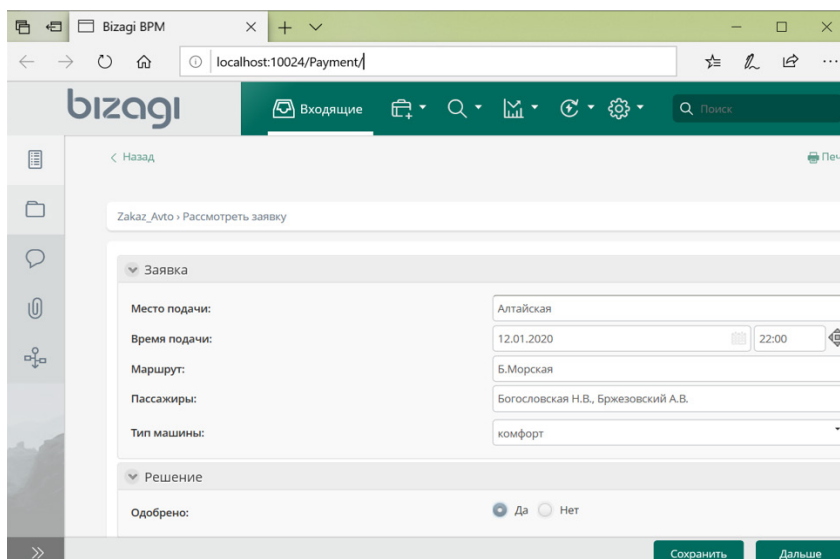
Построение бизнес-модели также происходит под контролем студии, например, встроенные правила соединения элементов гарантируют соответствие нотации BPMN и формируют подсказки, направляющие работу пользователя как показано на рисунке 3.

*Модель представления данных в
Bizagi Studio*

Разработчики Bizagi встроили в среду студии полноценный дизайнер реляционной базы данных, функции которого напоминают функции, реализованные в PowerDesigner. Решение получилось очень удачным: система синхронизирует все зависимости между отдельными частями проекта – процессом, моделью данных и пользовательскими интерфейсами. В том числе Bizagi переносит изменения схемы данных из разрабатываемой модели в среду выполнения бизнес-процесса.

На рисунке 4 приведена модель представления данных, выполненная в дизайнера студии Bizagi. Данные, формализованные для представления информационного потока, сопровождающего выполнение процесса, могут быть повторно использованы во всех процессах, созданных в одном проекте без ограничений [7].

Каждый процесс в Bizagi представлен одной сущностью, которая



*Рис. 5. Исполнение бизнес-процесса в Bizagi Studio
Fig. 5. Execution of business process in Bizagi Studio*

обеспечивает входную точку доступа к остальным данным процесса, то есть является основной сущностью, через которую пользователь получает доступ к остальным сущностям модели данных как показано на рисунке 4.

Для обеспечения организованной и согласованной структуры Bizagi предоставляет пять типов сущностей (Master, Parameter, System, Application, Stakeholder) и четыре типа отношений, с помощью которых можно строить модель данных. На рисунке 4 сущности с типом Master изображены синим цветом, сущности с типом Parameter – зеленым. В типе объектов Parameter удобно хранить список предопределенных значений, ввод и редактирование которых возможны во время выполнения процесса.

Бизнес-правила в Bizagi Studio

Бизнес-процессы регулируются бизнес-правилами, которые обеспечивают их корректное выполнение. Редактор бизнес-правил позволяет создавать, редактировать и удалять бизнес-правила, ориентированные на управление потоком процессов, или выполнять проверки, производить вычисления и т. д.

Бизнес-правила могут быть следующих типов:

- Define expression (определение выражений): определение пути, по которому должен следовать процесс в соответствии с конкретными бизнес-условиями;

- Activity actions (события деятельности): выполнение необходимых процедур при выполнении задачи, таких как проверки и расчеты.

*Формы к задачам бизнес-процесса
в Bizagi Studio*

Конструктор форм управляет всеми пользовательскими интерфейсами для выполнения бизнес-процесса. Разработка формы в Bizagi Studio выполняется перетаскиванием полей данных на форму и упорядочиванием их любым способом, который требует процесс, без необходимости.

На этапе запуска мастер процессов позволяет выполнить:

- развертывание процесса: публикацию процесса в среде исполнения, отличной от среды разработки;
- запуск процесса: тестирование и проверку проекта (рисунок 5).

Заключение (результаты). В статье рассмотрены возможные подходы к созданию и тестированию исполняемых бизнес-процессов нотации BPMN 2.0. Для анализа выбраны система управления бизнес-процессами Bizagi Studio и платформа 1С:Предприятие 8.3 как процессно-ориентированная система автоматизации деятельности предприятий.

Все этапы жизненного цикла исполняемого бизнес-процесса: моделирование схемы процесса, разработка слоя данных, описание бизнес-правил, регламентирующих процесс, проектирование форм пользователя, запуск и тестирова-

ние выполняются как в одной, так и в другой системах собственными встроенными средствами.

Разработка модели бизнес-процесса выполняется с помощью панелей элементов, соответствующих элементам нотации BPMN 2.0. В системе IC количество элементов существенно меньше, но и в Bizagi Studio представлены не все элементы нотации. Большую наглядность моделей в Bizagi обеспечивает применение дорожек, визуализирующих исполнителей. В IC система адресации реализована в свойствах задач и отображена в карте процесса в заголовках задач.

Существенные различия анализируемые системы демонстрируют на этапе представления информационного потока, сопровождающего выполнение процесса. Если в IC общая система типов позволяет довольно простым способом связать данные и задачи бизнес-процесса, то в системе Bizagi разработка модели представления данных требует от пользователя

знаний в области БД. Формализация информационного потока, сопровождающего бизнес-процесс, в Bizagi выполняется в полноценном дизайнерах реляционной базы данных и требует определять сущности, атрибуты, связи.

Описание сложных, представляющих некоторый алгоритм, бизнес-правил как в IC, так и в Bizagi требует знакомства с языками программирования.

Построение форм для задач бизнес-процесса в рассмотренных системах выполняется в двух принципиально разных технологиях: в Bizagi – визуального проектирования перетаскиванием атрибутов данных и размещением в форме, в IC – технологией метаданных по принципу декларативного описания свойств объектов.

Запуск и тестирование бизнес-процессов как в IC, так и в Bizagi выполняется в разрезе исполнителей, при этом доступен мониторинг порядка выполнения задач.

Список литературы

1. Профессиональные стандарты «Специалист по информационным системам» и «Руководитель проектов в области информационных технологий». – М.: ООО «IC-Пабблишинг», 2015. – 365 с.
2. Богословская Н.В. О выборе инструмента моделирования BPMN для реализации учебного процесса / Н.В. Богословская, А.В. Бржезовский // Развитие образования. – 2019. – №2 (4). – С. 75–83.
3. Business Process Model and Notation (BPMN) // OMG: Object Management Group. URL: <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>
4. Bizagi Studio. URL: <https://www.bizagi.com/platform/studio>
5. Архитектура платформы IC:Предприятие (версия 8.3.17) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://v8.1c.ru/platforma/biznes-processy/>
6. Ажеронок В.А. Профессиональная разработка в системе IC:Предприятие 8: в 2 т. / В.А. Ажеронок, А.П. Габец, Д.И. Гончаров. – 2-е изд. – М.: IC-Пабблишинг, 2012. – ISBN 978–5–9677–1790–8
7. Data Modeling. URL: https://help.Bizagi.com/bpm-suite/en/index.html?modeling_data.htm

References

1. (2015). Professional'nye standarty "Spetsialist po informatsionnym sistemam" i "Rukovoditel' proektov v oblasti informatsionnykh tekhnologii"., 365. M.: ООО "IC-Publishing".
2. Bogoslovskaya, N. V., & Brzhezovskii, A. V. (2019). O vybere instrumenta modelirovaniia BPMN dlia realizatsii uchebnogo protsessa. Razvitie obrazovaniia, 2 (4), 75-83.
3. Business Process Model and Notation (BPMN). OMG: Object Management Group. Retrieved from <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF>
4. Bizagi Studio. Retrieved from <https://www.bizagi.com/platform/studio>
5. Arkhitektura platformy IC:Predpriatie (versia 8.3.17). Retrieved from <https://v8.1c.ru/platforma/biznes-processy/>
6. Azheronok, V. A., Gabets, A. P., & Goncharov, D. I. (2012). Professional'naia razrabotka v sisteme IC:Predpriatie 8. M.: IC-Publishing.
7. Data Modeling. Retrieved from https://help.Bizagi.com/bpm-suite/en/index.html?modeling_data.htm

Информация об авторах

Богословская Наталья Валентиновна – канд. техн. наук, доцент кафедры информационно-сетевых технологий, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Санкт-Петербург, Российская Федерация.

Бржезовский Александр Викторович – канд. техн. наук, доцент кафедры информационно-сетевых технологий, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Санкт-Петербург, Российская Федерация

Information about the authors

Natalia V. Bogoslovskaya – candidate of technical sciences, associate professor, Department of Information and Network Technologies, FSAEI of HE “Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation”, Saint Petersburg, Russian Federation

Aleksandr V. Brzhezovskii – candidate of technical sciences, associate professor, Department of Information and Network Technologies, FSAEI of HE “Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation”, Saint Petersburg, Russian Federation.

Авторсем сунчен пёлтерни

Богославская Наталья Валентиновна – техника ёслёлэхён к-чё, АВ ФПА «Санкт-Петербурган аэрокосмос приборостроенийён патшалэх университетчё» ВУн информатиле тытём технологийё кафедрин доцентчё, Санкт-Петербург, Раçсей Патшалэхё.

Бржезовский Александр Викторович – техника ёслёлэхён к-чё, АВ ФПА «Санкт-Петербурган аэрокосмос приборостроенийён патшалэх университетчё» ВУн информатиле тытём технологийё кафедрин доцентчё, Санкт-Петербург, Раçсей Патшалэхё.