

УДК 004.94:004.89

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ  
НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И ИМИТАЦИОННОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ**

**Черняховская Лилия Рашитовна**

Д.т.н., профессор кафедры технической кибернетики  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,  
450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12, e-mail: lr\_chern@yandex.ru

**Никулина Наталья Олеговна**

К.т.н., доцент кафедры автоматизированных систем управления  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,  
450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12, e-mail: nikulinano@outlook.com

**Малахова Анна Ивановна**

К.т.н., доцент кафедры автоматизированных систем управления  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,  
450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12, e-mail: aimalakhova@gmail.com

**Гарайшин Шамиль Гилемшинович**

К.т.н., директор Учебно-научного центра «Геофизика»,  
450095, г. Уфа, ул. Майкопская, 57, e-mail: gsg@bngf.ru

**Нагимов Тимур Ришатович**

Магистрант кафедры автоматизированных систем управления  
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,  
450008, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12, e-mail: t.nagimo2013@yandex.ru

**Аннотация.** В статье предлагается методика проектирования системы управления бизнес-процессами производственного предприятия на основе предварительного онтологического и имитационного моделирования предметной области. Целью проводимых исследований является организация поддержки принятия решений для участников проектов разработки и внедрения автоматизированных систем управления бизнес-процессами на предприятиях с преимущественно проектной организацией основной деятельности. Исследования поддержаны грантом РФФИ № 19-08-00937 «Методы и модели интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении программными проектами, реализуемыми в среде производственных предприятий».

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, онтологическая модель, динамическая модель, база знаний, система управления бизнес-процессами, проектное управление, ресурсы.

**Цитирование:** Черняховская Л.Р., Никулина Н.О., Малахова А.И., Гарайшин Ш.Г., Нагимов Т.Р. Проектирование системы управления бизнес-процессами на основе онтологического анализа и имитационного моделирования предметной области // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2019. № 3 (15). С. 18–30. DOI: 10.25729/2413-0133-2019-3-02

**Введение.** В сложных экономических условиях руководство любого предприятия заинтересовано в максимально возможной эффективности его деятельности, которая во многом зависит от результативности выполнения бизнес-процессов. В этой связи наметилась тенденция повсеместного перехода от позадачной модели деятельности, когда управление предприятием осуществляется в рамках жесткой организационной структуры, к процессной модели с применением гибких адаптивных структур управления сквозными процессами. Концепция процессного управления, активно развивающаяся в последние годы, зарекомендовала себя как одна из наиболее перспективных с точки зрения повышения эффективности деятельности современных предприятий. Согласно этой концепции, «цели предприятия достигаются через описание, проектирование, контроль процессов и их непрерывное совершенствование, которое необходимо для достижения нового уровня конкурентоспособности и взаимоотношений с поставщиками, клиентами и сотрудниками» [8]. В ее основе лежит принцип перехода от управления отдельными структурными подразделениями предприятия к управлению бизнес-процессами, непосредственно влияющими на получение конечного результата деятельности [7]. Однако организация такого перехода представляет собой довольно сложную задачу, успех решения которой зависит от множества факторов, и в первую очередь – от особенностей предметной области, в которой функционирует предприятие [1].

Сложность поставленной задачи и, как следствие, успешность ее решения зависят от:

- степени формализации бизнес-процессов, наличия хорошо структурированных регламентов, регулирующих деятельность сотрудников;
- степени использования информационных технологий, обеспечивающих взаимодействие при выполнении бизнес-процессов;
- степени заинтересованности как руководителей различных рангов, так и рядовых сотрудников предприятия в повышении прозрачности выполнения бизнес-процессов.

В связи со сложностью внедрения процессного подхода авторы предлагают разработать методику перехода к процессному управлению, основанную на детальном изучении особенностей функционирования конкретного предприятия, применении методов и моделей представления знаний, а также методов и средств моделирования процессов при выборе системы управления бизнес-процессами (СУБП).

**1. Постановка задачи.** Необходимость повышения эффективности выполнения бизнес-процессов привела к появлению целого класса программных средств, автоматизирующих деятельность сотрудников предприятия, а также оказывающих им информационную поддержку. Современный рынок программного обеспечения и информационных услуг предлагает большое количество разнообразных решений, предназначенных для обеспечения эффективного функционирования предприятий различных сфер деятельности [6].

В связи с интенсивным развитием информационных технологий, постоянным обновлением и расширением рынка средств автоматизации бизнес-процессов руководство предприятия может быть поставлено в затруднительное положение, обусловленное сложностью выбора программного обеспечения для решения различных проблем, возникающих при управлении деятельностью предприятия. Каждый из существующих видов прикладного программного обеспечения (системы управления проектами, системы

управления бизнес-процессами, системы электронного документооборота и т.д.) имеет свое назначение, а также свои достоинства и недостатки. Сравнительный анализ программного обеспечения достаточно сложен ввиду необходимости учета большого количества критериев и возможных альтернатив. Выбор любой системы управления бизнес-процессами сопряжен с необходимостью ее адаптации к складывавшейся годами модели взаимодействия сотрудников при выполнении своих задач, учета накопленного опыта решения различных проблем, использования предлагаемых технологий обработки информации с максимально возможной эффективностью.

Во многих областях деятельности бизнес-процессы выполняются в составе проектов, следовательно, необходимо учитывать факт влияния внешней и внутренней среды проекта на различные параметры бизнес-процессов. Система управления бизнес-процессами должна обеспечивать быстрое реагирование лиц, принимающих решения (ЛПР), в условиях высокой изменчивости внешней и внутренней среды реализации проектов.

Целью проводимых исследований является организация поддержки принятия решений для участников проектов разработки и внедрения автоматизированных систем управления бизнес-процессами на предприятиях. Исследования проводились на базе геофизического предприятия, одним из основных видов деятельности которого является выполнение проектов по сейсмической разведке газовых и нефтяных месторождений.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) разработать онтологическую модель поддержки принятия решений при планировании и выполнении проекта сейсморазведочных работ, включающую основные классы объектов, входящих в процессы проекта, и отношения между ними;
- 2) разработать имитационные модели процессов выполнения сейсморазведочных работ с учетом выявленных зависимостей между классами объектов, полученных из онтологической модели;
- 3) на основе результатов имитационного моделирования разработать динамические модели производственных и организационных процессов для исполнения их в автоматизированной системе управления бизнес-процессами.

## **2. Онтологический инжиниринг проекта выполнения сейсморазведочных работ.**

Для выполнения полевых сейсморазведочных работ в составе геофизической компании действуют сейсморазведочные партии, выполняющие работы в нефтегазоносных районах на территории нашей страны – в Поволжье и на Урале, в Западной Сибири и Приполярье. Сейсморазведочная партия – это коллектив не менее 300 человек, тяжелая техника и сложнейшее геофизическое, топогеодезическое и буровзрывное оборудование, десятки рабочих и жилых вагончиков, а также инструменты, материалы и другие ресурсы, необходимые для обеспечения жизнедеятельности людей в сложных природно-климатических условиях.

Уникальность условий реализации процессов, связанных с сейсморазведкой, ограниченность ресурсов, необходимость комплексного подхода к организации деятельности для получения конкретного результата позволяют считать этот вид деятельности проектным. Это означает, что в геофизической компании актуально внедрение процессного управления для координации проектной деятельности в сейсморазведочных партиях.

Развитие современных технологий позволяет крупным промышленным предприятиям получать и хранить огромные массивы данных, описывающие технологические,

логистические и организационные задачи предприятия. Эти данные могут быть использованы для решения различных задач, в том числе, для моделирования различных аспектов проектной деятельности и ситуационного управления [3]. Проект сейсморазведочных работ (СРР), как и любой другой проект [12], проходит следующие стадии жизненного цикла:

- 1) инициирование (стадия предварительного обсуждения геологического задания с заказчиком, проведение рекогносцировки места проведения работ);
- 2) планирование (получение различных разрешений, подбор необходимых ресурсов и расчет их количества, формирование сейсморазведочной партии и ее мобилизация (доставка) к месту проведения работ);
- 3) выполнение сейсморазведочных работ и сбор геологической информации;
- 4) завершение (демобилизация партии, подготовка геологического отчета и сдача его заказчику).

На каждой из стадий жизненного цикла участники проекта должны взаимодействовать друг с другом, принимая решения, как в процессе выполнения повседневных задач, так и в случае возникновения проблемных ситуаций. Следует заметить, что для проекта СРР разрешение проблемных ситуаций имеет особое значение. Это связано с тем, что работы ведутся преимущественно в тяжелых климатических условиях в труднодоступных местностях. Ошибки и просчеты в принятии решений в ходе реализации проекта могут повлечь за собой не только огромные финансовые и репутационные потери для компании, но и угрозу жизни и здоровью персонала. Поэтому предлагаемая онтология проекта сейсморазведочных работ включает описание не только предметной области, но и связанных с выполнением проекта возможных проблемных ситуаций. Фрагмент предлагаемой онтологии представлен на рисунке 1.

Также следует заметить, что в структуре геофизической компании находится несколько сейсморазведочных партий (СРП). При этом разными партиями одновременно могут выполняться несколько проектов СРР, что на стадии планирования влечет неизбежный ресурсный конфликт в связи с тем, что оборудование и персонал закрепляются за партиями только на период проекта. Учитывая тот факт, что СРП находятся друг от друга и от центрального офиса за сотни километров, бывает очень сложно исправить ошибки планирования на стадии выполнения. Поэтому стадия планирования была выбрана в качестве предмета исследований, как наиболее важная для успешной реализации всего проекта, так и наиболее интересная с точки зрения количества и разнообразия возникающих проблемных ситуаций.

Онтологическая база знаний предназначена для выработки правил принятия решений на этой стадии жизненного цикла проекта. Онтологический анализ интересен в данной области исследований и на данной стадии жизненного цикла проекта в связи с тем, что он направлен на исследование и интерпретацию системных связей в сложных предметных областях с применением методов и средств компьютерного моделирования, к которым, несомненно, может быть отнесено ведение проектов сейсморазведочных работ. В работах [4, 9-11] приведены примеры построения онтологических баз знаний и в других предметных областях, также характеризующихся большой степенью неопределенности при принятии решений в проблемных ситуациях.



отражающих логику взаимодействия сотрудников при решении различных производственных и управленческих задач, составляющих бизнес-процессы. Для того, чтобы внедряемая СУБП действительно оказала влияние на повышение эффективности деятельности предприятия, эти модели должны адекватно отражать предметную область. Поэтому при моделировании процессов необходимо учитывать риск возникновения проблемных ситуаций, опираясь при этом на сведения о разрешении ранее случившихся аналогичных проблем. Особенность геофизической компании заключается в том, что бизнес-процессы неразрывно связаны с проектами СРР. Безошибочное выполнение бизнес-процессов кардинально влияет на успешность выполнения таких сложных проектов, как сейсморазведка.

Управление сложными масштабными проектами подразумевает необходимость прогнозирования различных сценариев его выполнения при возникновении проблемных ситуаций. Неоценимую помощь может оказать имитационное моделирование, учитывающее множество факторов, влияющих на результат как отдельных процессов, так и проекта в целом. Онтологическая база знаний, содержащая информацию о взаимосвязях различных объектов предметной области, способах и результатах разрешения проблемных ситуаций, позволяет использовать ее для настройки параметров имитационных моделей.

Имитационное моделирование выполнялось для бизнес-процессов, входящих в состав проекта СРР. Учитывались такие параметры, как ландшафт местности, степень износа применяемого топогеодезического и буровзрывного оборудования, наличие запасных частей и материалов. Наиболее часто встречающимися проблемными ситуациями являются поломка оборудования и нехватка запчастей и материалов. В зависимости от масштаба проблемы решение о ликвидации проблемной ситуации принимается на уровне начальника партии, либо вышестоящих уровнях организационной структуры – начальником экспедиции или в дирекции разведочной геофизики. При принятии решений руководители разных уровней руководствуются установленными ограничениями проекта – в первую очередь, сроками и бюджетом. На принятие решений влияет информация о климатических и географических характеристиках местности, где выполняются работы, а также о показателях освоенного объема работ на текущую дату.

Информация о проблемных ситуациях, возникавших при выполнении аналогичных проектов в прошлом, очень важна при планировании текущего проекта, и обязательно принимается во внимание при расчете необходимого количества ресурсов, в том числе различного оборудования, запасных частей и материалов. Поэтому начальникам сейсморазведочных партий, разрабатывающим планы проведения работ, целесообразно провести имитационное моделирование с целью определения оптимального количества ресурсов для работы в заданной местности еще до мобилизации партии к месту проведения работ. Разработанные планы проведения работ, включая заявленные потребности в ресурсах каждой партии, обсуждаются в ходе процедуры защиты проектов с участием руководства экспедиции и дирекции разведочной геофизики. Только после утверждения планов можно приступить к распределению ресурсов по партиям. Имитационное моделирование позволит существенно сократить срок разработки планов и исключить многократные итерации при их согласовании. Фрагмент модели планирования проекта сейсморазведочных работ представлен на рисунке 2.

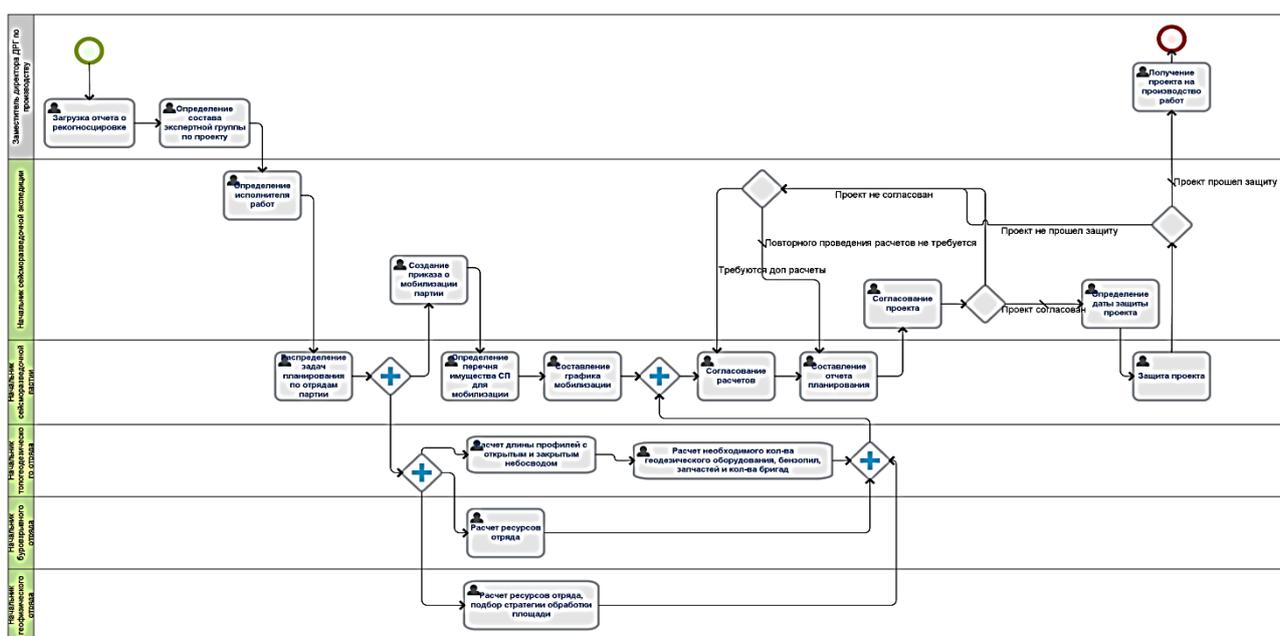


Рис. 2. Фрагмент модели планирования проекта проведения сейсморазведочных работ

Для разработки имитационных моделей было использовано программное средство AnyLogic [5]. При этом разработанная онтология экспортируется в OVO Format (на основе XML), допускающий ее дальнейшее преобразование в удобный для представления в AnyLogic вид и последующее использование.

На рисунке 3 представлен фрагмент настройки имитационной модели (слева) и результаты моделирования проблемной ситуации, связанной с отказом оборудования при выполнении топогеодезических работ на одном из участков (справа).

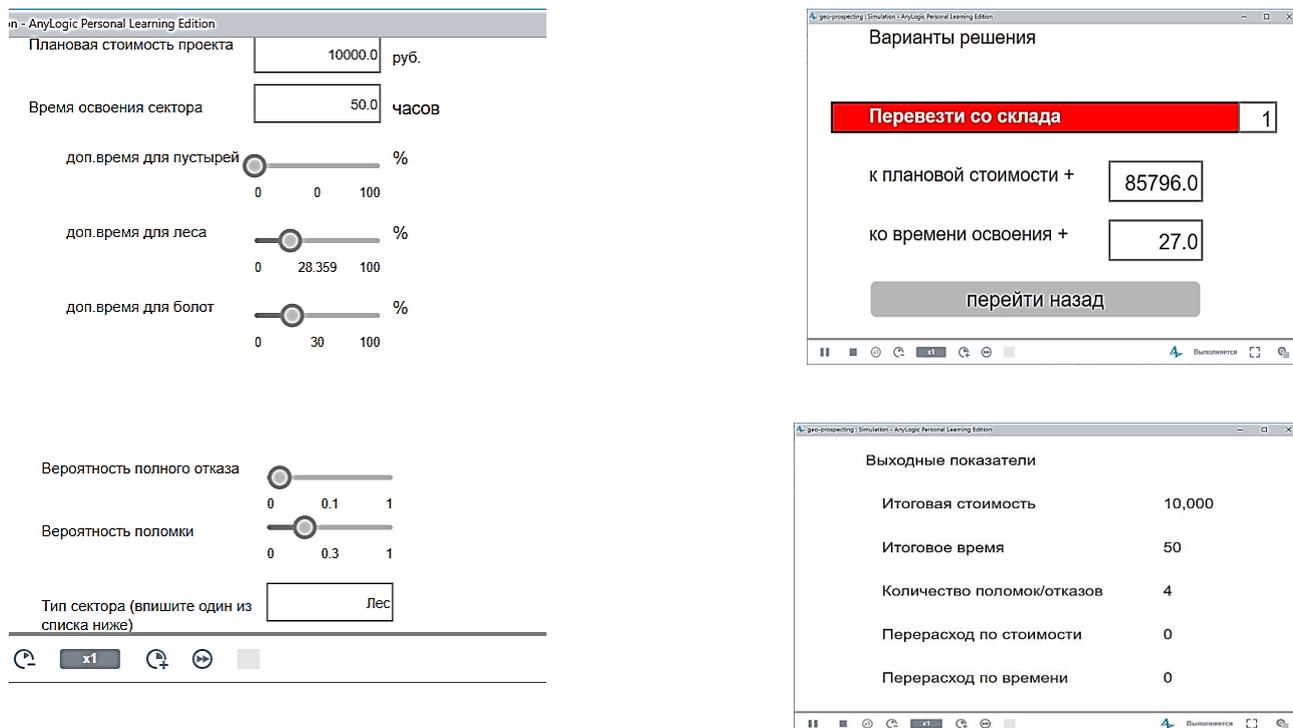


Рис. 3. Фрагмент имитационной модели сейсморазведочных работ в AnyLogic

Имитационные модели, построенные с учетом разработанной онтологии, включающей основные классы и понятия предметной области, позволяют тестировать различные сценарии перед принятием ответственного решения. Сценарии, соответствующие различным проблемным ситуациям, оформляются в виде динамических моделей в нотации BPMN, после чего могут запускаться в автоматизированной системе управления бизнес-процессами в ходе выполнения реальных задач. На рисунке 4 представлен фрагмент динамической модели взаимодействия участников проекта в проблемной ситуации отказа оборудования в случае принятия решения о необходимости его ремонта.

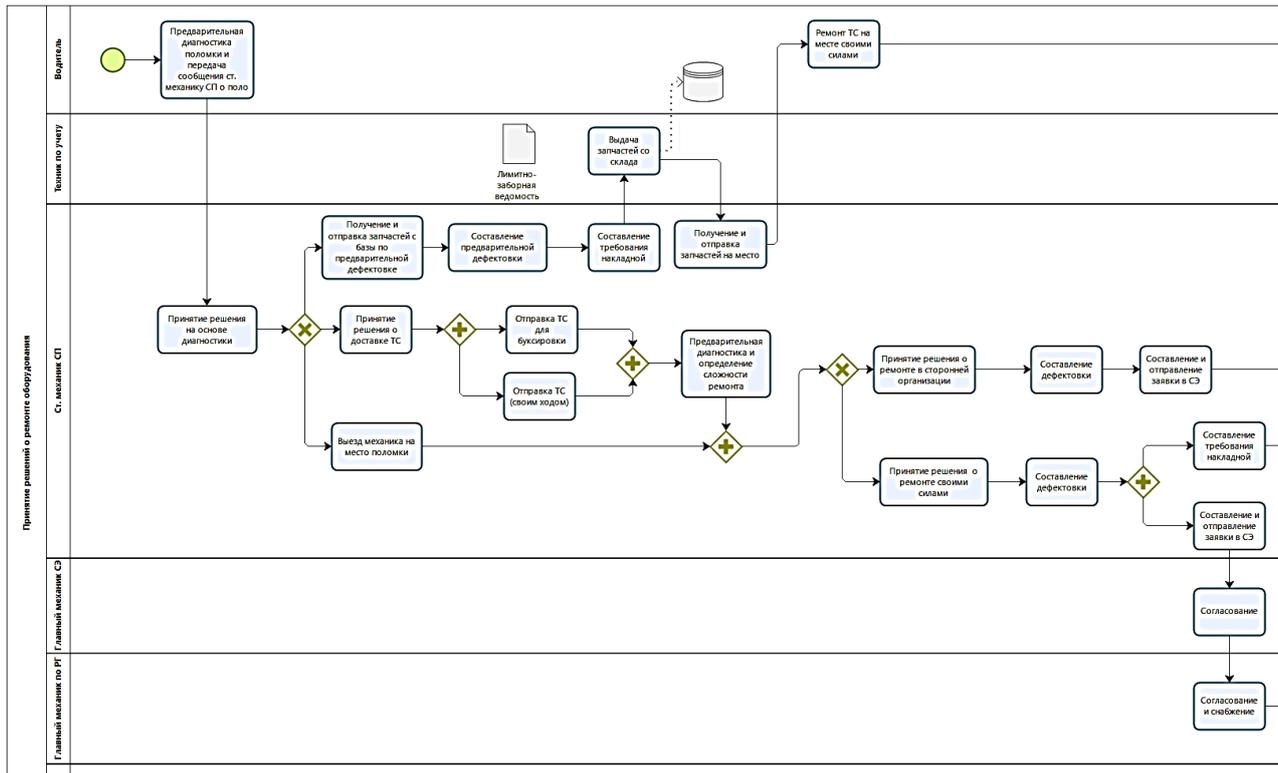


Рис. 4. Фрагмент динамической модели взаимодействия участников проекта при ликвидации проблемной ситуации

СУБП геофизической компании должна предусматривать возможные проблемные ситуации и их последствия, которые могут встретиться при выполнении бизнес-процессов на проекте СРР. Содержащаяся в онтологической базе знаний информация об уровне возникшей проблемы запускает в СУБП соответствующий сценарий ее ликвидации с учетом уровня ЛПР. Использование имитационного моделирования проблемных ситуаций в ходе планирования проекта сейсморазведочных работ предоставляет возможность обойтись без дорогостоящих натурных экспериментов и рассчитать наиболее оптимальный исход при выборе различных вариантов решений.

**4. Методика внедрения системы управления бизнес-процессами на основе онтологического и имитационного моделирования предметной области.** Процессное управление предполагает использование современных средств вычислительной техники и информационных технологий для обеспечения эффективного взаимодействия всех участников бизнес-процессов. Рынок ПО предлагает широкий выбор альтернативных решений, но необходимо помнить:

1) внедрение любой автоматизированной системы обязательно предваряет этап анализа предметной области и разработки проектных решений, в ходе которого осуществляется моделирование предметной области;

2) модели бизнес-процессов, являющиеся основой функционирования автоматизированной системы управления, являются инвариантными к средствам их реализации.

Поэтому предлагаемая авторами методика проектирования СУБП может быть использована на предприятиях любой сферы деятельности. Методика применяется на начальных стадиях жизненного цикла автоматизированной системы управления бизнес-процессами и предполагает выполнение следующих шагов.

1. Онтологический инжиниринг предметной области – определение границ моделирования (в описываемом в статье случае онтология ограничена рамками проекта сейсморазведочных работ), описание классов объектов, экземпляров классов и отношений между ними.

2. Интеграция онтологии предметной области и онтологии управления проектом для отображения, имевших место проблемных ситуаций, в виде прецедентов [4]. Подробное описание построения интегрированной онтологии приводится в [11].

3. Экспорт онтологии в формат на основе XML (ОВО Format), допускающий ее дальнейшее использование и преобразование, необходимое для выбора метода и средства имитационного моделирования. На данном этапе решаются вопросы синхронизации компонентов модели, задания начальных условий, обработки результатов и сбора статистики.

4. Разработка имитационных моделей различных фрагментов онтологии – выбор средства моделирования, программирование и тестирование имитационной модели, проверка ее адекватности и соответствия требованиям пользователей.

5. Интерпретация результатов имитационного моделирования – выявление участников бизнес-процесса и возможных сценариев их взаимодействия, определение вероятности запуска различных сценариев.

6. Разработка динамических моделей бизнес-процессов в нотации BPMN 2.0 на основе результатов имитационного моделирования и онтологического инжиниринга.

7. Тестирование и отладка динамических моделей в выбранной автоматизированной системе управления бизнес-процессами (ELMA, Bizagi Studio, Bitrix и др.)

**Заключение.** Результатом онтологического анализа предметной области является база знаний, основанная на прецедентах принятия решений при возникавших неблагоприятных ситуациях в ходе выполнения проектов сейсморазведочных работ. Использование онтологической базы знаний для поддержки принятия решений ответственными лицами на различных стадиях проекта СРР в геофизической компании в настоящее время вряд ли возможно ввиду отсутствия соответствующих компетенций. Тем не менее, исследования в этой области чрезвычайно полезны для создания имитационных моделей на основе прецедентов принятия решений в проблемных ситуациях. Имитационные модели, учитывающие множество факторов, влияющих на результат как отдельных бизнес-процессов, так и проекта СРР в целом, позволят еще на этапе планирования прогнозировать различные сценарии его выполнения при возникновении проблемных ситуаций. В свою очередь, имитационная модель становится основой для разработки динамических моделей

предметной области, отражающих логику взаимодействия сотрудников при решении различных задач и являющихся основой функционирования автоматизированной системы управления бизнес-процессами. Таким образом, имитационные модели имеют практическое применение не только в составе методики проектирования системы управления бизнес-процессами геофизического предприятия, но и в проекте СРР на стадии его планирования.

Практическая ценность результатов исследования состоит в возможности существенного сокращения сроков разработки и внедрения автоматизированной системы управления бизнес-процессами за счет уменьшения количества итераций при ее тестировании, связанных с отладкой динамических моделей бизнес-процессов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадамшин Р.А., Ильясов Б.Г., Черняховская Л.Р. Проблемы управления сложными динамическими объектами в критических ситуациях на основе знаний. М.: Машиностроение. 2003. 239 с.
2. Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Муромцев Д.И. Инженерия знаний. Модели и методы: Учебник. СПб. Издательство «Лань». 2016. 324 с.
3. Массель Л.В., Ворожцова Т.Н., Пяткова Н.И. Онтологический инжиниринг для поддержки принятия стратегических решений в энергетике // Онтология проектирования. 2017. Т.7. №1(23). С. 66–76. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-1-66-76.
4. Никулина Н.О., Малахова А.И., Иванова И.Ф. Применение интеллектуальных технологий в решении проблем инновационных проектов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XXI Международной научной конференции (3-6 сентября 2019 г., Самара): в 2-х т. Самара. ООО «Офорт». 2019. Т.2. С. 483–488.
5. Официальный сайт компании AnyLogic. Режим доступа: <https://www.anylogic.ru> (дата обращения 10.03.2019)
6. Панель ИТ-проектов России TAdviser. Режим доступа: <http://www.tadviser.ru> (дата обращения 05.04.2019).
7. Репин В.В., Елиферов В.Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: Манн, Иванов и Фербер. 2013.
8. Свод знаний по управлению бизнес-процессами: BPM СВОК 3.0 / Под ред. А.А. Белайчука, В.Г. Елифёрова; Пер. с англ. 2 изд. М.: Альпина Паблишер. 2018. 480 с.
9. Черняховская Л.Р., Малахова А.И. Разработка моделей и методов интеллектуальной поддержки принятия решений на основе онтологии организационного управления программными проектами // Онтология проектирования. 2013. №4 (10). С. 42–52.
10. Черняховская Л.Р., Никулина Н.О., Бармина О.В. Применение онтологического анализа и обработки знаний для принятия решений в проблемных ситуациях // Управление экономикой: методы, модели, технологии: Труды XV Международной научной конференции 22-24 октября 2015. Уфа. 2015. Т. 2. С. 181–186.
11. Черняховская Л.Р., Никулина Н.О., Ширяев О.В. Интеллектуальное управление сложными деловыми процессами на основе онтологических баз знаний: учебное пособие / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. Уфа: РИК УГАТУ. 2018. 186 с.

12. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK), Sixth ed. / Project Management Institute, Inc., 14 Campus Boulevard, Newton Square, Pennsylvania 19073-3299 USA. 2017. 756 pages.
  13. Official documentation on Protégé. Available at: <http://protrgrwiki.stanford.edu/index.php/ProtegeUserDocs> (accessed 28.03.2019).
- 

**UDK 004.94:004.89**

**BUSINESS PROCESS MANAGEMENT SYSTEM DESIGN  
BASED ON ONTOLOGICAL ANALYSIS AND SIMULATION OF SUBJECT AREA**

**Liliya R. Chernyakhovskaya**

Doctor of technical sciences, professor of technical cybernetics department  
Ufa State Aviation Technical University, 12, K. Marks Str., 450008, Ufa, Russia,  
e-mail: lr\_chern@yandex.ru

**Nataliya O. Nikulina**

Candidate of technical sciences, docent of automated management systems department  
Ufa State Aviation Technical University, 12, K. Marks Str., 450008, Ufa, Russia,  
e-mail: nikulinano@outlook.com

**Anna I. Malakhova**

Candidate of technical sciences, docent of automated management systems department  
Ufa State Aviation Technical University, 12, K. Marks Str., 450008, Ufa, Russia,  
e-mail: aimalakhova@gmail.com

**Shamil G. Garaishin**

Candidate of technical sciences, Director of Educational and research center «Geophysics»,  
57, Maikopskaya Str., 450095, Ufa, Russia, e-mail: gsg@bngf.ru

**Timur R. Nagimov**

2nd course master of automated management systems department  
Ufa State Aviation Technical University, 12, K. Marks Str., 450008, Ufa, Russia,  
e-mail: t.nagimo2013@yandex.ru

**Abstract.** The article proposes a method of business process management system design on the manufacturing enterprise based on preliminary ontological and simulation modeling of subject area. A purpose of the research is to organize a decision making support for the project participants directed on developing and implementation of automated business process management systems for enterprises with mostly project organization of its main activity. The research is supported by RFBR grant № 19-08-00937 "Models and methods of intellectual decision making support in software project management realized on manufacturing enterprises".

**Keywords:** simulation modeling, ontological model, dynamic model, knowledge base, business process management system, project management, resources.

## References

1. Badamshin R.A., Ilyasov B.G., Chernyakhovskaya L.R. Problemy upravleniya slozhnymi dinamicheskimi ob'yektami v kriticheskikh situatsiyakh na osnove znaniy [Problems of complex dynamic objects management in critical situations on the basis of knowledge] Moscow. Mashinostroyeniye = Mechanical engineering. 2003. 239 p. (in Russian)
2. Gavrilova T.A., Kudryavtsev D.V., Muromtsev D.I. Inzheneriya znaniy. Modeli i metody: Uchebnik [Knowledge engineering. Models and methods: Tutorial]. SPb = St. Petersburg. Izdatel'stvo «Lan'» = Publishing House “Lan”. 2016. 324 p. (in Russian)
3. Massel L.V., Vorozhtsova T.N., Pyatkova N.I. Ontologicheskiiy inzhiniring dlya podderzhki prinyatiya strategicheskikh resheniy v energetike [Ontology engineering to support strategic decision making in the energy sector] // Ontologiya proyektirovaniya = Ontology of Designing. 2017. Vol. 7. No 1(23). Pp. 66–76. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-1-66-76. (in Russian)
4. Nikulina N.O. Malakhova A.I., Ivanova I.F. Primeneniye intellektual'nykh tekhnologiy v reshenii problem innovatsionnykh proyektov [Application of intelligent technologies in solving the innovative projects problems] // Problemy upravleniya i modelirovaniya v slozhnykh sistemakh: Trudy XXI Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (3-6 sentyabrya 2019 g., Samara): v 2-kh t.= Proceedings of the XXI International Scientific Conference "Control and Modelling Problems in Complex Systems" (CMPCS-2019, September 3-6, 2019, Samara). Samara. OOO «Ofort» = LLC «Ofort». 2019. V. 2. Pp. 483–488. (in Russian)
5. Ofitsial'nyy sayt kompanii AnyLogic [Official website of “AnyLogic“]. Available at: <https://www.anylogic.ru> (accessed 10.03.2019). (in Russian)
6. Panel' IT-proyektov Rossii TAdviser [A panel of IT-projects in Russia, TAdviser ]. Available at: <http://www.tadviser.ru> (accessed: 05.04.2019). (in Russian)
7. Repin V.V., Eliferov V.G. Protsessnyy podkhod k upravleniyu. Modelirovaniye biznes-protsessov [Process approach to management. Business process modeling]. Moscow. Mann, Ivanov i Farber = Publishing House "Mann, Ivanov and Farber". 2013. (in Russian)
8. Svod znaniy po upravleniyu biznes-protsessami: BPM CBOK 3.0 / Pod red. A.A. Belaychuka, V.G. Yeliforova; Per. s angl. 2 izd. [A body of knowledge on business processes management: BPM CBOK 3.0 / edited by A.A. Belaichuk, V.G. Eliferov; translated from English. – 2nd ed. ]. Moscow. Al'pina Pablisher = Alpina Publisher Publishing House. 2018. 480 p. (in Russian)
9. Chernyakhovskaya L.R., Malakhova A.I. Razrabotka modeley i metodov intellektual'noy podderzhki prinyatiya resheniy na osnove ontologii organizatsionnogo upravleniya programmnyimi proyektami [Development of intelligent decision support models and methods based on the software projects organization management ontology] // Ontologiya proyektirovaniya = Ontology of Designing. 2013. No 4(10). Pp. 42–52. (in Russian)
10. Chernyakhovskaya L.R., Nikulina N.O., Barmina O.V. Primeneniye ontologicheskogo analiza i obrabotki znaniy dlya prinyatiya resheniy v problemnykh situatsiyakh [Application of ontological analysis and knowledge processing for decision making in problem situations] // Upravleniye ekonomikoy: metody, modeli, tekhnologii: Trudy XV Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii 22-24 oktyabrya 2015. Ufa. 2015. T. 2 = Economic management: methods, models, techniques: Proceedings of the XV International scientific conference, 22-24 October 2015. Ufa. 2015. Vol. 2. Pp. 181–186. (in Russian)

11. Chernyakhovskaya L.R., Nikulina N.O., Shiryaev O.V. *Intellektual'noye upravleniye slozhnymi delovymi protsessami na osnove ontologicheskikh baz znaniy: uchebnoye posobiye* [Intelligent management for the complex business processes on the basis of ontological knowledge bases: textbook]. Ufa. Redaktsionno-izdatel'skiy kompleks UGATU = The publishing complex of Ufa state aviation technical university. 2018. 186 p. (in Russian)
12. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK), Sixth ed. / Project Management Institute, Inc., 14 Campus Boulevard, Newton Square, Pennsylvania 19073-3299 USA. 2017. 756 pages.
13. Official documentation on Protégé. Available at: <http://protrgrwiki.stanford.edu/index.php/ProtegeUserDocs> (accessed 28.03.2019).