

УДК 004.89

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

О.В. Бармина<sup>1</sup>, Н.О. Никулина<sup>2</sup>

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия

<sup>1</sup>obarmina@outlook.com, <sup>2</sup>nikulina@outlook.com

### Аннотация

Системы управления предприятиями связывают в единое целое деятельность специалистов различных структурных подразделений, решающих свои частные задачи в тесном взаимодействии со своими коллегами, а также с представителями внешних организаций. Это даёт возможность формировать единое информационное пространство предприятия, а также единое пространство принятия решений, основанное на использовании массива накопленной информации, связанной с управлением бизнес-процессами. В данной статье рассматриваются вопросы повторного использования знаний и организации системы поддержки принятия решений при управлении взаимодействующими бизнес-процессами в проектно-ориентированных организациях. Представлен фрагмент онтологии прецедента проблемной ситуации. Разработана методика формирования онтологической модели управления взаимодействующими процессами в ИТ-проектах. Новизна применённой математической модели, лежащей в основе интеллектуальной системы, заключается в сочетании различных механизмов логического вывода при принятии решения в проблемной ситуации на базе всей имеющейся информации о предметной области. Разработана стратегическая карта консалтинговой организации, позволяющая оценить достижение целей и экономическую эффективность принятых с помощью интеллектуальной системы решений.

**Ключевые слова:** взаимодействующие процессы, управление проектами, онтология, управление знаниями.

**Цитирование:** Бармина, О.В. Интеллектуальная система управления взаимодействием бизнес-процессов в проектно-ориентированных организациях / О.В. Бармина, Н.О. Никулина // Онтология проектирования. – 2017. – Т. 7, №1(23). – С. 48-65. – DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-1-48-65.

### Введение

Известные на сегодняшний день методологии проектирования информационно-управляющих систем основаны на процессном подходе [1-3], предполагающем смещение акцентов с управления отдельными структурными элементами на управление сквозными бизнес-процессами, связывающими деятельность всех структурных элементов. Основной принцип процессного подхода определяет структурирование системы управления в соответствии с деятельностью предприятия, а не в соответствии с его организационно-штатной структурой.

Процессный подход требует комплексного изучения различных сторон жизни организации – правовых основ и правил деятельности, организационной структуры, функций и показателей результатов их исполнения, интерфейсов, ресурсного обеспечения, организационной культуры. В ходе анализа бизнес-процессов детально исследуются сферы ответственности подразделений, их руководителей и сотрудников. Это позволяет установить владельцев бизнес-процессов, в результате чего создаются условия для разработки и внедрения систем стимулирования и ответственности за конечные результаты, определяются моменты и процедуры передачи ответственности.

При управлении взаимодействующими процессами неизбежно возникает проблема распределения ресурсов между конкурирующими за доступ к ресурсам задачами [4, 5]. Принять решение в пользу того или иного процесса помогает степень его важности для деятельности предприятия. Степень важности бизнес-процесса определяется вкладом результата его реализации в создание основной стоимости (рисунок 1).

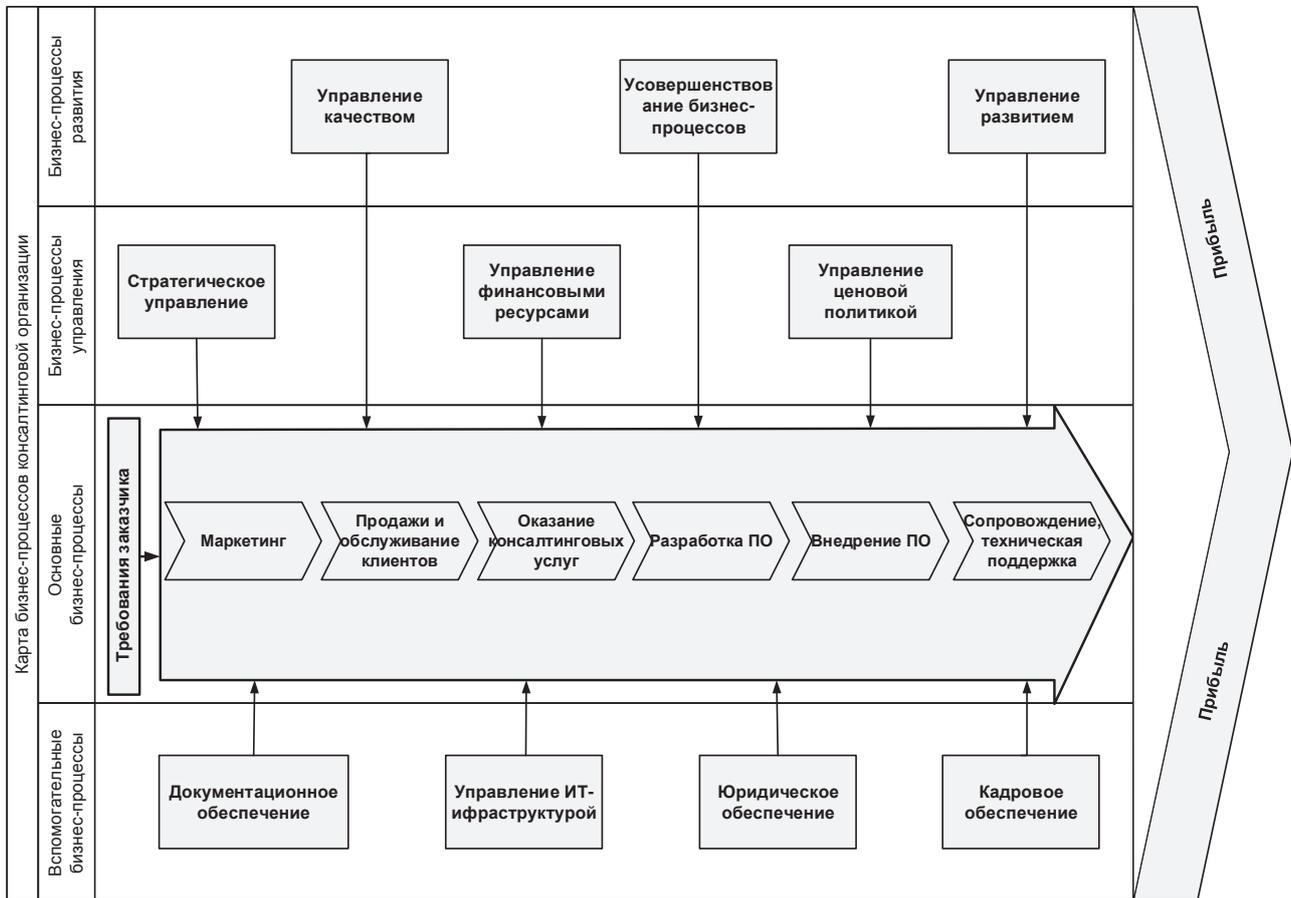


Рисунок 1 – Модель «Цепочка добавленной стоимости для проектно-ориентированной компании»

Модель цепочки добавления потребительской ценности, разработанная Майклом Портером [6], рассматривает предприятие как цепь базисных действий, каждое из которых добавляет ценность продукту, а оптимизация этих базисных действий максимизирует прибыль и/или минимизирует затраты. Согласно этой модели по вкладу в создание основной стоимости выделяют следующие группы процессов:

- основные бизнес-процессы, в рамках которых создается добавленная стоимость (конечная или промежуточная) продукта. Такие бизнес-процессы непосредственно ориентированы на производство продукции и получение дохода для предприятия;
- обеспечивающие (вспомогательные) процессы, предназначенные для обеспечения выполнения основных процессов, снабжающие ресурсами подразделения предприятия;
- процессы управления, регулирующие текущую деятельность предприятия, обеспечивающие его конкурентоспособность и развитие;
- процессы развития – процессы совершенствования, освоения новых направлений и технологий, в том числе технологий управления, а также инновации.

Следует заметить, что процессы управления и процессы развития появились в результате развития модели цепочки добавления ценности. Процессы управления были выделены из

группы вспомогательных процессов, как имеющие типовую структуру, не зависящую от объекта управления. Это позволяет применять единые методики управления во всех направлениях деятельности предприятия на основе типовых управленческих процедур. Выделение процессов развития обусловлено необходимостью поддерживать на высоком уровне конкурентоспособность предприятия, в том числе, за счёт выполнения инновационных проектов.

Основное отличие проектно-ориентированной компании от предприятия, функционирующего в соответствии с традиционными принципами управления, заключается в организации своей деятельности через выполнение проектов. При этом характер проектов практически не оказывает влияния на содержание процессов управления [7, 8].

## **1 Постановка задачи**

При управлении бизнес-процессами, в том числе, в области информационных технологий (ИТ), участникам может потребоваться поддержка принятия решений с использованием специальной системы, основным компонентом которой является база знаний о предметной области (ПрО) со встроенным механизмом логического вывода при возникновении проблемных ситуаций. База знаний должна включать информацию о выполняемых задачах и процессах, в том числе:

- об условиях выполнения с указанием уровня потребления всех видов ресурсов;
- о возможных результатах выполнения с указанием того, насколько отвечает плану тот или иной результат;
- о технико-экономических показателях процессов с указанием допустимого интервала значений;
- о лицах, принимающих решения (ЛПР), с указанием уровня их квалификации, опыта работы и места в организационной структуре управления;
- о времени, необходимом для достижения запланированного результата процесса;
- о степени формализации процессов с указанием типа, названия и места хранения документации, регламентирующей их выполнение;
- о возможных критических ситуациях, возникающих при выполнении процессов, с указанием причин и условий их возникновения и мер по ликвидации отклонений от нормального хода процесса.

Основная проблема, возникающая при попытках разработки универсальной базы знаний, заключается в сложности выбора успешных решений, опыт которых применим к конкретной решаемой задаче, поэтому обеспечение обмена и повторного использования знаний основано на систематизации успешных решений [9, 10]. Для систематизации знаний о деятельности организации на практике используются онтологические модели различного уровня, которые позволяют выявлять взаимосвязи в бизнес-процессах, указывая на их узкие места.

В статье предложена методика разработки интеллектуальной системы, основанная на применении методов онтологического моделирования взаимодействующих процессов управления ИТ-проектами. Исследования проводились в консалтинговых проектно-ориентированных компаниях, сферой деятельности которых является управление проектами по разработке и внедрению информационных систем, в том числе, систем электронного документооборота в различных ПрО.

## **2 Уровни взаимодействия в проектно-ориентированной организации**

В структуре организации уровни управления и функциональные области образуют логические взаимоотношения, построенные в такой форме, которая позволяет наиболее эффек-

тивно достигать целей организации. В данном случае, цели есть конкретные конечные состояния или желаемые результаты, которых стремится добиться группа людей, работая вместе. В процессе планирования руководство разрабатывает цели и стратегию, которые в дальнейшем доносит до сотрудников организации, что является важным и мощным механизмом координирования, позволяющим довести до сотрудников организации знание о том, к чему они должны стремиться [7, 8, 11].

На стратегическом уровне менеджеры высшего звена решают проблемы развития компании на рынке, выполняют долгосрочное планирование деятельности компании, распределяют инвестиции и др. Менеджеры среднего звена решают проблемы, возникающие при управлении проектами и программами проектов, осуществляют текущее, оперативное и календарное планирование деятельности проектных групп. Менеджеры низшего звена и исполнители выполняют задачи по проектам, участвуют в обсуждении конечных задач, необходимых для реализации проекта. В итоге каждому уровню управления соответствует свой уровень принятия решений, который определяет иерархию задач поддержки принятия решений в различных группах подразделений.

Разнообразие документов и внутренних регламентов об этапах выполнения бизнес-процессов в проектно-ориентированных компаниях приводит к тому, что в проблемных ситуациях часто задействовано сразу несколько подразделений. Это связано с тем, что уровень взаимодействия между отделами, проектами и исполнителями достаточно высок, что обусловлено применением процессного подхода для управления проектно-ориентированными компаниями. В результате в таких компаниях осуществляется достаточно большое количество взаимодействующих бизнес-процессов.

Целями выделения взаимодействующих процессов в проектно-ориентированной компании являются:

- 1) решение проблем неэффективного взаимодействия подразделений различной функциональной подчиненности (устранение функциональных барьеров);
- 2) ориентация деятельности подразделений компании на конечный результат и удовлетворение требований клиентов.

Выделение взаимодействующих процессов по принципу клиенто-ориентированных цепочек (рисунок 2) может быть выполнено, если каждый клиент потребляет уникальный продукт, создание продуктов ведётся параллельно, при этом процессы слабо пересекаются друг с другом. В данном случае отдельные задачи, входящие в процессы маркетинга, продаж и обслуживания клиентов, неизбежно будут пересекаться, поскольку выполняются, как правило, специально выделенными для решения этих задач сотрудниками. Так, маркетинговыми исследованиями рынка занимается отдел маркетинга, а юридически правильное заключение договоров с клиентами обеспечивает юридический отдел. Остальные процессы - оказание консалтинговых услуг, разработка, внедрение и техническая поддержка - не пересекаются ввиду отсутствия борьбы за одинаковые ресурсы, поскольку ориентированы на работу с конкретными клиентами, заказывающими различное по функциональным характеристикам ПО.

Если организация производит более одного продукта, и клиенты этой организации потребляют по несколько видов продукции, процессы выделяют на основе продуктовых цепочек (рисунок 3).

Выделение взаимодействующих процессов целесообразно начинать с процессов верхнего уровня. Как правило, современная проектно-ориентированная компания в условиях обострения конкуренции производит более одного продукта, и клиенты этой организации потребляют по несколько видов продукции, поэтому целесообразнее всего выделять процессы на основе продуктовых цепочек.

При выделении и управлении взаимодействующими процессами возникают проблемы различного характера, усложняющие и снижающие эффективность управления структурными подразделениями и компанией в целом:

- недостаточность полномочий владельца бизнес-процесса при принятии решений, обусловленная конфликтом между структурой принятия решений и функциональной структурой управления;
- пересечение процессов в рамках одного функционального подразделения компании;
- сложность координации управленческих решений для руководителя функционального подразделения, в котором пересекаются процессы;
- избыточность документации - регламент взаимодействия между различными бизнес-процессами превращается в объёмный документ, не используемый компанией целиком.

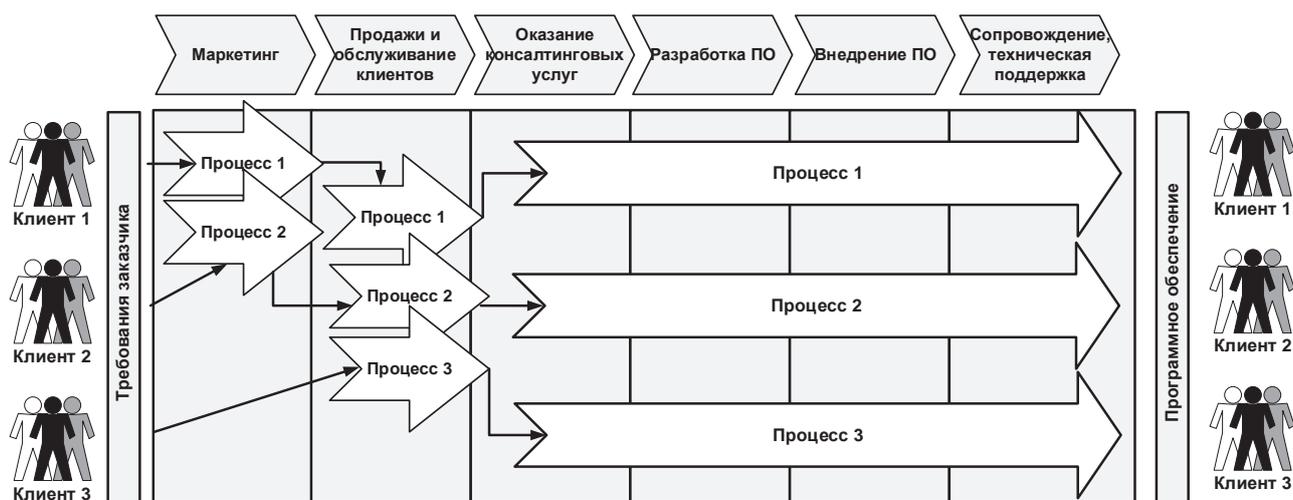


Рисунок 2 – Выделение взаимодействующих бизнес-процессов на основе клиенто-ориентированных цепочек

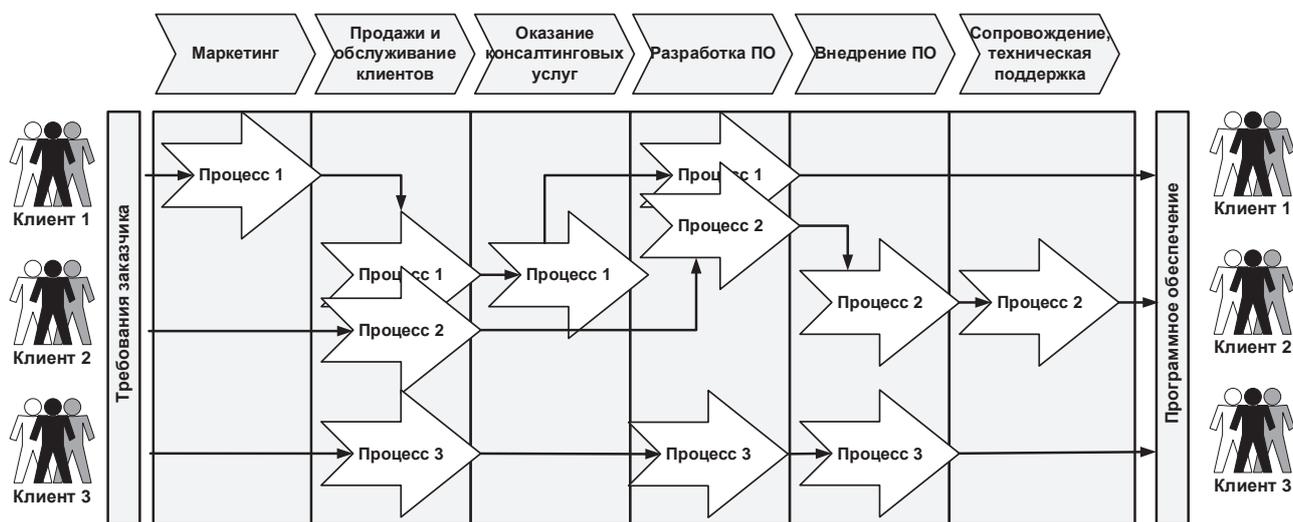


Рисунок 3 - Выделение взаимодействующих бизнес-процессов на основе продуктовых цепочек

Таким образом, для эффективного управления проектно-ориентированной компанией необходимо формирование концепции интеллектуальной поддержки принятия решений в управлении сложными взаимодействующими бизнес-процессами. Она должна быть основана на принципах управления знаниями, опираться на онтологический анализ бизнес-процессов. Использование базы знаний позволит накапливать и применять в проблемных ситуациях знания и опыт экспертов по управлению бизнес-процессами компании.

### 3 Разработка методики формирования онтологической модели управления взаимодействующими процессами в ИТ-проектах

#### 3.1 Референтная модель ПрО как основа построения онтологической модели

Методика разработки онтологической модели включает следующие этапы:

- 1) выявление значимых признаков (атрибутов) для описания и выбора прецедентов на основе референтной модели ПрО;
- 2) оценка и анализ выявленных признаков (атрибутов) прецедентов;
- 3) разработка базы знаний для описания и выбора прецедентов.

Выявление значимых признаков прецедентов возможно только после детального описания ПрО. В качестве основного каркаса, объединяющего и систематизирующего все знания по ПрО, можно использовать референтную модель – обобщение наилучших описаний (документов, схем, решений, практик) для определённого экономического объекта с учётом его специфики. Референтная модель включает следующие подмодели:

$$(1) \quad M^{ref} = (M_f, M_d, M_{org}, M_{inf}),$$

где:

- $M_f$  – функциональная модель (описания деятельности объекта управления в виде совокупности процессов);
- $M_d$  – динамическая модель (описание потоков событий, т.е. изменение моделируемых процессов во времени);
- $M_{org}$  – организационная модель (описание организационно-штатной структуры объекта управления);
- $M_{inf}$  – информационная модель (описание структуры информации, имеющей отношение к деятельности объекта управления).

С точки зрения организационного управления модель организационной структуры может быть представлена в виде связанного ациклического графа (дерева):

$$(2) \quad M_{org} = (Org, R),$$

где  $Org$  – множество организационных единиц,  $Org \subseteq R \times R$ ,  $R$  – множество отношений между организационными единицами.

Модель данных бизнес-процесса можно представить в виде ориентированного графа, где узлами выступают сущности, а дугами – отношения между ними:

$$(3) \quad M_{inf} = (E_d, R_d),$$

где  $E_d$  – множество сущностей ПрО,  $R_d$  – множество отношений между сущностями.

Каждая сущность модели данных представляется в виде уникального имени и совокупности атрибутов:

$$(4) \quad E_d^i = (n, Atr),$$

где  $n$  – наименование сущности,  $Atr = A_d \cup A_k$  – атрибуты сущности, разделенные на неключевые  $A_d$  и ключевые  $A_k$ .

Поскольку методология разработки динамических моделей часто базируется на модели Сетей Петри, то

$$(5) \quad M_d = \{P, Tr, J, O_m, M_0\},$$

где  $P = \{p_i\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  – множество позиций;  $Tr = \{tr_j\}$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$  – множество переходов;  $J: Tr \times P \rightarrow \{0, 1\}$  – функция следования;  $O_m: P \times Tr \rightarrow \{0, 1\}$  – функция предшествования;  $M_0: P \rightarrow Z_0$  – начальное маркирование (состояние) сети,  $Z_0$  – множество положительных целых чисел.

Функциональная модель бизнес-процесса представляет собой совокупность функциональных блоков, каждый из которых имеет набор интерфейсных дуг:

$$(6) \quad M_f = \{Input, Output, Control, Mechanism\}.$$

В качестве входа *Input*, выхода *Output* и управления *Control* выступают информационные объекты, которые могут быть представлены как сущности в модели данных. В качестве механизма *Mechanism*, как частный случай, может быть представлена организационная единица из модели организационной структуры.

Референтная модель ПрО может быть построена как с позиций методологии структурного анализа и проектирования, так и с применением объектно-когнитивного анализа ПрО.

Алгоритм построения референтной модели ПрО с использованием принципов структурного анализа предусматривает следующие шаги:

- 1) определение контекста деятельности объекта управления (отражение взаимодействия моделируемого объекта управления с внешней средой);
- 2) определение классов бизнес-процессов в соответствии с цепочкой добавления ценности и их взаимосвязи (на уровне классов);
- 3) определение состава классов бизнес-процессов в соответствии с ПрО;
- 4) детализация бизнес-процессов посредством описания функций, составляющих процесс, с указанием набора ресурсов, необходимых для их выполнения;
- 5) детализация функций процессов до уровня элементарных технологических процедур и операций;
- 6) описание элементарной операции в регламентных документах.

Алгоритм объектно-когнитивного анализа ПрО включает следующие основные этапы:

- 1) выделение множества значимых сущностей ПрО (множество классов и объектов);
- 2) идентификация значимых отношений, которые существуют между классами и объектами ПрО;
- 3) выделение наиболее значимых операций взаимодействия объектов;
- 4) моделирование поведения объектов;
- 5) разработка на основе онтологического анализа предметно-ориентированной онтологии;
- 6) синтаксическое оформление при помощи аксиом значимых отношений.

### 3.2 Онтологическая модель описания прецедентов в ИТ-проектах

Как правило, в консалтинговой организации одновременно выполняется несколько проектов, при этом в качестве исполнителей задач, этапов назначаются одни и те же сотрудники. Поэтому чаще всего проблемные ситуации при управлении взаимодействующими процессами возникают из-за ресурсных конфликтов при распределении задач. Поскольку одни и те же сотрудники в разных проектах могут исполнять различные роли, они были привлечены в качестве экспертов для сбора информации о выполненных проектах и принятых в проблемных ситуациях решениях. Собранные за последние 5 лет данные были проанализированы с целью выделения признаков проблемных ситуаций. Полученный список признаков и установленные между признаками взаимосвязи представлены в таблице 1.

Онтологическая модель для описания и выбора успешных решений, разработанная на основе результатов оценки и анализа основных атрибутов прецедента, разделяет признаки проекта на описывающие его общие характеристики и специфичные для управления взаимодействующими бизнес-процессами. Кроме того, признаки структурированы с использованием иерархии понятий (рисунок 4).

Таблица 1 – Фрагмент списка признаков проблемной ситуации

Признак	Возможные значения	Важность
Бизнес-процесс	Управление финансами, управление проектом, управление разработкой программного обеспечения	Высокая
Стадии разработки программного обеспечения	Управление требованиями, Анализ и проектирование, Программирование, Тестирование, Развёртывание	Средняя
Тип бизнес-процесса	Бизнес-процессы развития и управления, основные и обеспечивающие процессы	Средняя
Проект	Внедрение системы совместной работы, разработка программного обеспечения, разработка регламентирующей документации	Высокая
Стоимость	Сумма, выраженная в денежной форме	Средняя
Тип проекта	Организационный, технический, социально-экономический	Высокая
Состояние	Выполняется, приостановлен, просрочен, отменён, возобновлён, завершён	Высокая
Роль	Аналитик, разработчик, специалист по тестированию программного обеспечения, архитектор, руководитель проекта, руководитель группы	Высокая
Приоритет	Низкий, обычный, высокий, неотложный	Высокая
Исполнитель	Иванов А.Е., Петров И.Е. и др.	Высокая
Должность	Младший аналитик, аналитик, ведущий аналитик, ведущий разработчик, руководитель отдела разработки	Средняя
Подразделение	Отдел аналитики, отдел разработки, отдел тестирования, отдел внедрения и другие отделы согласно организационной структуре	Низкая
Программное обеспечение	Система поддержки принятия решений (СППР), система совместной работы, система управления проектами и др.	Средняя
Решение	Перенос сроков, замена ключевого ресурса другим и др.	Высокая
Показатель эффективности	Показатель окупаемости инвестиций, производительность труда, ключевые показатели эффективности, процент успешных проектов и др.	Средняя
Задача	Написание технического задания, обучение пользователей, настройка и установка программного обеспечения и др.	Высокая
Длительность	Время выполнения задачи: 1 неделя, 4 часа, 16 часов и др.	Высокая
Документ	Договор, ТЗ, ТП, СПУН, техническая документация и др.	Средняя
Методы	Методы распределения ресурсов, методы управления трудовыми ресурсами, интеллект-карты, SWOT-анализ и др.	Высокая
Проблемы	Конфликт за ресурсы, недостаточная загрузка ресурсов	Высокая

Онтология описания прецедента разработана таким образом, чтобы отобразить множество классов проблемных ситуаций, связанных с решением различных задач, возникающих во время выполнения проектов. Онтологическая модель для поиска и выбора успешных прецедентов представлена на рисунке 5.

Описываемые с помощью онтологической модели успешные прецеденты включают в себя, с одной стороны, успешное решение, а с другой стороны - описание контекста его применения. После разработки онтологии для обмена знаниями и их эффективного использования необходимо обеспечить регулярно-воспроизводимую работу с данной моделью и поддержание в актуальном состоянии базы прецедентов. Это требует внедрения в практику проектно-ориентированных компаний работы с онтологическими моделями, представляющей собой замкнутый цикл, состоящий из 4-х этапов:

- 1) поиск и выбор наиболее похожих прецедентов при возникновении проблемы;
- 2) повторное использование информации и знаний из найденного прецедента для решения возникшей проблемы;
- 3) оценка эффективности предложенного решения проблемы;
- 4) сохранение вновь возникшего успешного прецедента в базе знаний для решения подобных проблем в будущем.

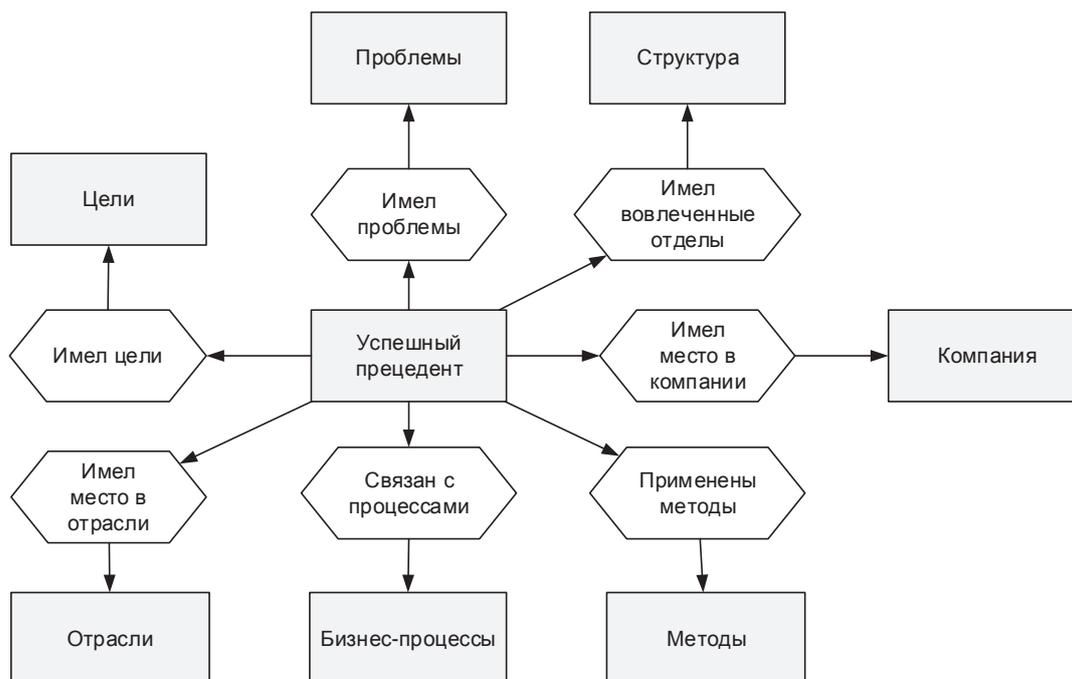


Рисунок 4 - Онтологическое представление признаков прецедентов и их детализация

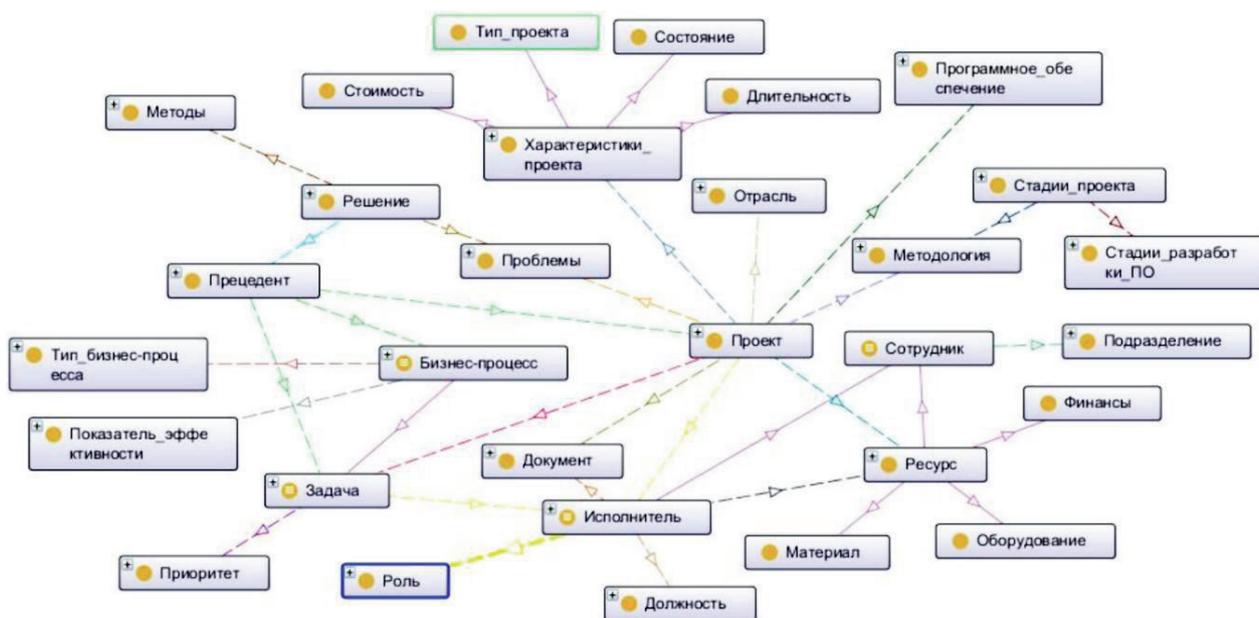


Рисунок 5 – Фрагмент онтологии прецедента проблемной ситуации

Ценность онтологической модели повышается в том случае, если она будет доступна участникам взаимодействующих процессов, находящихся на различных уровнях принятия решений. При этом в онтологической модели сохраняется точка зрения на процесс принятия решений. Запрос пользователя к базе знаний, как правило, не полностью отражает его интерес, так как пользователь, с одной стороны, не знает всех терминов и структуры данных, используемых в системе, с другой стороны, запрос не всегда точно соответствует цели поиска. Таким образом, встаёт вопрос об использовании семантической и атрибутивной близости прецедентов в базе знаний, позволяющей расширять запросы и ранжировать результаты запросов. Предлагается осуществлять определение сходства прецедента и проблемной ситуации по следующей последовательности шагов:

- 1) парное сравнение атрибутов прецедента и проблемной ситуации на основе метода поиска ближайшего соседа;
- 2) парное сравнение прецедента и проблемной ситуации для определения таксономической близости;
- 3) парное сравнение прецедента и проблемной ситуации для определения реляционной близости;
- 4) вычисление глобальной метрики сходства после расчета локальных контекстно-зависимых метрик сходства прецедента и проблемной ситуации.

#### **4 Разработка структуры и функций интеллектуальной системы для коллективного принятия решений в проблемных ситуациях, использующей референтную модель ПрО**

##### **4.1 Математическая модель принятия решений**

Интеллектуальная система, предназначенная для принятия коллективных решений в проблемных ситуациях, должна быть основана на математической модели, позволяющей сочетать различные механизмы логического вывода на базе всей имеющейся информации о ПрО. Поэтому предлагаемая модель содержит элементы, характерные для поддержки принятия коллективных решений: понятия, входящие в словарь ПрО управления взаимодействующими проектами и процессами; понятия, необходимые для обработки знаний, представляемые в правилах и прецедентах проблемных ситуаций.

В первую очередь, рассмотрим классическую модель принятия решения, основанную на правилах.

Пусть имеется алфавит понятий:  $C = \{C_1, \dots, C_n\}$ , - и система базисных решений:  $X_i W \rightarrow W Y_i, i = 1, \dots, l$ , где  $X_i$  и  $Y_i$  – слова в  $C$ . Каждая система решений понимается как формальная система с правилами вывода  $P_i, i = 1, \dots, l$ , где  $P_i(\Phi, \psi)$  считается истинной, если слово  $\psi$  получено из слова  $\Phi$  применением правила  $X_i W \rightarrow W Y_i$ .

Таким образом, представим классическую систему принятия решений тройкой вида:

$$(7) \quad DSS = \langle F, P, I \rangle,$$

где  $F$  – база фактов, данных, прецедентов проблемных ситуаций;  $P$  – база знаний, содержащая множество решений проблемных ситуаций;  $I$  – интерпретатор, реализующий процесс вывода.

В свою очередь интерпретатор  $I$  формально может быть представлен четверкой вида:

$$(8) \quad I = \langle V, S, R, W \rangle,$$

где  $V$  – множество процедур выбора из  $F$  и  $P$  подмножества активных данных  $F_v$  и активных решений  $P_v$ , участвующих в текущем цикле работы интерпретатора;  $S$  – процесс сопоставле-

ния, определяющий множества правил пар вида  $(p_i) \rightarrow \{d_i\}$  ( $p_i \in P_v$  - правило,  $\{d_i\} \in F_v$  - данные),  $R$  – процесс решения конфликтов (процесс планирования), определяющий какое из множества правил будет выполнено;  $W$ – процесс, осуществляющий выполнение выбранного означенного правила.

Поскольку проектно-ориентированные компании отличаются высокой динамичностью бизнес-процессов, а для формирования устойчиво работающих правил требуется определенное время, предлагается расширить модель принятия решений, включив в неё референтную модель, онтологию ПрО и функцию меры сходства прецедентов. Задача принятия решений  $DSS$  на основе множества найденных подобных прецедентов  $Case$  представим в виде кортежа следующего вида:

$$(9) \quad DSS = \langle Case, M^{ref}, O, Sim^x, Rule, Inf \rangle,$$

где  $Case$  – множество подобных прецедентов, найденных в базе знаний;  $M^{ref}$  – референтная модель бизнес-процессов организации;  $O$  – онтология ПрО;  $Sim^x$  – множество значений сходства между признаками проблемной ситуации и соответствующими признаками прецедентов;  $Rule$  – множество правил вывода;  $Inf$  – интерпретатор, реализующий процесс вывода.

Таким образом, предлагаемая модель содержит в себе механизмы продукционной модели поддержки принятия решений, а также методы и алгоритмы поддержки принятия решений, основанных на прецедентах.

Результатом моделирования бизнес-процессов является модель принятия решений, основанная на использовании методологии повторного использовании опыта *case-based reasoning* [12, 13, 14]. Описываемая модель разработана на основе ограничений, накладываемых проблемной ситуацией и ПрО. На основании данной модели разработана СППР и автоматизированы действия, связанные с принятием решений в сложных взаимодействующих процессах.

## 4.2 Архитектура интеллектуальной системы поддержки принятия решений

Основными компонентами архитектуры разработанной интеллектуальной системы являются (рисунок 6):

- 1) база (репозиторий) прецедентов, систематизированная с использованием онтологии;
- 2) модуль для структурированного описания вновь возникающего прецедента, который не только позволяет описать новый прецедент, но и является некой базовой схемой для диагностики и аудита существующей ситуации в процессе поиска решения;
- 3) модуль сопоставления прецедентов, ищущий наиболее похожие прецеденты по описанию;
- 4) модуль рекомендации, формулирующий рекомендации по возможным решениям в существующем прецеденте, путём презентации наиболее подходящих прецедентов, методов и решений;
- 5) модуль обучения, который сохраняет в базу (репозиторий прецедентов) повторно использованные и уточнённые прецеденты в виде новых прецедентов;
- 6) модуль оценки эффективности;
- 7) модуль поиска бизнес-процессов, подходящих под прецедент или являющихся его частью из базы референтных моделей.

Разрабатываемая интеллектуальная СППР сочетает экспертные знания и знания, формализованные на основе интеллектуального анализа накопленных на предприятии данных. Знания и опыт экспертов об управлении в проблемных ситуациях, для которых ещё не сформулированы правила ввиду отсутствия достаточного множества примеров принятия решений, представлены в базе знаний в форме прецедентов проблемных ситуаций.

В результате работы интеллектуальной системы предоставляются качественные или количественные рекомендации по принятию решения. Предлагаемая система должна поддерживать заданный уровень адекватности и актуальности рекомендаций в соответствии с текущими внешними условиями. Для этого в ней предусмотрен режим адаптации решений к текущей ситуации с применением правил адаптации, составленных на основе знаний и опыта экспертов в области управления в проблемных ситуациях. Прецеденты проблемных ситуаций, содержащие адаптированные решения, сохраняются в онтологической базе знаний как новые прецеденты, что обеспечивает обучение базы знаний. Экспертами производится контроль эффективности принятых решений и ввод оценок эффективности в описание прецедентов базы знаний. Таким образом, интеллектуальная система выполняет формирование альтернатив решений, поиск возможных вариантов решений и оценку альтернатив, а также представление рекомендаций пользователям. Принятие окончательного решения остаётся за коллективом ЛПР.

Процедура принятия решений с помощью интеллектуальной системы представляет собой циклический процесс взаимодействия человека и программного обеспечения и включает фазы анализа и постановки задачи, поиска и оптимизации альтернативных решений [9, 10]. Современные СППР и информационные системы руководителей высшего уровня управления основаны на применении специализированных информационных хранилищ [8, 11].

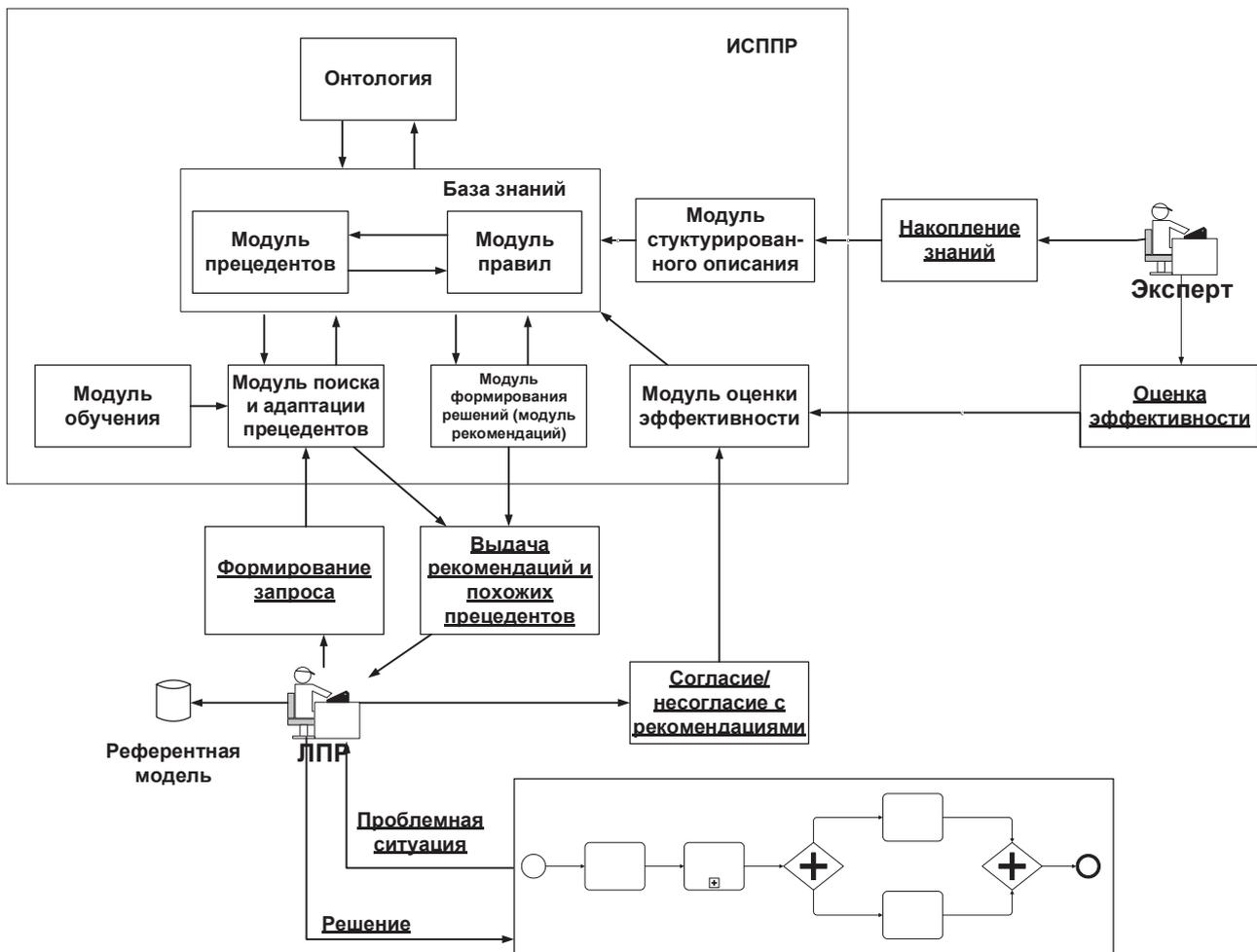


Рисунок 6 - Схема выбора решения с использованием интеллектуальной системы

В современных условиях динамичности рынка, обострения конкуренции, комплексности управления бизнес-процессами к СППР предъявляются следующие требования:

- анализ и интеграция множества внешних и внутренних источников маркетинговой, производственной и финансовой информации;
- повышение оперативности анализа эффективности бизнес-процессов и прогнозирование их развития;
- расширение сферы лиц, участвующих в подготовке и принятии управленческих решений;
- автоматизация извлечения знаний о закономерностях в развитии ситуаций для принятия своевременных решений и др.

Для реализации перечисленных требований широко используется программное обеспечение, построенное на основе использования веб-технологий, при этом разработка ведётся с использованием уже готовых компонентов, методологии объектно-ориентированного проектирования и паттернов проектирования.

## 5 Влияние интеллектуальной системы поддержки принятия решений на повышение экономической эффективности проектно-ориентированных компаний

Инвестиции в ИТ дают отдачу в виде роста рыночной капитализации компании за счёт её большей управляемости, прозрачности, новых компетенций, производственной культуры, привлекательности для клиентов и сотрудников, уменьшения бизнес-рисков.

Для консалтинговых компаний, осуществляющих проекты по разработке и внедрению программного обеспечения, необходимость использования ИТ вытекает из самой сути их профессиональной деятельности. Поэтому повышать эффективность деятельности таких компаний можно как за счёт внедрения современных ИТ, обеспечивающих выполнение основных бизнес-процессов (системы управления проектами, системы календарного планирования, системы электронного документооборота и т.д.), так и за счёт внедрения ИТ, обеспечивающих более качественное принятие решений в различных ситуациях. К последним относятся, в частности, интеллектуальные системы с базами знаний, основанными на правилах и/или прецедентах.

Оценка экономической эффективности деятельности предприятия чрезвычайно важна как для разработки стратегии его развития, так и для решения насущных задач тактического характера. Чаще всего для оценки экономической эффективности используются показатели окупаемости инвестиций (ROI) и ключевые показатели деятельности (KPI).

Наиболее значимым является операционный показатель, который отражает экономию, напрямую переходящую в прибыль. С помощью этого показателя можно непосредственно оценить эффект от внедрения интеллектуальной системы.

$$(10) \quad ROI_{op} = \frac{E}{I} * 100\% ,$$

где  $ROI_{op}$  – операционный показатель ROI,  $E$  – полезный эффект от внедрения,  $I$  – инвестиции.

Показатель ROI в области производительности обеспечивается за счёт повышения эффективности бизнес-процессов, уменьшения времени и повышения производительности труда. В этом показателе учитывается время, сэкономленное сотрудником за счёт более быстрого выполнения своих функций в результате внедрения новых технологий, т.е. за счёт косвенных доходов от внедрения системы совместной работы над документами:

$$(11) \quad ROI_{pr} = \frac{(IDI - I)}{I} * 100\%$$

где  $ROI_{pr}$  – показатель ROI в области производительности,  $IDI$  (*Indirect Income*) – косвенные доходы;  $I$  – инвестиции.

Одним из эффективных инструментов управления деятельностью предприятия и его развитием являются ключевые показатели деятельности (KPI). Ключевые показатели деятельности – это количественные индикаторы, позволяющие измерять степень успешности деятельности компании в настоящем и будущем. Они предназначены для руководства компании как инструмент поддержки определения и мониторинга стратегических целей, принятия решений в процессе управления деятельностью компании.

Для проектно-ориентированных компаний вопросы оценки эффективности их деятельности стоят особенно остро в связи с непредсказуемостью реализации проектов в силу их специфики - уникальности решаемых задач, применяемых технологий и конечных результатов.

Выбор показателей и установление связи между ними имеет смысл в контексте достижения целей компании. Консалтинговая организация ориентирована на оказание качественных услуг по разработке, внедрению программного обеспечения, а также услуг по обследованию предприятий.

Современная технология представления показателей основана на формировании сбалансированной системы показателей для представления бизнес-процессов (рисунок 7). Являясь инструментом, позволяющим трансформировать стратегию организации в исчерпывающий набор показателей деятельности, сбалансированная система показателей позволяет проводить целенаправленный мониторинг деятельности организации, прогнозировать и упреждать появление проблем, контролировать наиболее существенные финансовые и нефинансовые показатели деятельности организации [15]. Развитие этой методологии характеризуется переходом от простой оценки показателей деятельности к управлению стратегическим развитием компании. Стратегическая карта показывает возможность достижения главных целей компании, таких как рост стоимости и прибыльности компании через достижение промежуточных целей, например, повышение квалификации сотрудников, повышение эффективности управления проектами и др. Оценить степень достижения цели можно благодаря связанным с ней показателям, которые, с другой стороны, связаны с выполнением определенных бизнес-процессов (см. рисунок 5). Таким образом, накапливая знания в интеллектуальной системе о достижении целей компании через реализацию бизнес-процессов, можно судить об эффективности принятых решений по значениям ключевых экономических показателей, полученных в различные периоды деятельности компании.

Для проектно-ориентированных компаний, осуществление деятельности которых происходит через выполнение проектов, бывает чрезвычайно трудно оценить, как внедрение современных ИТ влияет на повышение эффективности управления проектами.

Оценка эффективности управленческих решений на стадии их разработки и принятия осуществляется с использованием количественных и качественных показателей, норм и стандартов. К качественным показателям эффективности управленческих решений могут быть отнесены своевременность представления проекта решения, а также степень научной обоснованности решений.

Количественная оценка эффективности управленческих решений на стадии их разработки и принятия во многом затруднена из-за специфических особенностей управленческого труда, которые заключаются в следующем:

- управленческий труд, включая разработку и принятие решений, преимущественно творческий, трудно поддается нормированию и учету;

- реализация решения сопряжена с определенными социально-психологическими результатами, количественное выражение которых еще более затруднительно, чем экономическое;
- результаты реализации решений проявляются опосредованно через деятельность коллектива предприятия в целом, в котором сложно выделить долю затрат управленческого труда.

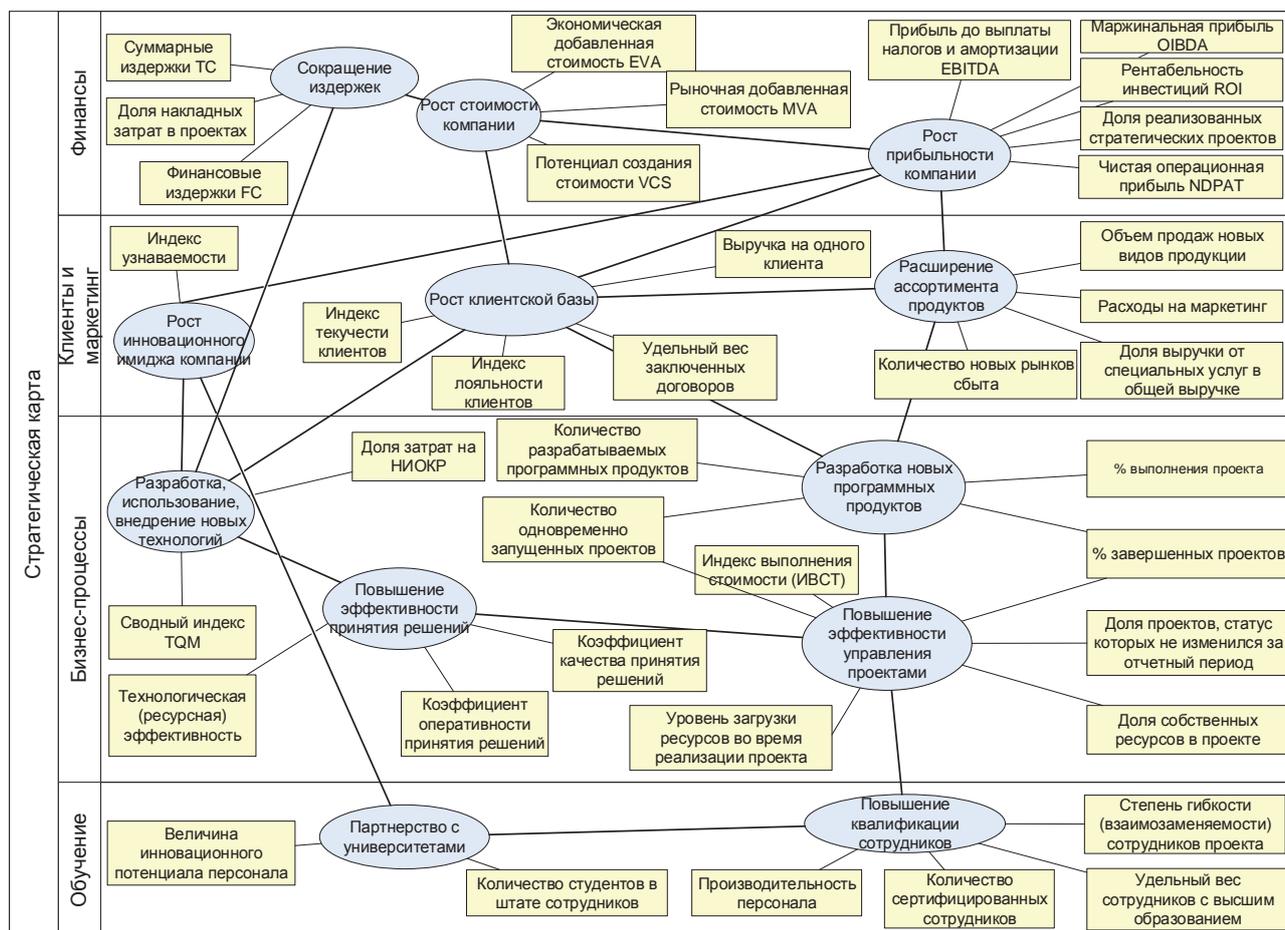


Рисунок 7 – Фрагмент стратегической карты типового консалтингового предприятия

При оценке реализуемости должны быть приняты во внимание все существенные факторы внешней и внутренней среды предприятия с позиций системного подхода. На реализуемость управленческих решений существенное влияние оказывают следующие факторы:

- квалификация исполнителей, их деловые и личностные качества;
- характер мотивации работников;
- ресурсное обеспечение.

Использование интеллектуальной системы поддержки принятия решений позволит, накапливая знания о произошедших прецедентах, принятых решениях и достигнутых в определённых условиях значениях показателей бизнес-процессов, скорректировать в случае необходимости стратегическую карту компании путём изменения промежуточных целей и диапазона значений показателей.

## Заключение

В ходе исследования была разработана методика управления сложными взаимодействующими процессами, позволяющая спроектировать интеллектуальную систему на основе знаний об особенностях взаимодействия участников процессов в конкретной ПрО – управление ресурсами при разработке программного обеспечения. Методика разработана на основе моделей, методов и алгоритмов онтологического анализа и обработки знаний. Она была апробирована на консалтинговом предприятии, занятым разработкой, внедрением и адаптацией программного обеспечения.

Предложена структура и функции интеллектуальной системы управления взаимодействующими процессами, которая на основе алгоритма поиска схожих прецедентов выполняет формирование альтернатив и предоставление рекомендаций пользователям. Система предназначена для принятия решений в процессах организационного управления проектами, выполняющимися в проектно-ориентированных консалтинговых компаниях. Принятие окончательного решения остается за ЛПР. В предлагаемой СППР предусмотрен контроль эффективности решений, который строится на основе оценки эффективности КРІ, представленных в стратегической карте.

## Список источников

- [1] *Абрамов, И.В.* Процессный подход к построению системы проектного управления / И.В. Абрамов, Э.К. Алгазинов, М.Г. Матвеев // Прикладная информатика, №1(49), 2014, - с.15-22.
- [2] *Шутова, С.* Процессное или проектное управление / С. Шутова // ELMA. Журнал о процессах, эффективности и управлении — Режим доступа: URL: bpm.ru/journal/index.php?ELEMENT\_ID=2855.
- [3] *Гаевская, А.* Преимущество процессного подхода: направленность на результат и применение оптимальных способов его достижения / А. Гаевская // Корпоративный менеджмент — Режим доступа: URL: http://www.cfin.ru/itm/project/pmi.shtml (21.03.17).
- [4] *Шведин, Б.Я.* Онтология проектирования - TERRA INCOGNITA? / Б.Я. Шведин // Онтология проектирования. – 2011. – №1. - С. 9-21.
- [5] *Скобелев, П.О.* Онтологии деятельности для ситуационного управления предприятиями в реальном времени / П.О. Скобелев // Онтология проектирования. – 2012. – №1. - С. 6-39.
- [6] *Porter, M.E.* Towards a Dynamic Theory of Strategy / M.E. Porter // Strategic Management Journal, 1991, Volume 12, Special Issue: Fundamental Research Issues in Strategy and Economics, pp. 95-117.
- [7] British Standard BS 6079-1:2000. Project management - Part 1: Guide to Project management - p. 2.
- [8] *Jian, Z.* Why IT Projects Fail / Z. Jian // Computerworld. – 2005. – Vol. 39, No.6. – P. 31-32.
- [9] *Черняховская, Л.Р.* Поддержка принятия решений для оценки качества предоставления государственных услуг с применением онтологического анализа / Л.Р. Черняховская, В.Е. Гвоздев, А.Ф. Галиуллина // Онтология проектирования. – 2016. – №2(20). - С. 193-204.
- [10] *Черняховская, Л.Р.* Разработка моделей и методов интеллектуальной поддержки принятия решений на основе онтологии организационного управления программными проектами/ Л.Р. Черняховская, А.И. Малахова // Онтология проектирования. – 2013. – №4(10). - С. 42-52.
- [11] ISO/TR 10006: 1997. Quality Management. Guidelines to quality in project management.
- [12] *Weinberg, G.M.* Goals and Performance in Computer Programming / G.M. Weinberg, E.L. Schulman // Human Factors. – 1974. – No 16(1). – P. 70-77. - DOI: 10.1177/001872087401600108.
- [13] *Barmina, O.* Problems with interactive business-processes management for software development / O. Barmina, N. Nikulina // Proc. of the 1th International Workshop on Technologies of Digital Signal Processing and Storing (DSPTech'2015) (December 10-13, 2015, Ufa, Russia). Vol. 1. - Ufa: Ufa state aviation techn. univ., 2015 - P. 186-189.
- [14] *Leake, D.B.* A Case Study of Case-Based CBR. / D.B. Leake, A. Kinley, D.C. Wilson // In: Proc. International Conference on Case-Based Reasoning, 1997. - P. 371-382.
- [15] *Черняховская, Л. Р.* Управление принятием решений в организационном управлении с применением правил / Л.Р. Черняховская, Е.Б. Старцева, И.П. Владимирова, А.И. Малахова // Вестник УГАТУ: научн. журнал Уфимск. гос. авиацион. техн. ун-та, 2012. Т. 16, № 3 (48). С. 53–55.

## INTELLIGENT SYSTEM FOR INTERACTIVE BUSINESS PROCESSES MANAGEMENT IN PROJECT-ORIENTED ORGANIZATIONS

O.V. Barmina<sup>1</sup>, N.O. Nikulina<sup>2</sup>

Ufa State Aviation University, Ufa, Russia

<sup>1</sup>obarmina@outlook.com, <sup>2</sup>nikulina@outlook.com

### Abstract

This article deals with the knowledge re-using and the organization of decision support systems. Management organizations enterprises as complex dynamic systems in modern conditions is impossible without using information technology. The problem knowledge re-using is most relevant, since it allows you to organize the mechanism of decision making without involving domain experts. Due to the knowledge, re-using engineering costs and development time are reduced and project quality increases. The article describes a method of forming an ontological description of interactive business-processes in IT projects. An ontology fragment of the problem situation is presented. The novelty of the mathematical model underlying the intellectual system is the combination of different mechanisms of logical inference. A strategic map of the consulting organization was developed, making it possible to assess the achievement of goals and the economic efficiency of decisions taken with the help of an intellectual system.

**Key words:** *interactive business processes, intelligent project management system, ontology, knowledge management.*

**Citation:** Barmina OV, Nikulina NO. Intelligent system for interactive business processes management in project-oriented organizations. *Ontology of designing*. 2017; 7(1): 48-65. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-1-48-65.

### References

- [1] **Abramov I., Algazinov E., Matveev M.** The process approach to project management system construction [In Russian]. *Applied informatics*, №1(49), 2014, P. 15-22
- [2] **Shutova S.** Process and project approach to management [In Russian]. *ELMA. Journal about processes, efficiency and management* — URL: [bpm.ru/journal/index.php?ELEMENT\\_ID=2855](http://bpm.ru/journal/index.php?ELEMENT_ID=2855) (Valid 21.03.17)
- [3] **Gaevskaya A.** The advantage of the process approach: the focus on the result and the application of optimal ways to achieve it [In Russian]. *Corporate Management* — URL: <http://www.cfin.ru/itm/project/pmi.shtml> (Valid 21.03.17)
- [4] **Shvedin BY.** Ontology of designing - TERRA INCOGNITA? [in Russian]. *Ontology of Designing*. 2011; 1: 9-21.
- [5] **Skobelev PO.** activity ontology for situational management of enterprises in real time. [in Russian]. *Ontology of Designing*. 2012; 1:6-39.
- [6] **Porter ME.** Towards a Dynamic Theory of Strategy// *Strategic Management Journal*, 1991, Volume 12, Special Issue: Fundamental Research Issues in Strategy and Economics, pp. 95-117.
- [7] British Standard BS 6079-1:2000. Project management - Part 1: Guide to Project management - P. 2.
- [8] **Jian, Z.** Why IT Projects Fail // *Computerworld*. – 2005. – Vol. 39, No.6. – P. 31-32.
- [9] **Chernyakhovskaya LR., Gvozdev VE., Galiullina AF.** Decision support for assessing of public services provision quality using ontological analysis [in Russian]. *Ontology of Designing*. 2016; v.6, 2(20): 193-204.
- [10] **Chernyakhovskaya LR., Malakhova AI.** Development of intellectual decision support models and methods based on ontology of software projects organization management [in Russian]. *Ontology of Designing*. 2013; 4(10): 42-52.
- [11] ISO/TR 10006: 1997. Quality Management. Guidelines to quality in project management.
- [12] **Weinberg GM., Schulman EL.** Goals and Performance in Computer Programming // *Human Factors*. – 1974. – No 16(1). – P. 70-77. - DOI: 10.1177/001872087401600108.
- [13] **Barmina O., Nikulina N.** Problems with interactive business-processes management for software development // Proc. of the 1th International Workshop on Technologies of Digital Signal Processing and Storing (DSPTech'2015) (December 10-13, 2015, Ufa, Russia). Vol. 1. - Ufa: Ufa state aviation techn. univ., 2015 - P. 186-189.
- [14] **Leake DB., Kinley A., Wilson DC.** A Case Study of Case-Based CBR // In: Proc. International Conference on Case-Based Reasoning, 1997. - P. 371-382.
- [15] **Chernyakhovskaya LR., Startseva EB., Vladimirova IP., Malakhova AI.** Decision-making control in organization management using rules [in Russian]. *Vestnik UGATU*. 2012. Volume 16. Issue 3 (48). – pp. 53-55.

## Сведения об авторах



**Никулина Наталья Олеговна**, 1971 г. рождения. Окончила Уфимский государственный авиационный технический университет им. С. Орджоникидзе в 1994 г., к.т.н. (1998). Доцент кафедры автоматизированных систем управления. Научные интересы: исследования в области управления проектами, системного моделирования и проектирования информационных систем в организационном управлении. В списке трудов более 40 работ в указанных областях.

**Nikulina Nataliya Olegovna** (b. 1971) graduated from the Ufa State Aviation Technical University in 1994, PhD (1998). She is an associate professor at Ufa State Aviation Technical University (Department of automated and management systems). Researching fields are project management, system modeling and designing information-systems in organizational management. She is co-author more 40 scientific articles and abstracts.



**Бармина Олеся Владимировна**, 1988 г. рождения. Окончила магистратуру Уфимского государственного авиационного технического университета им. С. Орджоникидзе (2014) по направлению «Прикладная информатика». Аспирант кафедры технической кибернетики, аналитик ООО "Логика Бизнеса", ГК "АйТи". Научные интересы: реинжиниринг бизнес-процессов, управления проектами, интеллектуальные системы. В списке трудов более 15 работ в указанных областях.

**Barmina Olesya Vladimirovna** (b. 1988) graduated from the Ufa State Aviation Technical University in 2014, masters degree. She is a post-graduate student at Ufa State Technical University (Department of technical cybernetics). Researching fields are project management, AI, ontology engineering. She is co-author more 15 scientific articles and abstracts.