

## Интеллектуальный метод поддержки принятия решений в типовой ситуации

В.В. Антонов, К.А. Конев

Уфимский государственный авиационный технический университет, Уфа, Россия

### Аннотация

Рассмотрен метод поддержки принятия решений с использованием базы знаний. Показана актуальность исследований, связанных с принятием решений в типовых ситуациях. Рассмотрены вопросы системной интеграции нормативного базиса, онтологической модели и базы знаний интеллектуальной системы поддержки принятия решений в рамках бизнес-процесса. Сформирована модель пополнения базы знаний на структурном и аналитическом уровнях, демонстрирующая связь важнейших элементов системы: онтологической модели, базы знаний и нормативной подсистемы. Предложен алгоритм пополнения базы знаний. На основе использования теоретико-множественного аппарата описаны операции по работе со знаниями. Рассмотрены принципы адаптации онтологической модели как информационного объекта для увязки с базой знаний. Предложена концептуальная схема онтологической модели для принятия решений в рамках бизнес-процесса. Разработана и представлена информационная модель специализированной базы данных, применяемой в качестве технического базиса для построения базы знаний системы поддержки принятия решений в типовой ситуации, описаны её основные структурные элементы, принципы их взаимосвязи и подход к обеспечению непротиворечивости внутренней структуры.

**Ключевые слова:** принятие решений, интеллектуализация управленческой деятельности, типовая ситуация, база знаний, онтологическая модель.

**Цитирование:** Антонов, В.В. Интеллектуальный метод поддержки принятия решений в типовой ситуации / В.В. Антонов, К.А. Конев // Онтология проектирования. – 2021. – Т.11, №1(39). - С.126-136. – DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-1-126-136.

### Введение

Современные процессы управления связаны с обработкой больших потоков информации. Информатизация общества расширяет информационное поле и усложняет принятие решений. Большой объём информации позволяет лучше подготовить решение, но становится сложнее искать нужные данные, интегрировать разнотипную информацию, увязывать решения с целями и т.д. В результате создаётся парадоксальная ситуация: отсутствие информации при её обилии, что делает проблему обработки управленческой информации во всех сферах жизни современного общества всё более острой.

Значительное число принимаемых в организации решений фактически осуществляется не генеральным директором, а рядовыми исполнителями и руководителями нижнего уровня: специалистами, инженерами, начальниками бюро, бригад, отделов и т.д. При этом решения, принимаемые на нижних уровнях иерархии и связанные с выполнением бизнес-процессов (БП), способны как приводить предприятие к успеху, так и служить причиной его проблем.

В статье предлагается метод интеллектуализации управления в типовых ситуациях (ТС), который позволяет собирать и интегрировать информацию о решениях лиц, принимающих решения (ЛПР) в базе знаний (БЗ), предназначенный для использования на нижнем уровне управленческой иерархии.

## 1 Интеллектуализация управления на уровне ТС

Нижний уровень управленческой пирамиды характеризуется множеством решений, большая часть которых принимается повторно, т.е. в рамках циклического во времени БП [1]. Поскольку решения принимаются в условиях, связанных с динамикой функционирования БП, то для его описания пригодны методы ситуационного моделирования [2]. Если похожие ситуации имели место в прошлом, то их можно считать типовыми, т.е. хорошо известными и имеющими сценарии реакции на различные состояния. Процесс принятия решения в ТС можно представить как последовательность из двух этапов: «узнавание» состояния и выбор решения [3].

Этап «узнавания» (идентификации) ситуации – вычленение из возникающих на объекте управления той ситуации, для которой имеется набор конкретных элементов, позволяющих считать её типовой. Процесс «узнавания» состояния ТС рассмотрен в статье [4]. В данной работе сделан акцент на выборе решения.

Принятие и осуществление верного решения в БП адекватно устранению возникшей проблемы либо полностью, либо на определённый срок, который достаточен согласно условиям функционирования БП.

Выбор решения можно представить в виде набора следующих действий:

- собрать информацию;
- оценить ситуацию;
- принять решение;
- реализовать сценарий действий.

Мощность множества классов однотипных задач (ситуаций) бесконечна, т.е., как правило, невозможно заранее точно определить, когда такие ситуации перестанут возникать и сколько их ещё будет. Большая часть действий по сбору информации и оценке ситуации происходит на этапе «узнавания» ситуации, т.е. при классификации или при её отнесении к ранее определённому кругу ситуаций.

В реальной ТС не всегда известен сценарий решения. Может возникнуть ситуация неопределённости, когда сценария решения нет и БП развиваются во времени. Переход от известного состояния ТС к выбору сценария решения может быть осуществлён следующими вариантами действий:

- автоматически без участия ЛПР;
- путём выбора ЛПР сценария, на основе определённых критериев;
- с привлечением помимо ЛПР экспертов для формирования новых элементов системы поддержки принятия решения (СППР): новых ситуаций, новых сценариев решений, новых критериев или их новых соотношений.

Если построить базу знаний (БЗ), которая будет хранить перечень известных состояний ТС, сценариев решений и критериев, то первые два варианта сформируют её эксплуатационный режим работы, при котором ЛПР вводит признаки ситуации на вход и получает один (в первом случае) или несколько (во втором) сценариев решения с оценками вероятности их правильности. Для реализации третьего варианта потребуется перевести БЗ в режим обучения, т.е. сформировать новый прецедент или уточнить существующие.

Типовых решений в БП может быть много, а затраты на их автоматизацию и интеллектуализацию не должны быть чрезмерными. Это обстоятельство во многом определяет невысокий интерес исследователей к данной теме. Если интегрировать нормативную подсистему организации и БЗ, то появится возможность создать множество автоматизированных точек принятия решений в ТС при помощи единого функционала на основе одного хранилища ин-

формации. Изменение внешних нормативных документов будет отражаться на признаках состояний ТС и сценариях решений. При уточнении БЗ будут уточняться и внутренние нормативы, что обеспечит актуальность любых решений, принимаемых с использованием информации из БЗ [5].

Проектирование интеллектуальных СППР рассматривалось в различных сферах деятельности [6]. Для интеграции БЗ ТС, связанных с управлением в режимах эксплуатации и обучения, и нормативного базиса предлагается создание комплексной онтологической модели, содержащей определения различных понятий БП, описание функций, ресурсов, целей (назначения) и правил, ассоциированных с ними. Частичная реализация такой модели в образовательной деятельности показана в [7].

Схема процесса пополнения БЗ, построенной на основе онтологической модели, показана на рисунке 1.

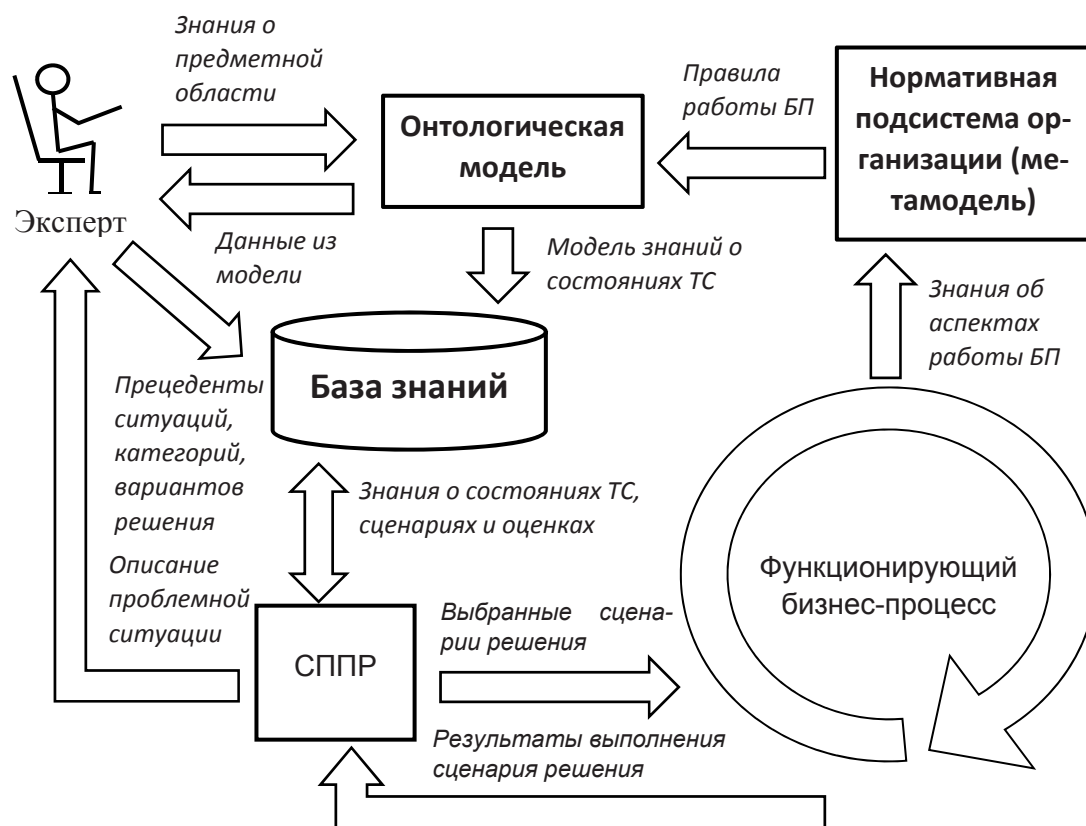


Рисунок 1 – Схема пополнения БЗ

## 2 Концептуальная схема пополнения БЗ прецедентами

Онтологическая модель строится на основе функциональных иерархий типа <бизнес-процесс>, состоящих из элементов типа <функция уровня  $i$ >, которые включают элементы типа <операция> [8]. Уровней функций может быть множество. Операция – неделимый элемент функции, связанный с реализацией некоторого действия по преобразованию ресурсов. БП, функции и операции связаны на своём уровне отношениями «следования» (например, один БП предшествует другому и передаёт ему свои результаты), «ассоциации» (например, один БП делит общие ресурсы с другим). Кроме того, все уровни онтологии связаны с ресурсами, правилами, целями.

Уточнение онтологической модели в части структуры БП, правил, ресурсов или целей будет автоматически влиять на связанные сценарии. В практическом аспекте – это задача классификации и кодирования фрагментов онтологической модели.

*Пример.* Пусть в стандарте под названием «Управление стандартами предприятия» имеется раздел, в котором описан набор операций, связанных с возвратом стандарта на доработку при выявлении согласующим лицом ошибок. Тогда в онтологической модели в функции «согласование стандарта» ( $F\_SA$ ) будет следующий набор операций: «сформировать рецензию, в которой описать причину возврата на доработку» ( $F\_SA1$ ), «вернуть текст документа разработчику с рецензией для бумажных документов» ( $F\_SA2$ ). Если на предприятии параллельно с бумажными стандартами введены электронные, то эксперт включает в онтологическую модель новую операцию, поменяв статус  $F\_SA$  на  $F\_SA^{imp}$  «переслать разработчику рецензию для электронных документов» ( $F\_SA2\_1$ ). Применительно к БЗ это будет представлено как аддитивная операция по отношению к множеству  $F\_SA$ :

$$F\_SA^{imp} = \{F\_SA1, F\_SA2\} \cup F\_SA2\_1 \quad (1)$$

Создание новых правил связано с различными вариантами пополнения БЗ:

- добавление новых ТС;
- уточнение ТС;
- добавление новых сценариев и критериев их отбора;
- уточнение сценариев;
- уточнение критериев отбора сценариев для состояния (ситуации).

В алгоритме пополнения БЗ инициация уточнения онтологической модели и связанной с ней БЗ происходит по запросу ЛПР, попавшего ситуацию с критической неопределённостью, либо при изменении нормативного базиса в той части БП, который связан с конкретной ТС принятия решений (см. рисунок 2).

Если проблема поднята ЛПР, то собирается экспертный совет, который формулирует новый вариант решения, либо осуществляет иной вариант уточнения онтологической модели и БЗ. Затем вводятся изменения в нормативные документы и в БЗ, которые могут автоматически выгружаться в стандарты, положения и инструкции из онтологической модели. Если изменения являются реакцией на уточнение нормативной документации, то привлекается эксперт по

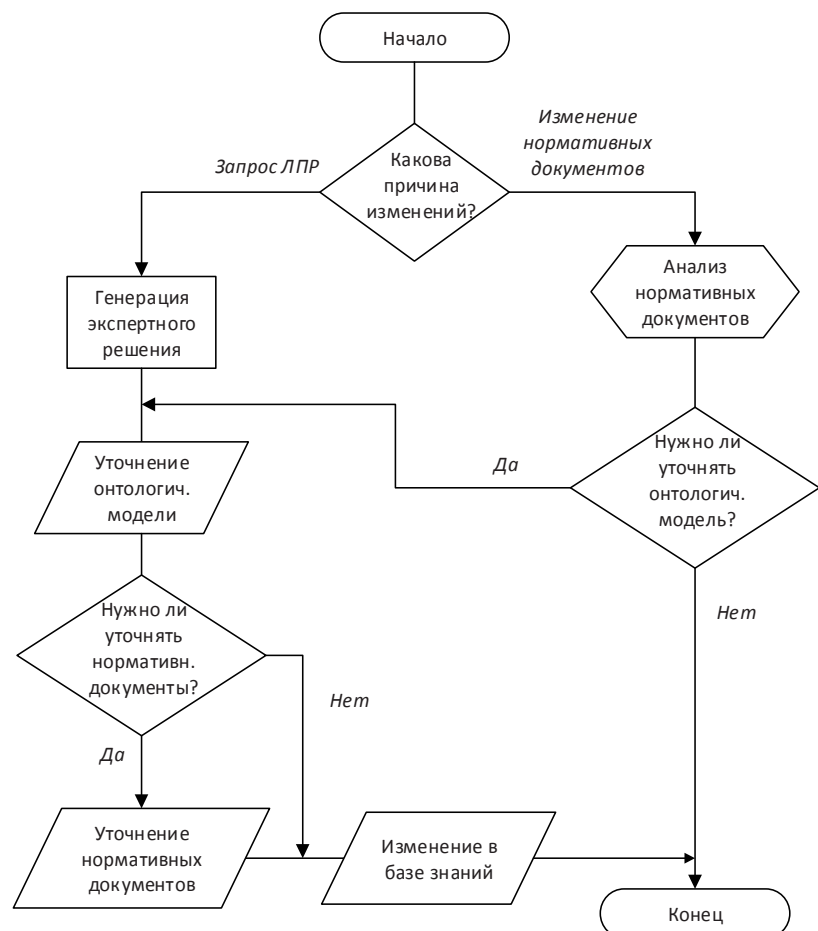


Рисунок 2 - Алгоритм пополнения БЗ на основе онтологической модели

стандартизации, который совместно с ЛПР актуализирует все элементы ТС, её состояния и сценарии решений, а также все показатели и критерии, позволяющие определять нужное состояние ТС и выбрать сценарий решения.

### 3 Теоретико-множественный аспект пополнения БЗ

Для представления знаний в БЗ применяются методы на основе семантических сетей, фреймов, логического программирования, экспертных систем и т.д. [9].

Процесс представления знаний может быть рассмотрен в трёх аспектах: в нормативном базисе, в онтологической модели и в БЗ. Возможность по преобразованию одного представления в другое открывается только тогда, когда существует способ построения моделей каждой из систем на основе однородных элементов.

Базовые логические элементы для каждого из аспектов:

- в нормативном базисе базовым элементом является описание БП (функции, операции) и правила, которые можно представить, как множество условий «ЕСЛИ – ТО» (например, запись «осуществлять проверку ежемесячно», можно представить в виде записи «если наступило число  $N$ , то выполнить проверку»);
- онтология, включает понятийный аппарат, описание функций, ресурсов, целей и правил, ассоциированных с БП (функциями, операциями) на основе тех же условий «ЕСЛИ – ТО» (например, связь между понятиями «журнал регистрации подлинников» и «учёт подлинников» формирует правило: «если нужно производить учёт, то нужен журнал регистрации подлинников»);
- БЗ строится на основе базы данных (БД), где её основным аналитическим компонентом также является совокупность правил «ЕСЛИ – ТО» (например, «если вероятность приемлемости сценария решения о необходимости подписать договор без замечаний больше критерия  $N$ , то демонстрируем данный сценарий ЛПР»).

Правила логического вывода в БЗ могут отличаться по описанию от правил в онтологической модели и от правил в нормативных документах, но семантическое ядро у них едино, и они могут быть преобразованы из одного представления в другое.

Для создания общей модели описания таких правил введены понятия: причина ( $B$ ), критерий ( $X$ ) и результат ( $S$ ). Тогда в общем виде правило записывается следующим образом:

$$B \rightarrow^X S. \quad (2)$$

Т.е. некоторая причина при выполнении условий, заданных критерием или вектором критериев, приводит к определённому результату. С помощью (2) могут быть описаны нормативный документ, онтологическая модель или элементы БЗ.

Чтобы рассмотреть схему пополнения БЗ, множество правил обозначено как ( $N$ ), а правило декомпозировано на составляющие компоненты: множество ассоциированных функций ( $F$ ), выступающих в качестве классификационных категорий для правил, определяющих их место в БП; множество ресурсов ( $R$ ), которые необходимы для реализации правил (если они требуются); множество условий ( $C$ ) – состояний ТС, множество последствий ( $V$ ) – сценариев решений. Не всегда одному состоянию ситуации соответствует один сценарий решения, поэтому целесообразно введение множества показателей ( $P$ ) и критериев ( $Cr$ ), которые определяют, соответственно, измеримые свойства состояния ТС и диапазоны значений, указывающих на тот или иной подходящий сценарий решения.

Тогда соотношение этих множеств в общем виде может быть представлено так:

$$N = f(F, R, C, V, P, Cr) \quad (3)$$

Целесообразно рассмотреть аналитические выражения для каждого из вариантов пополнения знаний (см. раздел 2):

**Добавление ТС.** Если есть состояние ситуации  $C^{new} \notin \{C\}$ , то добавление нового элемента имеет вид:

$$\{C\} = \{C\} \cup C^{new}. \quad (4)$$

Поскольку состояние само по себе решения не даёт, то необходимо проверить  $\exists V_i$  и  $\exists Cr_j$  таких, что для определённых значений  $Cr_j: C^{new} \rightarrow V_i$ , т.е. наличие сценариев и критериев для данной «new» ситуации. Причём если не  $\exists V_i$  и не  $\exists Cr_j$ , то вводятся  $V^{new}$  и  $Cr^{new}$ .

**Уточнение ТС.** Если есть состояние ситуации  $C^k \in \{C\}$ , которое следует преобразовать  $C^k \rightarrow C^{k-new}$ , то уточнение ситуации имеет вид:

$$\{C\} = \{C\} \cap C^k \cup C^{k-new}. \quad (5)$$

Необходимо проверить выполнение условия  $Cr_{jk}: C^{k-new} \rightarrow V_{ik}$ . Если оно не соблюдается, то возможен переход в режим добавления новых сценариев (если не  $\exists V_{ik}$ ), уточнения сценариев (если  $\exists V_{ik}$ , но  $V_{ik} \notin \{V\}$  для  $C^{k-new}$ ) или уточнения критериев (если  $Cr_{jk} \notin \{Cr\}$  для  $C^{k-new}$ ).

**Добавление новых сценариев и критериев их отбора.** Если в условии  $Cr_{jk}: C^k \rightarrow V_{ik}$ , где не  $\exists V_{ik}$ , то необходимо создать  $V_{ik}^{new} \in \{V\}$ , т.е. добавление нового сценария имеет вид:

$$\{V\} = \{V\} \cup V_{ik}^{new}. \quad (6)$$

Аналогично при необходимости новых критериев (если  $Cr_{jk} \notin \{Cr\}$  для  $C^{k-new}$ ), то добавление нового критерия имеет вид:

$$\{Cr\} = \{Cr\} \cup Cr_{jk}^{new}. \quad (7)$$

**Уточнение сценариев.** Если есть сценарий решения  $V^h \in \{V\}$ , который следует преобразовать  $V^h \rightarrow V^{h-new}$ , то уточнение сценария имеет вид:

$$\{V\} = \{V\} \cap V^h \cup V^{h-new}. \quad (8)$$

**Уточнение критериев отбора сценариев для состояния.** Если есть сценарий решения  $Cr^g \in \{Cr\}$ , который следует преобразовать  $Cr^g \rightarrow Cr^{g-new}$ , то уточнение критерия имеет вид:

$$\{Cr\} = \{Cr\} \cap Cr^g \cup Cr^{g-new}. \quad (9)$$

В реальности можно создавать виртуальные состояния ТС, сценарии решения и критерии. Если изменения инициированы уточнением нормативной базы, то эксперт прописывает новые состояния, сценарии и критерии в онтологическую модель и БЗ. Данные элементы станут частью объективной реальности тогда, когда ЛПР окажется в ситуации, в которой данные элементы можно будет использовать.

На объекте может сложиться неопределённая ситуация, когда система не может определить состояние ТС, либо не определены критерии выбора сценария, либо не определён сценарий. Если в конкретный момент времени невозможно собрать экспертный совет и определить данные элементы, то вводятся специальные пустые элементы «Требуется определения», которые являются виртуальными элементами и переопределяются тогда, когда эксперты определяют их реальные значения.

#### 4 Адаптация онтологической модели и БЗ

Учитывая, что онтологическая модель разрабатывается для БП, который состоит из функций, в качестве базового принято понятие функции. Функции в процессе обычно связаны иерархически от общих к конкретным. БП - сложная функция, нагруженная правилами и целями. Если отождествить процесс и функцию, то процесс становится иерархической струк-

турой, в которой есть главные функции, подпроцессы и их функции и далее до самых простых операций. Концепции онтологического моделирования рассмотрены в [11]. Концептуальная схема онтологической модели, на основе которой может быть построена БЗ, приведена на рисунке 3.

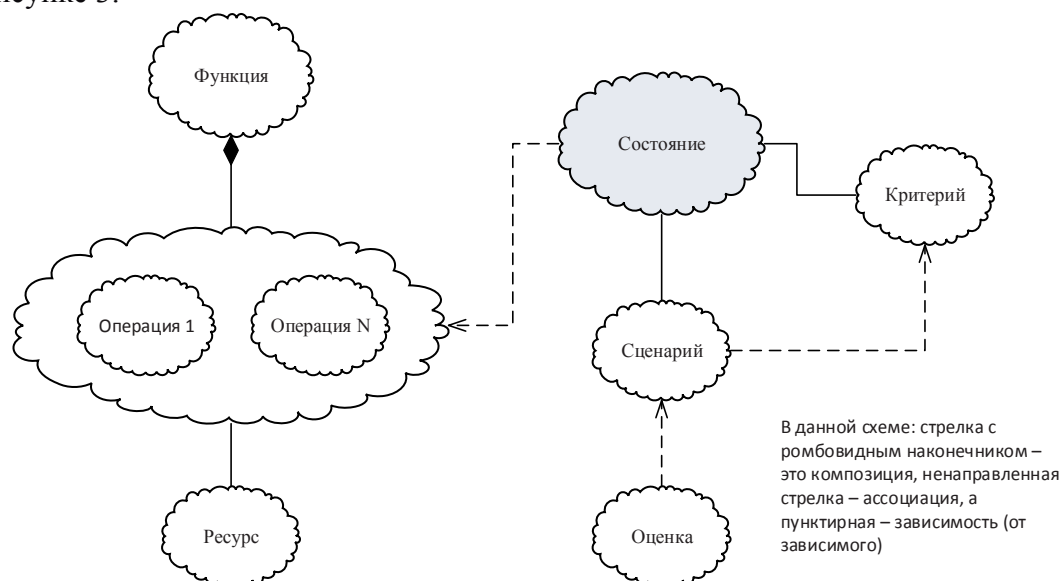


Рисунок 3 - Концептуальная схема онтологической модели БП

Часть операций может быть увязана с состояниями ТС или сценариями (элементами сценариев) решений, принимаемых в этих ситуациях. В этом случае все операции в модели можно определить как связанные с принятием решений и не связанные с ним. Если результатом связанной с принятием решений операции является состояние ТС, то это операция выбора. Если операция реализуется как сценарий или элемент сценария решения, то это операция решения. Следовательно, каждой операции можно задать атрибут связи с принятием решений из множества: «нет связи», «операция выбора», «операция решения».

Функции связаны иерархически, и между ними есть причинно-следственные отношения, отношения ассоциации, отношения обобщения и т.д. Наложение отношений на функции любого БП даёт структуру, которая вписывается в определение онтологической модели. Дополнительные признаки в виде атрибутов связи с принятием решений на эту картину не влияют.

Рационально введение в модель понятия «критерий», который физически будет выглядеть как условие реализации причинно-следственного перехода (условное причинно-следственное отношение) от операции выбора к операции решению, что также вполне вписывается в схему онтологического моделирования.

Необходимые для реализации функции ресурсы (деньги, люди, энергия, материал, оборудование и т.д.) можно связать с ней ассоциацией. Для этого введено понятие «отношение измеримой ассоциации», т.е. такое, в котором можно задать необходимое количество требуемого ресурса.

Чтение онтологической модели БП и стандарта организации, посвящённого этому процессу, даёт одинаковую информацию о функциях, их порядке и ресурсах, необходимых для реализации. Для лучшего понимания исполнителями слабоформализованные текстовые модели, к которым относится стандарт организации, обычно дополняются пояснениями, которые зачастую формируются на основе опыта, в том числе связанного с ошибками, кризисами и т.д. Для обеспечения учёта особенностей нормативных документов в онтологической модели следует ввести атрибут «пояснение» к каждому процессу, функции или операции, а

также атрибут «ссылка», указывающий на шаблон, пример, прямое заимствование подобных правил, обоснование требования и т.д.

Важным аспектом любой модели является её качество. С операциями выбора и операциями решений следует ассоциировать сущность «оценка», которая может формироваться вручную экспертом или автоматически на основе БЗ.

## 5 Структура данных в БЗ

БЗ представляет собой БД специального вида совместно со специализированным механизмом ввода-вывода [12],[13]. Для реализации БЗ для рассмотренных в статье задач используется структура реляционной БД [14], которая пригодна для хранения элементов онтологической модели и БЗ.

Центральной таблицей БД, на основе которой будет функционировать БЗ, является таблица функций. В ядро БД также входят таблицы: *отношений*, которая устанавливает множество разнообразных отношений между функциями; *критериев*, определяющая условия для связей между операциями выбора и операциями решений; *ТС*; *сценариев*; *ресурсов*; *описаний*; хранения оценочной информации – таблицу *оценок*. БЗ имеет описанный функционал, для хранения элементов которого используется таблица вспомогательных данных.

На рисунке 4 показана концептуальная информационная модель данных, используемых для организации БЗ. Функция может иметь множество отношений с другими функциями, отношения могут различаться по типам и относиться к входящим или исходящим.



Рисунок 4 - Концептуальная информационная модель данных, используемых для организации БЗ

Для реализации интеллектуальной составляющей БЗ таблица оценок хранит данные об оценках сценариев решений. Механизм отбора вариантов БЗ на основе сохранённого опыта принятия решений и экспертных оценок формирует предложения для ЛПР в виде набора вариантов решения с оценочной вероятностью их наибольшего соответствия наблюдаемому состоянию ТС. Таблица оценок может быть расширена при необходимости хранения количественных показателей.



Необходимо обеспечение непротиворечивости модели данных в БЗ, чтобы БД отвечала условию целостности.

### Заключение

Предложен метод использования интеграции трёх различных технологий: онтологического моделирования, интеллектуализации и нормирования, который может осуществлять прогнозирование возникновения нештатных ситуаций, повысить безопасность системы и возможность выявления потенциально слабых и опасных звеньев системы.

При создании онтологической модели ТС, связанной с управлением в БП, происходит отображение в ней всех объектов системы на этапах их жизненного цикла с использованием разнородных данных.

### Благодарности

Исследование проводится при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках основной части государственного задания высшим учебным заведениям № FEUE-2020-0007.

### Список источников

- [1] **Кельчевская, Н.Р.** Интеллектуализация управления как основа эффективного развития предприятия / Н.Р. Кельчевская. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2002. – 146 с.
- [2] **Поспелов, Д.А.** Ситуационное управление. Теория и практика / Д.А. Поспелов. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
- [3] **Бережная, Е.В.** Методы и модели принятия управленческих решений / Е.В. Бережная, В.И. Бережной. – М.: Инфра-М, 2016. – 384 с.
- [4] **Антонов, В.В.** Ситуационно-онтологическая методология принятия решений на примере бизнес-процессов авиаприборостроительного предприятия / В.В. Антонов, К.А. Конев, В.А. Суворова, Г.Г. Куликов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2021. Т. 21. № 1. С.102-115.
- [5] **Одинцов, Б.Е.** Интеллектуальные информационные системы и технологии в экономике / Б.Е. Одинцов, А.Н. Романов, В.И. Соловьев, В.В. Дудихин. – М.: ЦЕНТРКАТАЛОГ, 2019. – 336 с.
- [6] **Сорокин, А.Б.** Концептуальное проектирование интеллектуальных систем поддержки принятия решений / А.Б. Сорокин // Онтология проектирования. 2017. – Т. 7, №3(25). - С.247-269. – DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-3-247-269.
- [7] **Конев, К.А.** Принятие решений на основе онтологической модели учебной дисциплины / К.А. Конев // Информатизация образования и науки. 2020. № 4 (48). С. 124-134.
- [8] **Добров, Б.В.** Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения / Б.В. Добров, В.В. Иванов, Н.В. Лукашевич, В.Д. Соловьев – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. – 173 с.
- [9] **Джарратано, Дж.** Экспертные системы: принципы разработки и программирование / Дж. Джарратано, Г. Райли. 4-е изд. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2007. – 1152 с.
- [10] **Цуканова, Н.И.** Онтологическая модель представления и организации знаний / Н.И. Цуканова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2015. – 272 с.
- [11] **Конев, К.А.** Основы концепции онтологического моделирования бизнес-процессов для задач принятия решений / К.А. Конев, В.В. Антонов, Д.А. Ризванов, С.Г. Селиванов, Н.С. Бакусова // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 12-1. С.71-77.
- [12] **Абдикеев, Н.М.** Управление знаниями корпорации и реинжиниринг бизнеса / Н.М. Абдикеев, А.Д. Киселёв – М.: ИНФРА-М, 2011. – 382 с.
- [13] **Богуславский, И.М.** Онтология для поддержки задач извлечения смысла из текста на естественном языке / И.М. Богуславский, В.Г. Диконов, С.П. Тимошенко // Информационные технологии и системы. 2012. С.152–161.
- [14] **Нестеров, С.А.** Базы данных / С.А. Нестеров. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 230 с.

## Сведения об авторах



**Антонов Вячеслав Викторович**, 1956 г. рождения. Окончил Башкирский государственный университет (1979), к.т.н. (2007), д.т.н. (2015). Заведующий кафедрой автоматизированных систем управления Уфимского государственного авиационного технического университета (УГАТУ), профессор кафедры управления в органах внутренних дел Уфимского юридического института МВД России. В списке научных трудов более 130 работ в области построения интеллектуальных систем. AuthorID (РИНЦ): 530537. Author ID (Scopus): 57200254522; Researcher ID (WoS): AАН-5121-2019. [antonov.v@bashkortostan.ru](mailto:antonov.v@bashkortostan.ru).



**Конев Константин Анатольевич**, 1977 г. рождения. Окончил Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ) (2000), к.т.н. (2004). Доцент кафедры автоматизированных систем управления УГАТУ. В списке научных трудов около 30 работ в области систем поддержки принятия решений. AuthorID (РИНЦ): 544899. [sireo@rambler.ru](mailto:sireo@rambler.ru).

Поступила в редакцию 24.02.2021, после рецензирования 11.03.2021. Принята к публикации 19.03.2021.

## Intelligent decision support method in a typical situation

V.V. Antonov, K.A. Konev

Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia

### Abstract

The article discusses a decision support method using a knowledge base. The relevance of the study of issues related to decision-making in typical situations is shown. In order to increase the effectiveness of management activities, the issues of system integration of the regulatory framework, ontological model and knowledge base of the intelligent subsystem of decision support within the framework of the business process are considered. In support of the proposed method, a model has been formed for replenishing the knowledge base both at the structural and analytical levels, which demonstrates the connection between the most important elements of the system: the ontological model, the knowledge base and the normative subsystem. An example of using the proposed scheme is shown. To demonstrate the model of functioning of the decision support system, an algorithm for replenishing the knowledge base is proposed and described. As a conceptual basis for the formal description of the model, operations for working with knowledge are described in the set-theoretic aspect. The principles of adaptation of the ontological model as an information object for linking with the knowledge base are considered. The conceptual diagram of the general structure of the ontological model for making decisions within the framework of the business process as a set of interrelated concepts is proposed and demonstrated. An information model of a specialized database has been developed and presented, serving as a technical basis for building a knowledge base of a decision support system in a typical situation, its main structural elements, the principles of their interrelation and an approach to ensuring the consistency of its internal structure are described.

**Key words:** decision making, intellectualization of management activity, typical situation, knowledge base, ontological model.

**Citation:** Antonov VV, Konev KA. Intelligent decision support method in a typical situation [In Russian]. *Ontology of designing*. 2021; 11(1): 126-136. DOI: 10.18287/2223-9537-2021-11-1-126-136.

**Acknowledgments:** The research is carried out with the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the main part of the state assignment to higher educational institutions No. FEUE-2020-0007.

### List of figures

Figure 1 - Knowledge base development scheme

Figure 2 - Knowledge base refinement algorithm based on ontological model

Figure 3 - Conceptual diagram of the ontological model

Figure 4 - Conceptual information model of data used to organize the knowledge base

## References

- [1] **Kelchevskaya NR**. Intellectualization of management as the basis for effective enterprise development [In Russian]. Ekaterinburg: GOU VPO USTU - UPI, 2002. 146 p.
- [2] **Pospelov DA**. Situational management. Theory and practice [In Russian]. Moscow: Nauka, 1986. 288 p.
- [3] **Berezhnaya EV, Berezhnaya VI**. Methods and models for making managerial decisions [In Russian]. Moscow: Infra-M, 2016. 384 p.
- [4] **Antonov VV, Konev KA, Suvorov VA, Kulikov GG**. Situational-ontological methodology of decision-making on the example of business processes of an aircraft instrument-building enterprise [In Russian]. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Computer technologies, control, electronics*. 2021; 21(1): 102-115.
- [5] **Odintsov BE, Romanov AN, Soloviev VI, Dudikhin VV**. Intelligent information systems and technologies in the economy [In Russian]. Moscow: TSENTRKATALOG, 2019. 336 p.
- [6] **Sorokin AB**. Conceptual design of intelligent decision support systems [In Russian]. *Ontology of designing*. 2017; 7(3): 247-269. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-3-247-269.
- [7] **Konev KA**. Decision making based on the ontological model of the academic discipline [In Russian]. *Informatization of education and science*. 2020; 4(48): 124-134.
- [8] **Dobrov BV, Ivanov VV, Lukashovich NV, Soloviev VD**. Ontologies and thesauri: models, tools, applications [In Russian]. M.: Binom. Knowledge Laboratory, 2009. 173 p.
- [9] **Jarratano J, Riley G**. Expert systems: design principles and programming [In Russian]. 4th ed. - Tran. from English. Moscow: Williams, 2007. 1152 p.
- [10] **Tsukanova NI**. Ontological model of knowledge representation and organization [In Russian]. Moscow: Hotline-Telecom, 2015. 272 p.
- [11] **Konev KA, Antonov VV, Rizvanov DA, Selivanov SG, Bakusova NS**. Fundamentals of the concept of ontological modeling of business processes for decision-making tasks [In Russian]. *Modern high technologies*. 2020; 12-1: 71-77.
- [12] **Abdikeyev NM, Kiselev AD**. Corporate knowledge management and business reengineering: [In Russian]. Moscow: INFRA-M, 2011. 382 p.
- [13] **Boguslavsky IM, Dikonov VG, Tymoshenko SP**. Ontology for supporting the tasks of extracting meaning from a text in natural language [In Russian]. *Information technologies and systems*. 2012. Pp. 152-161.
- [14] **Nesterov SA**. Databases [In Russian]. Moscow: Yurayt Publishing House, 2016. 230 p.

---

## About the authors

**Vyacheslav Viktorovich Antonov**, (b. 1956) graduated from Bashkir State University (1979), Ph.D. (2007), D.Sc. (2015). Head of the Department of Automated Control Systems of Ufa State Aviation Technical University (USATU), Professor of the Department of Management in Internal Affairs of the Ufa Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia. The list of scientific works includes more than 130 works in the field of building intelligent systems. AuthorID (РИИЦ): 530537. Author ID (Scopus): 57200254522; Researcher ID (WoS): AAH-5121-2019. [antonov.v@bashkortostan.ru](mailto:antonov.v@bashkortostan.ru).

**Konstantin Anatolyevich Konev**, (b. 1977) graduated from Ufa State Aviation Technical University (USATU) (2000), Ph.D. (2004). Associate Professor of the Department of Automated Control Systems, USATU. The list of scientific works includes about 30 works in the field of decision support systems. AuthorID (РИИЦ): 544899. [sireo@rambler.ru](mailto:sireo@rambler.ru).

---

*Received 24.02.2021. Revised March 11, 2021. Accepted March 19, 2021.*

---