

УДК 004.82

**И. В. ЛЕВЫКИН****АЛГОРИТМ ВЫБОРА И КОРРЕКТИРОВКИ МОДЕЛИ ПРЕЦЕДЕНТА АНАЛОГА В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС ПРОЦЕССАМИ**

Застосовується прецедентний підхід, заснований на використанні і адаптації існуючих рішень функціональних завдань. Процесу пошуку прецеденту має на увазі порівняння ознак моделей прецедентів у вигляді послідовності рішень. Розроблено алгоритм вибору і коригування моделі прецеденту аналога по її відповідності моделі поточного прецеденту. Сформульовано процедура індексування ознак моделлю прецеденту враховує специфіку предметних галузей дослідження, що дозволяє визначити ступінь близькості прецедентів. Якщо моделі прецедентів збігаються не повністю то особа, яка приймає рішення, робить висновок про відмову від моделі аналога або здійснюється її коригування.

**Ключові слова:** прецедентний підхід, інформаційна система, дискретний процес, індекс ознаки.

Применяется прецедентный подход, основанный на использовании и адаптации существующих решений функциональных задач. Процесс поиска прецедента подразумевает сравнение признаков моделей прецедентов в виде последовательности решений. Разработан алгоритм выбора и корректировки модели прецедента аналога по ее соответствию модели текущего прецедента. Сформулирована процедура индексирования признаков модели прецедента учитывающая специфику предметных областей исследования, которая позволяет определить степень близости прецедентов. Если модели прецедентов совпадают не полностью, то лицо принимающее решение делает вывод об отказе от модели аналога или осуществляется ее корректировка.

**Ключевые слова:** прецедентный подход, информационная система, дискретный процесс, индекс признаки.

Used a case-based reasoning approach based on the use of existing solutions. The search process involves comparing a case-based reasoning signs case-based reasoning models. These models are presented in the form of a sequence of solutions. The complexity of determining the proximity of case-based reasoning associated with the dimension of the search space. Therefore, use a variety of approaches, methods and techniques to narrow this space. On a set of features of the image of this case-based reasoning, it is carried out a comparison with images of similar cases. Used algorithm for selecting and adjusting the analog model case-based reasoning for its compliance with the current model of case-based reasoning. Use the template module generalized case-based reasoning structure. Formulated a procedure indexing features case-based reasoning model. This procedure takes into account the specificity of the subject areas of research that is used to determine the proximity of case-based reasoning. If the use case model does not fully match that concludes that the rejection of the analog model or its adjustment is carried out

**Keywords:** Case-based reasoning, information systems, discrete process, signs index.

**Введение.** При решении функциональных задач информационной системой (ИС) целесообразным представляется использование процессного подхода к моделированию рассуждений на основе прецедентов. Моделирование рассуждений на основе прецедентов позволяет использовать имеющиеся знания и опыт при решении текущих проблем даже в случае некоторых отличий между уже решенными и текущими задачами.

При использовании процессного подхода решение задачи представляется в форме дискретного процесса либо процессов. Имеющийся опыт решения задачи отражается через наборы последовательностей событий, возникновение которых необходимо для запуска процесса решения задачи.

Процедура реализации различных по типу задач в зависимости от функциональности структурных подразделений предприятия (например маркетинговых, планирования и управления производством выпуска продукции, снабжения, сбыта и т.д.), а также от типа таких задач (структурированных, частично структурированных и неструктурированных), требует больших временных и материальных затрат. Это связано с тем, что сам процесс решения задачи предусматривает, прежде всего, изучение особенностей предметной области, для которой необходимо получить решение, определить тип задачи, требуемые входные и выходные данные, разработать математическую модель, алгоритм и прикладную программу ее реализации. Для преодоления указанных трудностей используется

прецедентный подход, основанный на использовании и адаптации существующих решений функциональных задач. Ключевым элементом прецедента является решение задачи, которая в рамках обозначенного множества функциональных задач представляется в форме последовательности взаимосвязанных действий.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Научное направление, связанное с использованием ранее накопленного опыта при решении задач развивается уже несколько десятилетий. Одной из первых была предложена модель организации памяти и предоставления знаний на основе прецедентного подхода CBR (Case-based reasoning) Методы рассуждения на основе прецедентов (CBR – Case-Based Reasoning) и CBR-системы успешно используются в различных областях человеческой деятельности, прецедентный подход активно применяется в динамических ИС, в системах экспертного диагностирования, поддержки принятия решений (ИСППР), машинного обучения, в информационно-поисковых системах при решении задач прогнозирования, обобщения накопленного опыта [1]. Основой такого подхода является применение аналогов проектных решений для реализации новых функциональных задач [2–6]. В рамках данного подхода прецедент рассматривается как структурированное представление накопленного опыта в виде данных и знаний, обеспечивающее его последующую обработку с использованием специализированных информационных систем [7]. Структурированное

представление прецедента подразумевает наличие описание проблемы или задачи и совокупности действий, направленных на решение новой задачи или устранение проблемной ситуации. Однако в настоящее время не исследованы вопросы, связанные с разработкой общего подхода к построению прецедента для различных предметных областей на основе формализации процесса решения задачи в виде последовательности взаимосвязанных действий и отражающих их событий.

Постановка задачи исследования. Задача данной работы состоит в разработке алгоритма выбора и корректировки модели прецедента аналога по ее соответствию модели текущего прецедента. Это даст возможность лицу принимающее решение сделать вывод об отказе от модели аналога или осуществить ее корректировку, что существенно сокращает ресурсы и время на получение адекватной модели управления бизнес процессом.

Алгоритм выбора и корректировки модели прецедента-аналога. Для того, чтобы использовать прецедент как аналог, необходимо определение подобия моделей прецедентов-аналогов ( $M_n^a$ ) и текущего прецедента ( $M_n^m$ ). Близость этих прецедентов фактически определяется подобием их моделей с использованием соответствующих метрик.

Учитывая характеристики прецедента, такие как особенности предметной области, описание задачи для которой разработан прецедент, множество описаний решений задачи, вид полученного результата решения модель его структуры представим кортежем следующего вида:

$$M_n = \langle PO, Z, P, PC, PP \rangle, \quad (1)$$

где  $PO$  – описание предметной области, в которой рассматривается применение прецедента; данное описание фактически задает ограничения на возможные способы решения задачи;

$Z$  – описание проблемы либо функциональной задачи, для решения которой разработан прецедент;

$P$  – множество описаний процессов решения задачи  $Z$ , которое может быть применено для реализации подобной задачи в будущем;

$PC$  – ресурсы, используемые для реализации задачи

$PP$  – полученный результат решения задачи (форма выходного документа).

Описание решения задачи  $P$  представляется в виде набора процессов  $P_i$ , которые уже были выполнены при решении задачи, входящей в состав прецедента.

Процесс поиска прецедента подразумевает сравнение признаков моделей прецедентов в виде последовательности решений.

Для получения требуемого результата, прежде всего, необходимо определить параметры признаков в виде соответствующих индексов. Эта процедура зависит от специфики предметной области (ПО), множества ее бизнес процессов, которые поддерживаются процессами решения соответствующих функ-

циональных задач (например, решение маркетинговых задач, определение портфеля заказов на полиграфическую продукцию, оценки технического состояния оборудования используемое в производственном процессе и т. д.) Естественно требуется выбрать такие индексы для признаков, которые в полной мере учитывали бы специфику таких задач относительно соответствующей предметной области. В [1] приведены четыре характеристики индексов признаков:

1. Направленность: индексы должны быть направлены на решение цели.

2. Абстрактность: индексы должны быть достаточно абстрактны, чтобы прецедент мог быть использован в разных запросах.

3. Конкретность: индексы должны быть распознаваемы в других ситуациях без дальнейшей обработки.

4. Полноценность: индексы должны быть способны дифференцировать прецеденты

Исследуя, например особенности информационной системы управления полиграфическим предприятием (ИСУПП) в рамках ее функциональных подсистем (маркетинга, планирования, оценки состояния оборудования и т.д.), можно сделать вывод о том, что для соответствующих подсистем и задач необходимо использовать различные виды индексов. Например, индекс признак оборудования (готовность, отказ, поврежденность) может иметь булево значение 0 или 1, а для организационных задач необходима более расширенная формулировка признаков модели прецедента. Для этого используя нотации методологии SSADM, представим спецификацию прецедента в виде шаблона (паттерна) модуля обобщенной структуры прецедента с описанием взаимосвязи входных, выходных, управляющих параметров (действий) и используемых ресурсов. Данный паттерн представлен на рис. 1.

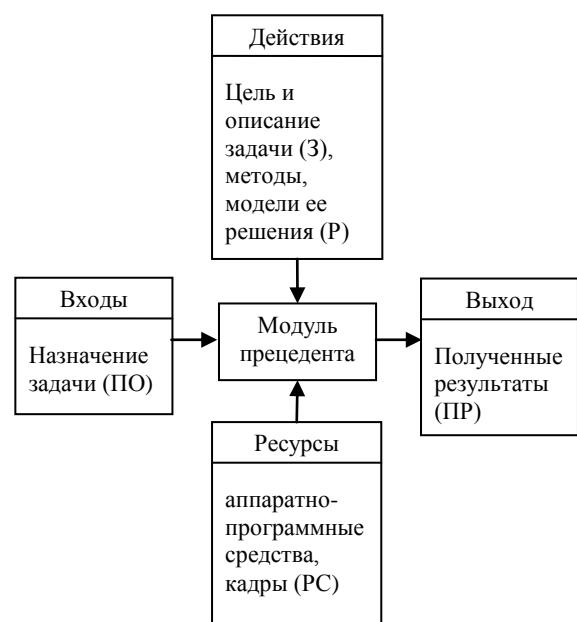


Рис. 1 – Шаблон модуля обобщенной структуры прецедента

Входами модуля являются данные о назначении задачи, реализуемой в определенной предметной области (ПО); действия это параметры содержат информацию о цели и описании задачи (З), а также методах, моделях ее решения (Р); данные о ресурсах содержит информацию об инструментальных, программно-аппаратных средствах, специалистах, обеспечивающих процесс решения задачи (Р), а выходные параметры содержат данные о результатах решения задачи (РР).

Такая структура модуля позволяет описывать спецификации как текущего, так и прецедента-аналога для различных предметных областей, определяемых спецификой решаемых функциональных задач, а, следовательно и функциональностью ИС.

Поэтому индекс признака должен учитывать его свойства (s), значение (a), важность (b), ограничения (c) на свойства признаков и т.д.

Естественно, что индексирование относится к каждому признаку (компоненту) модели прецедента, как видно из рис.2.

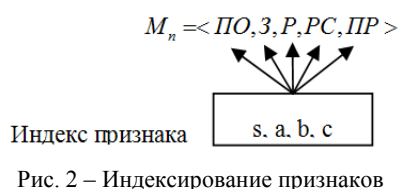


Рис. 2 – Индексирование признаков

Важность индексирования признаков прецедентов связана с тем, что они будут занесены в базу данных или знаний в зависимости от их представления в виде текста, фрейма или числа. Формализация индексов признаков в виде их атрибутов осуществляется экспертами, в качестве которых выступают конечные пользователи, имеющие полное представление о предметной области, в которой реализуются функциональные задачи.

Формирование атрибутов признаков дает возможность представить прецедент в виде образов прецедентов аналогов и текущего прецедента, что позволяет осуществить процедуру определения их близости или подобия по каждому признаку. Для этого вводится метрика всех признаков каждого из прецедентов (образов) с последующим их сравнением.

Существуют различные метрики определения близости образов, применяемые в различных предметных областях, к которым относятся: Евклидово пространство, Манхэттенская метрика с количественным типом признаков и т.д.

Данные метрики используются в следующих системах вывода по прецедентам: CYRUS, CHEF, PROTOS, KATE TOOLS, в программных продуктах CBR Express и CASE Point, Argion, DP Umbrella, применяемых в различных предметных областях, связанных, например, с определением перспективных исследований, диагностических систем, а также в системах планирования, принятия решений по аналогии Prodigy/Analogy [2], экспертных системах [3, 4].

Сложность определения близости прецедентов связана, прежде всего, с размерностью пространства

поиска, поэтому применяют различные подходы, методы, методики, позволяющие сузить это пространство, стягивая пространство образов в виде гиперкуба. Тогда по набору признаков образа текущего прецедента, попадающего в область гиперкуба, осуществляется его сравнение с образами схожих прецедентов. Для реализации этого процесса все образы прецедентов-аналогов разбиваются на определенные классы. При этом должна учитываться неопределенность признаков, которые определяются и устанавливаются разработчиками (системными аналитиками) информационной системы. Это объясняется тем, что только они понимают все аспекты процесса решения задачи, начиная с постановки задачи, ее решения и реализации разработанной прикладной программы с использованием компонентов компьютерной сети.

Близость между образами текущего прецедента и прецедента-аналога определяется как функция расстояния между признаками [5]:

$$d(\bar{a}, \bar{b}) = \sum_{i=1}^N w_i n(a_i, b_i) / N, \quad (2)$$

$$n(a_i, b_i) = \begin{cases} \text{количественные} & \begin{cases} 1, \text{ если } (a_i - b_i) < \xi \\ 0, \text{ иначе} \end{cases} \\ \text{качественные} & \begin{cases} 1, a_i = b_i \\ 0, a_i \neq b_i \end{cases} \end{cases}$$

где  $w_i$  – весовой коэффициент признака, определяемый экспертами,  $n(a_i, b_i)$  – функция сравнения значений признаков (наличие признака – 1, отсутствие – 0),  $N$  – количество признаков,  $\xi$  – ограничения на отличие значений признаков.

Так как признаки имеют различную природу установления, то необходимо провести их нормирование:

$$a_{ik} \rightarrow \frac{a_{ik} - \min_k a_{ik}}{\max_k a_{ik} - \min_k a_{ik}}. \quad (2)$$

Одной из проблем выбора прецедента-аналога из соответствующей БД прецедентов является ее размерность. Однако, учитывая специфику функциональности ИСУПП, определяемой количеством функциональных подсистем и входящих в них функциональных задач снизим проблему размерности процедурой поиска прецедента-аналога по признакам текущего прецедента. При этом, при формировании БД прецедентов-аналогов, должно выполняться условие наличия у них одинаковых признаков. Следовательно, образы текущих прецедентов должны иметь такие же признаки. Тогда отличие между образами прецедентов-аналогов и текущих прецедентов будет определяться значениями их признаков. Алгоритм выбора и корректировки модели текущего прецедента представлен на (рис. 3).

Кроме того, должна выполняться последовательность сравнения признаков.

Поиск прецедента по признаку предметной области ПО, т.е. определение в какой функциональной подсистеме находится функциональная задача.

Если такой образ задачи найден, то осуществляется сравнение признаков образов текущего прецедента и прецедентов-аналогов по индексам соответствующих признаков.

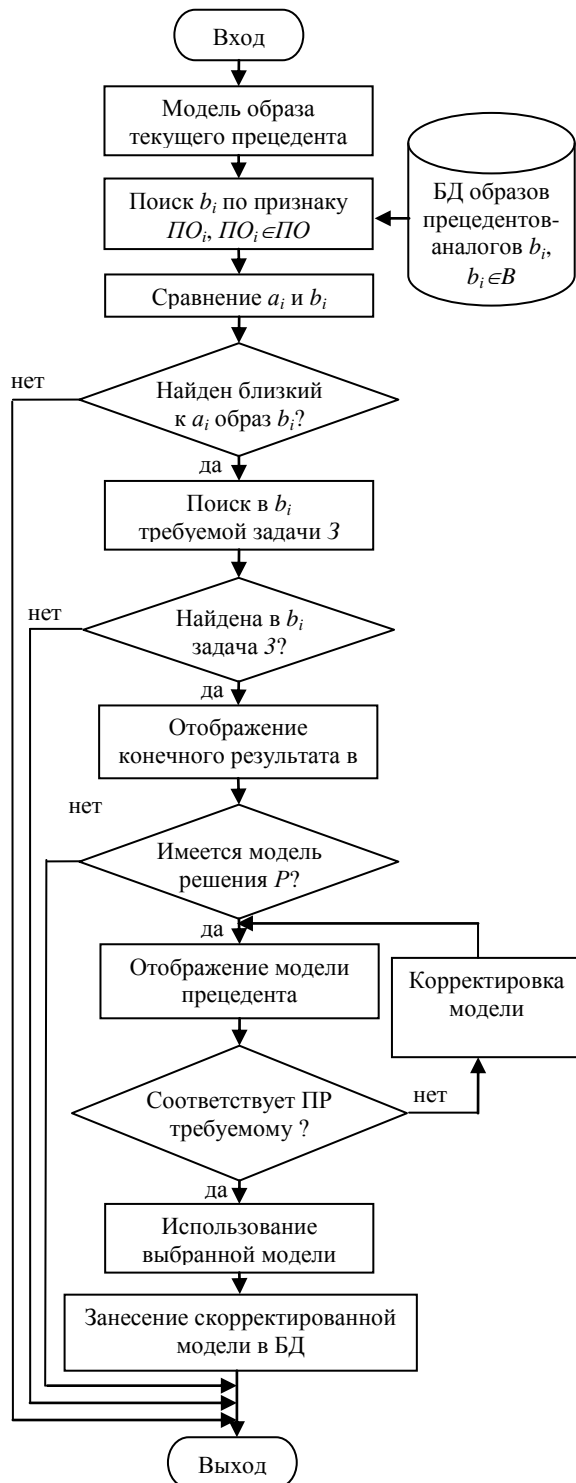


Рис. 3 – Алгоритм выбора и корректировки модели текущего прецедента

На основании полученных оценок близости образов прецедентов эксперт принимает решение об использовании модели аналога в качестве модели текущего прецедента, отказа от данной модели или ее корректировки с последующим ее занесением в БД для последующего применения

**Выводы.** В данной статье разработан алгоритм выбора и корректировки модели прецедента аналога по ее соответствию модели текущего прецедента. Для этого разработан шаблон модуля обобщенной структуры прецедента, сформулирована процедура индексирования признаков модели прецедента учитывающая специфику предметных областей исследования и позволяющая определить степень близости прецедентов. Если модели прецедентов совпадают не полностью, то лицо принимающее решение делает вывод об отказе от модели аналога или осуществляется ее корректировка, что существенно сокращает ресурсы и время на получение адекватной модели реализации функциональной задачи.

#### Список литературы

1. Kolodner J. Case-based Reasoning [Text] / J. Kolodner // – Magazine Kaufmann. San Mateo, 1993. – 386 p.
2. Weske, M. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures [Text] / M. Weske. – Springer Berlin Heidelberg, 2007. – 368 p.
3. Günther, C. W. Fuzzy Mining – Adaptive Process Simplification Based on Multi-perspective Metrics [Text] / C. W. Günther, W. M. P. van der Aalst // Lecture Notes in Computer Science. – Springer Science + Business Media, 2007. – P. 328–343.
4. Чалый С. Ф. Разработка обобщенной процессной модели прецедента, метода его формирования и использования [Текст] / С. Ф. Чалый, И. В. Левыкин // Журнал управляющие системы и машины. – 2016. – № 3 – С. 23–29.
5. Николайчук О. А. Применение прецедентного подхода для автоматизированной идентификации технического состояния деталей механических систем [Текст] / О. А. Николайчук, А. Ю. Юрин // Автоматизация и современные технологии. – 2009. – № 5 – С.3 – 12.
6. Maier, R. Defining process-oriented knowledge management strategies [Text] / R. Maier, U. Remus // Knowledge and Process Management. – 2002. – Vol. 9, № 2. – P. 103–118
7. Николайчук О. А. Прототип интеллектуальной системы для исследования технического состояния механических систем [Текст] / О. А. Николайчук, А. Ю. Юрин // Искусственный интеллект. – 2006. – № 4. – С. 459–468.

#### References (transliterated)

1. Kolodner J. Case-based Reasoning. – Magazine Kaufmann. San Mateo, 1993. 386 p.
2. Weske, M. Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. – Springer Berlin Heidelberg, 2007. 368 p.
3. Günther, C. W., van der Aalst W. M. P Fuzzy Mining – Adaptive Process Simplification Based on Multi-perspective Metrics, Lecture Notes in Computer Science. – Springer Science + Business Media, 2007, pp. 328–343.
4. Chalyy S. F., Levykin I. V. Razrabotka obobshhennoj processnoj modeli precedenta, metoda ego formirovaniya i ispol'zovaniya [The development of a generalized process model case-based reasoning, the method of its formation and use]. Zhurnal upravljajushhie sistemy i mashiny. 2016, no. 3, pp. 23–29.
5. Nikolajchuk O. A., Jurin A. Ju Prototip intellektual'noj sistemy dlja issledovaniya tehničeskogo sostojaniya mehanicheskikh sistem [intelligent system prototype for the study of the technical state of mechanical systems]. Iskusstvennyj intellekt. 2006, no. 3, pp. 459–468.

6. Nikolajchuk O.A., Primenenie precedentnogo podhoda dlja avtomatizirovannoj identifikacii tehničeskogo sostojanija detalej mehanicheskih sistem [The use case approach for the automated identification of the technical state of mechanical systems components]. *Avtomatizacija i sovremennye tehnologii*. 2009, no. 5, pp. 3–12.
7. Maier, R, Remus U. Defining process-oriented knowledge management strategies. *Knowledge and Process Management*. 2002, Vol. 9, no. 5, pp. 103–118

Поступила (received) 16.11.2016

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Алгоритм вибору и коректировки модели прецедента-аналога в задачах управления бизнес процессами / І. В. Левикін** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 37 (1209). – С. 52–56. – Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2079-0023.

**Алгоритм вибору и коректировки модели прецедента-аналога в задачах управления бизнес процессами / И. В. Левыкин** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – № 37 (1209). – С. 52–56. – Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2079-0023.

**Algorithm selection and adjustment of a analog Case-based Reasoning models in business process management problems / I. V. Levykin** // Bulletin of NTU "KhPI". Series: System analysis, control and information technology. – Kharkov : NTU "KhPI", 2016. – No. 37 (1209). – P. 52–56. – Bibliogr.: 7. – ISSN 2079-0023.

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Левикін Ігор Вікторович** – кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри медіасистем та технологій «МСТ» Харківського національного університету радіоелектроніки «ХНУРЕ», м. Харків, тел.: (050) 400-81-51; e-mail: ihor.levykin@nure.ua.

**Левыкин Игорь Викторович** – кандидат технических наук, доцент, профессор, кафедры медиасистем и технологий «МСТ» Харьковского национального университета радиоэлектроники «ХНУРЭ», г. Харьков; тел.: (050) 400-81-51; e-mail: ihor.levykin@nure.ua.

**Levykin Igor Viktorovich** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Docent, Professor of the Department of Media Systems and Technologies Department of the Kharkiv National University of Radioelectronics, c. Kharkiv, tel. (050) 400-81-51, e-mail: ihor.levykin@nure.ua.