

МЕТОД ПРЕЦЕДЕНТОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

С.М. Кулаков

Сибирский государственный индустриальный университет
Россия , 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова ,42
E-mail: kulakov-ais@mail.ru

М.В. Ляховец

Сибирский государственный индустриальный университет
Россия , 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова ,42

Р.С. Койнов

Сибирский государственный индустриальный университет
Россия , 654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова ,42

Ключевые слова: прецедентный подход, управление сложным технологическим объектом, цикл принятия решений, прецедентная система управления, информационная модель прецедента.

Аннотация: Доклад посвящен новому подходу к созданию управляющей системы сложного слабоформализуемого технологического объекта управления, который основан на прецедентном подходе к выработке регулярных управляющих воздействий. Представлены: модифицированная схема прецедентного цикла принятия решений, функциональная схема прецедентной системы управления технологическим процессом, структура информационной модели прецедента для управления плавкой стали.

1. Введение

Традиционные подходы к синтезу систем управления сложными (слабоформализуемыми) технологическими объектами (СТО) не всегда оказываются эффективными. Таким объектам, процессам, которые в них реализуются, и их управляющим системам, присущи следующие специфические свойства и особенности: многорежимность, многовариантность производимых продуктов, высокие скорости, изменчивость свойств в ходе эксплуатации, сложность и высокая стоимость идентификационных экспериментов, нестационарность и помехоискаженность сигналов измерительной информации, необходимость регулярного обновления математической модели каналов управления и влияния контролируемых внешних воздействий, неопределенность, обусловленная неполнотой контроля параметров, ошибками измерения и неточностью реализации управляющих воздействий. Цена неверно выбранного управляющего воздействия для СТО может оказаться очень высокой. В связи с этим, необходимо разрабатывать новые методы управления подобными объектами.

Одним из перспективных методов управления трудно формализуемыми объектами, является метод прецедентов, основанный на накоплении и повторном использовании опыта эффективного управления в действующей управляющей системе или ее анало-

гах. Согласно [1], *прецедент* - это случай, имевший место ранее и служащий примером или актуальным представителем случаев подобного рода. Соответственно, в повторяющихся ситуациях функционирования сложного объекта и его управляющей системы повторно могут быть использованы ранее реализованные эффективные управляющие воздействия (решения). При этом, не требуется строить и регулярно корректировать полную математическую модель объекта, учитывающую многочисленные внешние и внутренние факторы.

2. Модифицированный CBR-цикл

Метод рассуждений на основе прецедентов наглядно представляется в виде, так называемого, прецедентного цикла, CBR-цикла (Case-based reasoning), [1, 2]. Структура такого цикла, модифицированного применительно к управлению СТО, представлена на рис. 1.

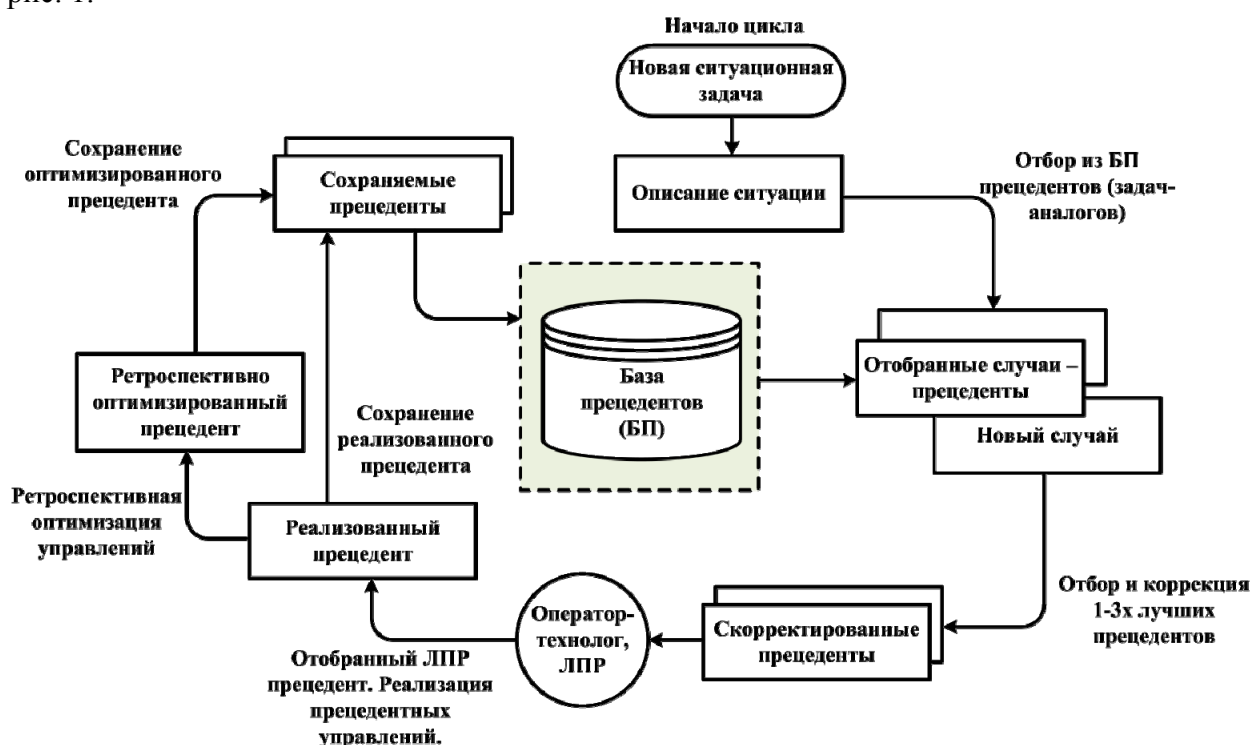


Рис. 1. Модифицированный CBR- цикл выбора и реализации управляющих воздействий.

В общем случае, для конкретной системы управления, из библиотеки прецедентов извлекаются прецеденты, которые, в возможно большей степени, соответствуют условиям задачи выработки управляющего воздействия, решаемой в данный момент. Далее, из небольшого количества прецедентов, выбирается один, который берется за основу при принятии управляющего решения в новой ситуации. В случае необходимости производится коррекция («адаптация») используемого прецедента с учетом неполного совпадения условий новой и прецедентной задачи. Если новая задача решена успешно, пересмотренный прецедент добавляется в библиотеку прецедентов и в дальнейшем может быть использован для решения новых задач. Таким образом, чем дольше функционирует система, чем обширнее у нее библиотека прецедентов тем эффективнее будут принимаемые решения. Последнее справедливо при условии, что свойства объекта управления и его окружающей среды существенно не изменяются во времени, (в про-

(данных) о выходных воздействиях объекта, относящихся к j -му технологическому циклу и дискретному моменту времени t_i , вектор сигналов о натуральных управляющих воздействиях на объект, вектор натуральных сигналов о контролируемых внешних воздействиях (возмущениях), вектор натуральных сигналов, характеризующих состояние объекта в j -ом цикле в момент t_i ; $Z_j^H(t_i)$ – обобщенный вектор натуральных сигналов, получаемых от датчиков преобразователей DP_U, DP_S, DP_Y, DP_W ; $PR(j), PR^o(j)$ – фактически реализованная и оптимизированная программа работы объекта в период T_j соответственно; $PR^*(j+1)$ – заданная программа работы на период $T(j+1)$; $\{\widehat{PR}(j-m)\}$ – программы из БРОПУ за периоды $T(j), T(j-1), \dots, T(j-m)$; БФРЦ – база данных о фактически реализованных технологических циклах; БРОПУ – база ретроспективно-оптимальных программ управления.

В качестве технологического объекта может быть рассмотрен любой трудно формализуемый объект, имеющий множество управляющих, входных и выходных переменных а также переменных состояния. Это может быть электросталеплавильная печь, комбайновый комплекс угольной шахты, современный летательный аппарат и т.д. Объект находится в конкретной среде и подвержен влиянию как контролируемых w_K^D , так и неконтролируемых внешних воздействий w_{HK}^D . Система мониторинга работы технологического объекта отслеживает значения параметров функционирования объекта в режиме реального времени с заданным шагом дискретизации.

Данные, сформированные системой мониторинга, передаются в подсистему реализации программы управления текущим циклом работы объекта и в базу данных о фактически реализованных технологических циклах (БФРЦ). Подсистема реализации программы текущего цикла формирует последовательность управляющих воздействий на объект по ранее заданной программе, специфика которой определяется характером функционирования объекта. Информация о результатах реализации программы текущего технологического цикла отображается оператору-технологу. Последний контролирует работу объекта и, при необходимости, может внести изменения в работу подсистемы реализации программы текущего цикла. Если никаких изменений вносить не требуется, функции оператора сводятся к ее исполнению и наблюдению за объектом.

БФРЦ осуществляет обмен информацией с подсистемой ретроспективной оптимизации фактически реализованной программы. Задача подсистемы заключается в том, чтобы оптимизировать (если в этом есть необходимость) вариант реализации технологического процесса для конкретных условий. Следует иметь ввиду, что оптимизированный вариант реализации технологического процесса может существенно отличаться от фактического и обеспечить лучшие показатели технологического процесса. Оптимизированный вариант может рассматриваться в качестве прецедента и в дальнейшем использоваться для принятия управляющих решений. Результаты работы подсистемы ретроспективной оптимизации передаются в базу ретроспективных оптимальных программ управления (БРОПУ). Согласно заданию на предстоящий период, подсистема формирует рекомендуемый вариант программы управления и отображает его оператору-технологу. Оператор оценивает предложенный вариант и принимает решение о его реализации, либо корректировке.

4. Информационная модель прецедента

С целью реализации описанного выше подхода применительно к управлению конверторной плавкой стали, построена информационная модель прецедента, которая показана на рис. 3.

В модуле «Описание ситуации» представлены данные по параметрам шихтовых материалов до начала плавки. Эти данные могут меняться в зависимости от заданной марки стали и качества исходных материалов.

В модуле «Управляющие воздействия» приводится информация по управляющим воздействиям конвертерной плавки.

Модуль «Результат плавки» содержит информацию о конечном продукте, который получен из шихтовых материалов при конкретных управляющих переменных плавки. Значения параметров управления фиксируются в режиме реального времени.

Полученная модель, достаточно проста и содержит необходимую информацию о ходе и результатах конкретной конвертерной плавки. Если полученная сталь соответствует предъявляемым требованиям, то конкретные значения параметров модели помещаются в базу прецедентов в качестве удачного решения, которое в дальнейшем может использоваться для управления в схожей ситуации.

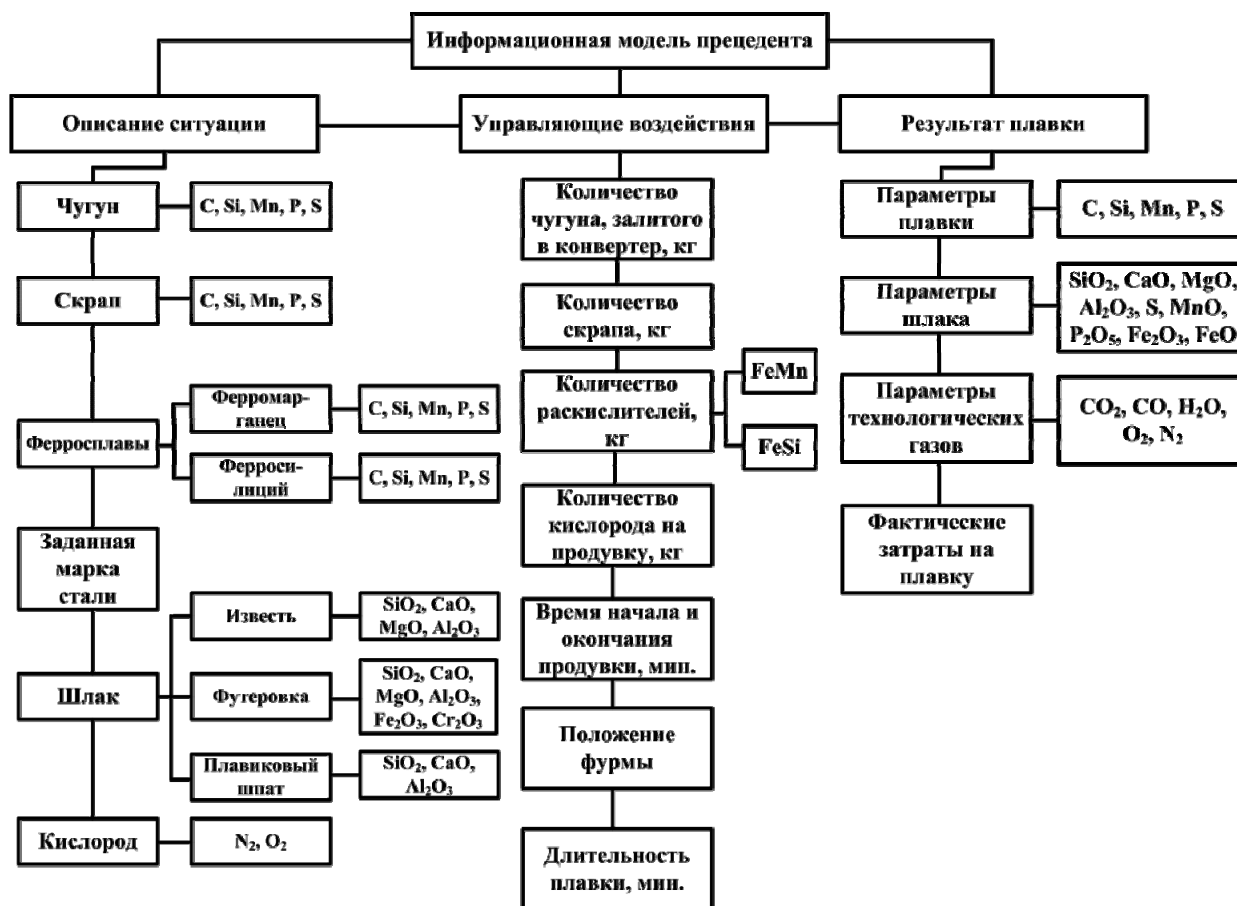


Рис. 3. Модель прецедента для задачи формирования программы управления кислородно-конвертерной плавкой стали.

5. Заключение

Представлена концепция управления сложным слабоформализуемым технологическим объектом основанная на прецедентном подходе к принятию регулярных управляющих решений. Конкретизирован и модифицирован классический прецедентный цикл принятия регулярных решений. Представлена функциональная структура системы управления сложным технологическим агрегатом. Приведен пример информационной

модели прецедента для управления шихтовкой кислородно-конвертерной плавкой стали.

Список литературы

1. Варшавский П., Алехин Р. Метод поиска решений в интеллектуальных системах поддержки принятия решений на основе прецедентов // *International Journal Information Models and Analyses* 2013. Vol. Vol. 2, No. 4. P. 385-392.
2. Aamodt A., Plaza E. Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches // *Artificial Intelligence Communications*. IOS Press. 1994. Vol. 7, No. 1. P. 39-59.
3. Кулаков С.М., Трофимов В.Б., Добрынин А.С., Тараборина Е.Н. Прецедентный подход к формированию программ управления объектами циклического действия // Труды XI Всероссийской НПК «Системы автоматизации в образовании, науке, производстве». 14-16 декабря 2017 г., г. Новокузнецк. С. 9-17.