

10. Мочалин, Е.В. Интенсивность обмена импульсом и тепловой в потоке снаружи вращающегося пронцаемого цилиндра [Текст] / Е. В. Мочалин, С. А. Юрьев // Промислова гідраліка і пневматика. — 2011, № 34(4).
11. Юрьев, С. О. Теплообмін і тертя поблизу обертового циліндра з протоком рідини через його поверхню [Текст] / С. О. Юрьев // Технологічний аудит та резерви виробництва. — 2012. — Т. 5, № 1(7). — С. 19–20.
12. Юрьев, С. О. Интенсификация теплоотдачи от вращающегося цилиндра [Текст]: сб. тез доп. / С. О. Юрьев // Всеукраїнська конференція «Відкриті фізичні читання». — Алчевськ: ДонДТУ, 2012. — С. 39.
13. Устименко, Б. П. Процессы турбулентного переноса во вращающихся течениях [Текст] / Б. П. Устименко. — Алма-Ата: Наука, 1977. — 228 с.
14. Bjorclund, I. S. Heat transfer between concentric rotating cylinders [Текст] / I. S. Bjorclund, W. M. Kays // Trans. of the ASME, Journ. of Heat Transfer. — 1959. — Vol. 81. — Pp. 175–186.
15. Tachibana, F. Heat transfer in an annulus with an inner rotating cylinder [Текст] / F. Tachibana, S. Fukui, H. Mitsumura // Bulletin of JSME. — 1963. — Vol. 3. — Pp. 119–123.
16. Batten, W. M. Transition from vortex to wall driven turbulence production in the Taylor-Couette system with a rotating inner cylinder [Текст] / W. M. Batten, N. W. Bressloff, S. R. Turnock // Int. J. Numer. Meth. Fluids. — 2002. — Vol. 38. — Pp. 207–226.
17. An experimental study of heat transfer at high temperature differences in turbulent air flow between a rotating cylinder and stationary concentric outer cylinder: (Final report) [Текст] / Columbia University; G. S. Longobardo, H. G. Elrod. — New York, 1962. — 327 p. — No AFOSR 3207.
18. Щукин, В. К. Теплообмен, массообмен и гидродинамика закрученных потоков в осесимметричных каналах [Текст]

/ В. К. Щукин, А. А. Халатов. — М. : Машиностроение, 1982.— 199 с.

ТЕПЛОБМІН І ГІДРАВЛІЧНІ ВТРАТИ В ЗАЗОРІ МІЖ ОБЕРТОВИМИ ЦИЛІНДРАМИ

Представлено аналіз відомих методів інтенсифікації теплообміну в зазорі між обертовими циліндрами. Проаналізовано гідродинамічні втрати, що виникають при цьому. Показана можливість суттєвого підвищення тепловіддачі від обертового циліндра за рахунок потоку рідини (газу) через його поверхню.

Ключові слова: гідродинаміка, теплообмін, обертовий промисловий циліндр, гідродинамічні втрати.

Мочалин Евгений Валентинович, доктор технических наук, профессор, кафедра теоретической и строительной механики, Донбасский государственный технический университет, Украина, e-mail: y_mochalin@mail.ru.

Юрьев Сергей Александрович, аспирант, кафедра теоретической и строительной механики, Донбасский государственный технический университет, Украина, e-mail: jurick@bk.ru.

Мочалин Євген Валентинович, доктор технічних наук, професор, кафедра теоретичної і будівельної механіки, Донбаський державний технічний університет, Україна.

Юрьев Сергій Олександрович, аспірант, кафедра теоретичної і будівельної механіки, Донбаський державний технічний університет, Україна.

Mochalin Yevgeniy, Donbas State Technical University, Ukraine, e-mail: y_mochalin@mail.ru.

Yuriev Sergei, Donbas State Technical University, Ukraine, e-mail: jurick@bk.ru

УДК 004.89

**Чалый С. Ф.,
Аль Шейх Али Джамиль,
Ратай С. К.**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШАБЛОНОВ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЦЕССОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Предложен метод выделения и проверки шаблонов процессов, который применим при построении моделей бизнес-процессов и процессов экологического контроля. В соответствии с предлагаемым методом выполняется проверка и корректировка применяемых структурных шаблонов процесса на основе анализа последовательности событий, происходящих при его выполнении.

Ключевые слова: процессы экологического контроля, шаблоны, интеллектуальный анализ процессов.

1. Введение

В настоящее время стремительный рост урбанизированных территорий оказывает отрицательное влияние на внутригородские водные объекты: водотоки и водоемы являются приемниками сточных вод, что негативно отражается на качестве воды и донных отложений, жизнедеятельности гидробионтов, водной растительности и прибрежной зоны. В связи с этим основным направлением развития системы мониторинга водных объектов является разработка системы оперативной оценки экологического состояния водоемов урбанизированных территорий (экспресс-диагностика) [1–3].

Построение указанной системы оценки опирается на разработку моделей процессов экологического мониторинга и контроля, и последующую реализацию таких процессов, что и определяет важность темы данной статьи.

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Ключевыми элементами процессной модели мониторинга экологического состояния района и являются процессы, которые представляют собой «последовательности работ, которые по определенной технологии

преобразует входы в выходы, представляющие ценность для потребителя» [4].

В работах [4, 5] приведена следующая обобщенная классификация процессов: материальные процессы — сборка физических компонентов; информационные процессы, связанные с созданием, обработкой, управлением, и обеспечением информацией; бизнес-процессы — описание модели оценки с позиций рынка, которые реализуются как информационные процессы и/или материальные процессы.

Все указанные процессы характеризуются следующими основными элементами, отражающими его внешнее представление: название; владелец; исполнители; входы (поставщики); выходы (потребители); ресурсы.

Ключевым элементов внутренней структуры процесса является последовательность работ (процедур) по выполнению процесса — workflow. Такая последовательность работ состоит из совокупности фрагментов процессов, отражающих логические закономерности выполнения операций. Указанные фрагменты строятся на основе шаблонов. Шаблон представляет собой «абстракцию конкретной формы, которая повторяется в неслучайном контексте» [6]. Контекст в данном случае можно интерпретировать, как набор предположений о среде, в которой реализуется бизнес-процесс. Шаблоны позволяют выразить бизнес — требования средствами workflow — моделирования. Шаблоны являются контекстно-ориентированными — т. е. обычно описывают определенный сценарий в конкретном контексте, в котором семантика шаблона является очевидной.

Актуальность проблемы выделения шаблонов в описании процессов экологического контроля связана с тем, что построение процесса на основе шаблонов упрощает построение моделей таких процессов и обеспечивает возможность ее анализа, верификации и реконфигурирования в дальнейшем.

3. Цель и задачи исследования

Каждый процесс экологического мониторинга и контроля включает в себя последовательности процедур, связанных на основе стандартизованных видов взаимодействий. Такие взаимодействия основаны на ряде типовых шаблонов. Тогда структуризацию процесса экологического мониторинга можно выполнить не на основе отдельных процедур, а на основе их групп, связанных с помощью типовых шаблонов. Это облегчает понимание и корректировку процесса мониторинга. При выполнении экологического мониторинга могут возникать отклонения от задокументированного поведения процесса.

Проверку таких отклонений целесообразно вести на основе анализа последовательности действий процесса, уточняя последовательность выполняющихся шаблонов. Все это и определяет цель и задачу исследования.

Основной целью исследования является повышение эффективности контроля экологического состояния районов путем выявления шаблонов алгоритмов элементов бизнес-процессов.

Задачей исследования является усовершенствование метода задания и уточнения шаблонов процессов мониторинга с учетом перечня событий, отражающих временную последовательность реализации таких процессов.

4. Шаблоны структурных элементов бизнес-процесса

Граф реализации процесса экологического мониторинга G включает в себя набор состояний процесса S и набор R последовательных отношений между этими состояниями:

$$G = (S, R), R \subseteq S \times S. \quad (1)$$

Реализация данного процесса характеризует последовательность наступления событий во времени в соответствии с его документированным описанием, а также принятыми при выполнении процесса решениями о его изменении. Тогда путь Π реализации процесса на основе множества отношений R представляет собой последовательность состояний $\Pi = (s_1, \dots, s_k, s_{k+1}, \dots, s_K)$, для каждой пары состояний (s_k, s_{k+1}) которого выполняется условие:

$$\forall k = \overline{1, K} (s_k, s_{k+1}) \in R, k = \overline{1, K}. \quad (2)$$

Иными словами, набор отношений определяет путь — последовательность состояний процесса, причем для всех состояний данной последовательности всегда выполняется отношение из множества R .

Анализ пути реализации процесса позволяет выявить такие его состояния, для которых нарушены ограничения на процесс, основывающиеся на следующих факторах:

- допустимые временные параметры процесса,
- допустимые состояния процесса,
- последовательность достижения искомого состояния процесса.

Таким образом, процессы экологического мониторинга могут быть описаны в виде набора состояний и множества путей, представленных в виде последовательности состояний. Так, реализация i -го бизнес-процесса описывается путем Π_i :

$$\Pi_i = (s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{ij}, \dots), \quad (3)$$

где s_{ij} — i -е состояние j -го бизнес-процесса.

При этом важно учесть, что истинность логической модели такого процесса определяется на пути его реализации, а не на отдельных состояниях. Истинность логической модели λ на пути реализации i -го процесса означает, что модель λ может выполняться, начиная с состояния s_{i1} . Во время ее выполнения текущее состояние бизнес-процесса будет изменяться в последовательности (3), вплоть до завершения i -процесса.

Такой логический подход позволяет описать различные варианты взаимодействия потоков работ. Например, базовые шаблоны, выделенные группой стандартизации «The Workflow Management Coalition» — последовательность, параллельное разделение, синхронизация, эксклюзивный выбор и слияние потоков работ реализуются с помощью операторов последовательного соединения и логических операторов.

Следовательно, анализ последовательности событий, отражающей путь Π_i процесса экологического мониторинга, позволяет проверить соответствие шаблонов взаимодействия потоков работ в модели и реальном процессе. По результатам проверки выполняется корректировка модели процесса.

Шаблоны позволяют реализовать требования к процессу мониторинга средствами workflow – моделирования. Шаблоны являются контекстно-ориентированными, поскольку обычно описывают определенный сценарий в конкретном контексте, в котором семантика шаблона является очевидной.

Построение модели процесса на основе шаблонов обеспечивает возможность синтеза их исполняемой модели с возможностями анализа, верификации и реконфигурирования.

Шаблоны БП основываются на шаблонах конструирования, каталогизированных в области объектно-ориентированного программирования, а также на элементарных шаблонах, выделенных группой стандартизации «The Workflow Management Coalition». Шаблоны БП подразделяются на следующие группы: базовые; усовершенствованные шаблоны ветвления и синхронизации; структурные шаблоны; шаблоны с множеством экземпляров; шаблоны состояния; шаблоны отмены действий.

Базовые шаблоны определяют основные варианты ветвления бизнес-процессов. Последовательность – определяет безусловный переход от одной процедуры процесса к другой.

Параллельное разбиение (AND-разбиение) – определяет разбиение единого потока управления на множество параллельных потоков. Каждый параллельный поток реализуется в виде одной или нескольких последовательно выполняющихся процедур бизнес-процесса.

Синхронизация (AND-объединение) – определяет синхронизируемое слияние множества параллельных процессов (последовательностей процедур) в один поток управления, причем предполагается, что каждая входная ветвь синхронизатора выполняется только один раз. Синхронизация выражается с помощью комбинации конъюнкции и последовательного выполнения.

Эксклюзивный выбор (XOR-разделение) – определяет выбор, в зависимости от управляющих данных, одной из нескольких ветвей реализации процесса.

Простое слияние (OR-объединение) – определяет схождение нескольких альтернативных ветвей без синхронизации при условии, что ни одна из процедур, принадлежащих альтернативным ветвям, не выполнялась параллельно. Слияние выражается с помощью комбинации дизъюнкции и последовательного выполнения.

Полученные модели шаблонов дополняют логическое описание бизнес-процессов и обеспечивают построение модели процесса контроля экологической ситуации с изменяемой структурой, пригодной для дальнейшего реконфигурирования.

На основе приведенного описания шаблонов, а также выражений (1) и (3) можно сделать вывод о том, что шаблон элементов процесса экологического контроля может определяться двояко. Такая двойственность связана с необходимостью построения двух типов моделей процессов: исходной (as is) и целевой (as to be). Описание исходной модели требуется для того, чтобы формализовать существующие процессы и идентифицировать возможные недостатки в этих процессах. Невозможность построения формального описания модели «as is» указывает на наличие противоречий и неоптимальности в существующих процессах, например дублирование данных, противоречивость действий процессов, несоответствие между процессами и организационной структурой.

Целевая модель «as to be» описывает деятельность организации после реализации процессного подхода к управлению и предусматривает реализацию бизнес-функций. Использование целевой модели позволяет итеративно оптимизировать структуру системы взаимосвязанных процессов, в частности процессов мониторинга экологической ситуации.

Поэтому, с одной стороны, шаблоны задаются при построении модели процесса «As is», что позволяет проверить реализуемость требуемых функций контроля экологического состояния.

С другой стороны, необходимо уточнить шаблоны при построении целевой модели процессов экологического мониторинга. Для такого уточнения целесообразно использовать методологию process mining. Методология process mining (интеллектуального анализа процессов [7]) заключается в построении модели бизнес-процесса на основе обработки журнала событий. Данный журнал событий отражает наборы событий, связанных с последовательностью реализации одного или нескольких взаимосвязанных бизнес-процессов. Иными словами, журнал событий содержит внешние проявления таких процессов. При этом каждая последовательность событий в журнале отражает последовательность выполнения процедур того или иного бизнес-процесса. Особенность журнала состоит в том, что каждое событие имеет метку времени, а также связано с обрабатываемым объектом и исполнителем, который выполняет обработку (например, анализ и контроль экологической ситуации).

Поэтому для отбора нужной для анализа последовательности событий из журнала целесообразно использовать фильтры: интервал времени, на котором выполнялись шаблонные действия; исполнители, которые выполняли действия по шаблону; объекты, к которым применялись действия согласно шаблону.

Рассмотренные особенности построения шаблонов для исходной и целевой моделей процесса позволяют предложить метод выделения и проверки шаблонов. Такой метод содержит следующие этапы:

- 1) формирование и пополнение формализованной библиотеки типовых шаблонов;
- 2) реализация логики выполнения процесса на основе типовых шаблонов взаимодействия процедур;
- 3) формирование журнала регистрации событий для полученной на основе шаблонов модели процесса;
- 4) проверка выполнения шаблонов взаимодействия процедур:
 - выделение ключевых признаков анализируемого шаблона (временной интервал, объект, исполнитель);
 - отбор данных из журнала регистрации событий на основе фильтров по выделенным ключевым признакам;
 - использование методов и инструментальных средств process mining для построения на основе отобранного списка событий фрагмента процесса, содержащего шаблон;
 - проверка соответствия шаблона в описании процесса и шаблона, полученного в результате анализа списка событий.
- 5) уточнение целевой модели процесса на основе результатов сравнения шаблонов.

Отметим, что вопросы формирования библиотеки шаблонов детально рассмотрены в работе [6].

5. Практическая значимость работы

Практическая значимость предложенного метода заключается в возможности непрерывного совершенствования целевой модели процесса экологического мониторинга путем выделения структурных шаблонов модели на основе анализа последовательности событий, отражающих выполнение процесса. Такое постоянное совершенствование будет способствовать сокращению расходов на получение информации, сокращению времени на ее обработку и повышению качества данных.

6. Выводы

Предложен метод выделения и проверки шаблонов процессов, который применим при построении моделей бизнес-процессов и процессов экологического мониторинга. В соответствии с предлагаемым методом, выполняется проверка применяемых структурных шаблонов процесса на основе анализа последовательности событий, происходящих при его выполнении. Такой анализ выполняется методами process mining. По результатам анализа при необходимости выполняется корректировка структурных шаблонов модели процесса.

Литература

1. Афанасьев, Ю. А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды [Текст] / Ю. А. Афанасьев, С. А. Фомин и др. — М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. — 208 с.
2. Питулько, В. М. Экологическая экспертиза [Текст] / В. М. Питулько. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 480 с.
3. Хоружая, Т. А. Методы оценки экологической опасности [Текст] / Т. А. Хоружая. — М.: Эксперт бюро, 1998. — 224 с.
4. Репин, В. В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов [Текст] / В. В. Репин, В. Г. Елиферов. — М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. — 408 с.
5. Medina-Mora, R. Action workflow as the enterprise integration technology [Text] / R. Medina-Mora, T. Winograd, R. Flores // Bulletin of the Technical Committee on Data Engineering, IEEE Computer Society, 16(2), June 1993.
6. Kiepuszewski, B. Expressiveness and Suitability of Languages for Control Flow Modelling in Workflows (submitted) [Text] / B. Kiepuszewski // PhD thesis, Queensland University of Technology, Brisbane, Australia, 2002.
7. Van der Aalst, W. Workflow Mining: Discovering Process Models from Event Logs [Text] / W. Van der Aalst, A. Weijters, L. Maruster // IEEE Trans. Knowl. Data Eng., 16(9). — 2004. — Pp. 1128–1142.
8. Van der Aalst, W. Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes [Text] / Wil M. P. van der Aalst // Springer Publishing Company, Incorporated, 2011. — 368 p. — ISBN 3642193447.
9. Барсегян, А. А. Анализ данных и процессов [Текст] / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, И. И. Холод, М. Д. Тесс, С. И. Елизаров. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 512 с.
10. Han, J. Data mining: Concepts and Techniques [Text] / J. Han. — Morgan Kaufmann Publishers. — 2001. — 295 с.

ВИЗНАЧЕННЯ ШАБЛОНІВ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОЦЕСІВ ЕКОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ

Запропоновано метод виділення і перевірки шаблонів процесів, який застосований при побудові моделей бізнес-процесів і процесів екологічного контролю. Відповідно до запропонованого методу, виконується перевірка і коригування вживаних структурних шаблонів процесу на основі аналізу послідовності подій, що відбуваються при його виконанні.

Ключові слова: процеси екологічного контролю, шаблони, інтелектуальний аналіз процесів.

Чалый Сергей Федорович, доктор технических наук, профессор, кафедра информационных управляющих систем, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина.

Аль Шейх Али Джамиль, аспирант, кафедра информационных управляющих систем, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина.

Ратай Станислав Константинович, кафедра информационных управляющих систем, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина, e-mail: stasratay@mail.ru.

Чалый Сергій Федорович, доктор технічних наук, професор, кафедра інформаційних управляючих систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Аль Шейх Алі Джаміль, аспірант, кафедра інформаційних управляючих систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Ратай Станіслав Констанінович, кафедра інформаційних управляючих систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Chalyi Sergii, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine.

Al Sheyh Ali Djamil, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine.

Ratay Stanislav, Kharkov National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: stasratay@mail.ru