

УДК 004.9

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНСТРУМЕНТОВ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ PROCESS MINING

© 2023 К.М. Демушкина, А.В. Кузьмин

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

Статья поступила в редакцию 16.06.2023

Современные реалии диктуют требования эффективной оптимизации производств. Модернизация ведения бизнеса, экономики, производства, организации здравоохранения и медицины в целом являются актуальной задачей современности. Одной из технологий эффективного анализа процессов является process mining. Технология process mining позволяет извлекать знания из журнала событий, формируя на их основе модель процесса. Подобные инструменты позволяют выявлять неэффективные структуры управления и бизнес-процессы, неисправности в программном обеспечении, некомпетентности сотрудников, решая множество проблем организации эффективного управления в различных отраслях. На сегодняшний день существует множество программных средств реализующих методы анализа процессов: Disco, Apromore, ProM, Celonis Process Mining, UiPath Process Mining и др. Выбор программного обеспечения для определенных задач является процессом сложным, впоследствии влияющим на реализацию проекта в целом. Поэтому крайне важно комплексно проанализировать все возможности и ограничения существующих инструментов process mining. Выбраны следующие критерии: стоимость фреймворка; доступность исходного кода; язык программирования; возможность построения дерева решений на основе процесса; техническая поддержка; техническая документация; развитое сообщество разработчиков; возможность создания и добавления плагинов; опыт работы с фреймворком. В качестве целевой области применения было выбрано здравоохранение. Согласно результатам проведенного анализа был сделан вывод об эффективности применения фреймворка ProM для решений задач в области здравоохранения.

Ключевые слова: Анализ процессов, process mining, ProM, Disco, Apromore .

DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-4-114-120

EDN: QUNFUT

ВВЕДЕНИЕ

Технология process mining одна из стремительно развивающихся технологий в сфере анализа бизнес-процессов[1]. На сегодняшний день уже есть опыт использования программного обеспечения, реализующий технологию *process mining* в бизнесе, этим ограничиваются исследования в области анализа процессов в организационных структурах. Существует ряд актуальных задач, связанных с возможностью применения данной технологии в других сферах, например, в здравоохранении. Медицина в настоящее время в связи с глобальной пандемией претерпевает множественные изменения, как в самой организационной структуре, так и в подходах к анализу данных. Поэтому анализ возможностей инструментов реализации технологии *process mining* для задач в области здра-

воохранения является актуальной и ранее мало исследованной задачей.

Инструменты анализа процессов позволяют на основе журналов событий построить модель процесса для решения множества бизнес задач. Применение подобной технологии в бизнес-процессе дают возможность руководству сопоставить реально происходящие процессы с планируемыми, увидеть, как задействован каждый участник процесса, определить эффективность работы сотрудников, выявить простои и перегрузку. Главный принцип анализа процесса строится на извлечении знаний и построении моделей процесса на основе журнала событий. Основная сфера использования подобной технологии – это бизнес. Конечно, технологии анализа процессов применяются не только в бизнесе, но и других сферах [2-5].

Многие современные IT-компании планируют внедрение инструментов анализа процесса [5]. Разработчики в области *process mining* полагают, что подобный подход к анализу управления процессами позволит устранить недостатки традиционных методов анализа процессов для поддержки принятия управленческих решений. На сегодняш-

Демушкина Ксения Михайловна, аспирант.

E-mail: riabova.kseniya@yandex.ru

Кузьмин Андрей Викторович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой информационно-вычислительных систем. E-mail: a.v.kuzmin@pnzgu.ru

ний день уже можно говорить о результатах подобного внедрения [7], что позволяет определить условия эффективного использования подобных инструментов. Стоит отметить, что внедрение методов анализа процесса должно быть в двух случаях: когда существует большой массив повторяющихся данных по операциям или, когда, существуют сложные индивидуальные процессы, затрагивающие работу множества подразделений. Также инструменты анализа процесса можно использовать не только для построения модели процесса управления, но и для выявления неисправностей в наукоемком оборудовании [8]. Использование методов *process mining* дает возможность отследить неисправность процесса, опираясь лишь на журнал событий операционной системы. Существуют работы, которые направлены на внедрение технологии в сферу здравоохранения, конкретно в кардиологии [9].

Популярность технологии *process mining* в бизнесе объясняет множество исследований по эффективности определенных фреймворков, реализующих методы *process mining*. И если решения стандартных задач, относящихся к сфере бизнеса и организационного управления, нет необходимости в анализе специфических возможностей существующих систем анализа процессов, то для других отраслей, в которых анализ процессов пока не получил широкого применения, это актуально. В частности, анализ возможностей фреймворков, реализующих методы *process mining* для целей здравоохранения и медицины является актуальной и мало исследованной задачей. Таким образом, цель исследования - анализ возможностей инструментов реализации технологии *process mining* для прикладных задач на примере здравоохранения.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

На сегодняшний день существует множество фреймворков, реализующих методы *process mining*. Для анализа возьмем как зарубежные разработки, так и отечественные. Среди зарубежных, рассмотрим следующие фреймворки: *Disco*, *Apromore*, *ProM*, *Celonis Process Mining*, *UiPath Process Mining* [10-13]. Отечественное ПО будет представлено программой Инфомаксимум – это система активной бизнес-аналитики для крупных компаний. Система обладает двумя основными группами возможностей: процессорной аналитикой и активной аналитикой. Рассмотрим зарубежные фреймворки подробнее.

Disco основана на проверенных научных исследованиях и использовалась в различных отраслях с такими вариантами использования, как анализ поездок клиентов, аудит, улучшение процессов и оптимизация. Инструмент позволяет легко и гибко обнаруживать процессы

благодаря своим возможностям визуализации и фильтрации.

Apromore – это многолетняя компания с большим опытом реализации технологии *process mining*. *Apromore* предлагает надежные возможности обнаружения процессов, сравнения процессов, проверки соответствия и среду разработки для управления моделями процессов BPMN. Также доступен прогнозирующий мониторинг процессов, который опытные пользователи могут настроить с помощью сложных настроек. *Apromore* находит применение в государственном секторе, банковском деле, страховании, телекоммуникациях и многих других.

ProM – это расширяемая платформа, которая поддерживает широкий спектр методов интеллектуального анализа процессов в виде подключаемых модулей. Она не зависит от платформы, поскольку реализована на *Java*, и может быть загружена бесплатно.

Одной из ключевых сильных сторон *Celonis* является комплексный подход к совершенствованию процессов, который включает в себя рабочую среду машинного обучения на базе *Python* для прогнозирования результатов, механизм действий на базе искусственного интеллекта для интеллектуальных рекомендаций по процессам и автоматизацию процессов для автоматизации рабочих процессов. Также существуют удобные для пользователя возможности обнаружения процессов, аналитики и проверки соответствия, платформа предлагает специализированный центр трансформации для мониторинга ключевых показателей эффективности.

UiPath Process Mining, ранее известная как *ProcessGold*, предлагает настраиваемую платформу для интеллектуального анализа процессов с запатентованным алгоритмом TRACY для быстрого отображения графиков процессов. Еще одной изюминкой является интегрированная платформа ETL с выделенной функцией анонимизации данных.

Возможности перечисленных систем необходимо проанализировать с использованием набора критериев, обеспечивающих сравнимость результатов. Для этого был разработан ряд критериев, имеющих значение при выборе фреймворка с технологией *process mining*:

– Стоимость фреймворка. Конечно, при наличии возможностей можно приобрести лучший инструмент анализа процессов со всеми возможностями на сегодняшний день методами. Однако, процессы, которые будут поддаваться анализу, не имеют огромного набора данных в журнале событий, процессы чаще всего повторяются, а появление новых – является отклонением. Поэтому нет необходимости в максимально широком на сегодняшний день пакете инструментов, достаточно минимального набора.

– Доступность исходного кода. Существуют задачи, связанные, например, с анализом процессов, происходящих в биологических объектах, для которых по умолчанию не подходят инструменты анализа бизнес-процессов. Для таких нестандартных задач зачастую необходимы уникальные инструменты. Создание таких инструментов требует доступа к исходному коду, возможности его модификации и дополнения.

– Язык программирования, который используется для написания авторских программных модулей, необходимых для решения специфических задач. Использование мало распространенных, узкоспециализированных, неэффективных языков программирования затруднит создание инструментов для решения специфических задач.

– Возможность построения деревьев решений на основе процесса, что особенно важно для решения медицинских задач, таких, например, как процесс диагностики. Практикующие врачи в своей практике опираются на клинические рекомендации. Наличие деревьев решений в данном случае позволит соотносить клинические рекомендации с результатами автоматизированной диагностики на основе анализа процессов и тем самым повысить уровень доверия и приверженность пользователей к применению новых методов анализа.

– Наличие технической поддержки способствует ускорению процесса внедрения технологии *process mining* в здравоохранение, поэтому этот критерий для поставленной цели остается актуальным.

– Наличие документации. Это важнейшее условие успешного старта нового проекта, поскольку функционал у каждого фреймворка достаточно объемный и интуитивно разобраться во всех особенностях бывает сложно, что вызывает увеличение сроков разработки и снижение качества результатов.

– Наличие сообщества разработчиков. Действующие форумы в русскоязычном и англоязычном сегменте Интернет.

– Возможность создания авторских плагинов. Очевидно, что иногда в стандартном наборе пакетов отсутствует необходимый для задачи модуль или метод. Отсюда возникает потребность в разработке авторского плагина, а главное возможности его встроить в конечное приложение.

– Имеющийся опыт использования фреймворков для анализа процессов. Важно понимать, что чем больше накопленный по работе с фреймворком опыт, тем гибче функционал. Существующие наработки образуют в некотором смысле большую базу знаний по возможности использования фреймворка в конкретных задачах.

Таким образом, выделим 9 критериев для оценки фреймворков с целью дальнейшего использования в здравоохранении: стоимость ПО; наличие открытого исходного кода; язык программирования; техническая поддержка; техническая документация; метод построения дерева решений. Баллы в соответствии с каждым критерием выставляются на основе экспертной оценки после анализа данных, находящихся в свободном доступе. Оценка производится по дискретной целочисленной шкале от 0 до 5, где 0 – отсутствие документации или технической поддержки, а 5 – наличие в отличном качестве, оценка 3 ставилась в случае, когда критерий выполняется, но не качественно или объективно хуже конкурентов. В критерии Язык программирования оценка 5 ставится, в случае если есть поддержка *Java*, 0 если поддерживается любой другой язык отличный от *Java*.

Значимость критериев не одинакова, поэтому введены весовые коэффициенты w . Наибольшее значение имеет критерий возможности создания авторских плагинов (АП) – 0,3, поскольку реализовать задачи здравоохранения стандартными решениями практически невозможно. Затем наибольшую значимость имеет открытый исходный код (ИК) – 0,27. Выполнения этого параметра важно, потому что позволяет переопределять стандартные пакеты фреймворка. Далее критерии идут в порядке уменьшения значимости: язык программирования (ЯП) – 0,15, стоимость ПО (СтПО) 0,10, опыт использования (ОИ) – 0,07, метод построения дерева решений (ДР) 0,05, техническая документация (ТД) 0,03, техническая поддержка (ТП) 0,02, сообщество разработчиков (СР) – 0,01.

Таким образом, итоговая оценка каждого фреймворка Y осуществляется по формуле 1

$$Y = 0.3 * \text{АП} + 0,27 * \text{ИК} + 0,15 * \text{ЯП} + 0,10 * \text{СтПО} + 0,07 * \text{ОИ} + 0,05 * \text{ДР} + 0,03 * \text{ТД} + 0,02 * \text{ТП} + 0,01 * \text{СР}. \quad (1)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Существующие компании по разработке ПО с технологией *process mining* ориентируются исключительно на бизнес-процессы. Важно понимать, что для здравоохранения не столь важна возможность интеграции с облачными сервисами, большое количество фильтров для данных, создание воронки продаж и другие бизнес-инструменты. Главная задача фреймворка извлекать процессы и иметь возможность построения дерева решения. Результаты анализа возможностей фреймворков приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительные характеристики фреймворков анализа процессов

Название фреймворка	АП (0,3)	ИК (0,27)	ЯП (0,15)	СтПО (0,10)	ОИ (0,07)	ДР (0,05)	ТД (0,03)	ТП (0,02)	СР (0,01)	Итого
Disco	0	0	0(Ruby, python, javascript)	3	5	0	5	3	0	0,86
Aprimore	5	5	(Java, javascript)5	3	5	0	5	3	0	4,46
ProM	5	5	(java) 5	5	5	5	3	5	5	4,94
Celonis	0	0	(Java, python) 5	3	5	0	5	5	5	1,7
UiPath	0	0	(Python, java) 5	0	0	0	5	5	5	1,05
Инфомаксимум	0	0	(Java) 5	0	0	0	5	0	0	0,9

Дополнительно к результатам, приведенным в таблице 1 необходимо привести некоторые комментарии, поясняющие полученные результаты.

Фреймворк *Disco* имеет бесплатную демо-версию с ограниченным набором возможностей. Разработчики на официальном сайте не упоминают о возможности создания дерева решений, что автоматически делает этот фреймворк не приемлемым для решения поставленных задач в области здравоохранения. Техническая поддержка доступна только в формате блога [14], возможно при покупке коммерческой версии появляется доступ к более широкому набору возможностей. В отличие от других фреймворков *Disco* имеет возможность разработки на *Ruby*, что несомненно является плюсом. Данный фреймворк можно было бы рассмотреть в качестве основного, но отсутствие открытого исходного кода исключает возможность доработки методов под задачи медицины.

Aprimore также как и *Disco* имеет бесплатную демо-версию с неполным набором функциональных возможностей, поддержку *java* и *javascript*. Форум доступен только после регистрации [15], поэтому оценить его возможности и качество не представляется возможным. У разработчиков хорошая документальная база [16] и возможность скачать исходные коды, так как часть ПО предоставляется с открытым исходным кодом. Также как и у других фреймворков отсутствует метод принятия решений.

Следующая группа фреймворков *Celonis* и *UiPath*. В случае с *Celonis* разработчики предоставляют бесплатную демо-версию, с поддержкой *Java* и *Python*. Стоит отметить, что администрация *Celonis* разработала целую академию с различными уроками, блогами и форумами [17-18]. Поэтому в оценки докумен-

тации и поддержки данный фреймворк получил высший балл.

UiPath фреймворк, не разглашающий исходный код, разработан на *Java* и *Python*. Также как и *Celonis* обладает прекрасной документацией и тех. поддержкой [19-20]. С 2020 года находится в сотрудничестве с российской компанией *Integro Technologies*. Главный минус этих фреймворков заключается в отсутствии метода построения дерева решений.

Отечественное программное обеспечение *Инфомаксимум* имеет самый низкий рейтинг по результатам анализа поскольку: не имеет доступного исходного кода, отсутствует форум для разработчиков, по всей видимости, техническая поддержка предоставляется только при покупке ПО, соответственно метода построения решений нет.

В результате сравнительной оценки возможностей фреймворков можно сделать вывод, что из всех рассматриваемых фреймворков наиболее подходящий для анализа процессов, связанных с медициной и здравоохранением – это *ProM*. Основное его преимущество по сравнению с аналогами заключается в свободном распространении и возможности построения деревьев решений встроенными средствами. Так же существенным преимуществом является возможность дополнения стандартных модулей своими собственными. За счет открытых исходных кодов и технической поддержки, реализацию собственных программных модулей можно осуществлять самостоятельно, используя встроенные методы *ProM* [21].

В качестве ограничения исследования важно отметить, что экспертная оценка параметров является субъективной, зависимой от правильности выбора шкал и критериев, а также от состава и квалификации группы экспертов. Другим важным ограничением является использование только свободно до-

ступной информации. В тех случаях, когда необходимая документация или какие-то дополнительные возможности доступны только после регистрации или покупки полной версии продукта, они не принимались в расчет. Более того, в современной литературе отсутствует опыт использования различных фреймворков анализа процессов в контексте именно медицины, а не анализа организационных и управленческих процессов в сфере здравоохранения или отдельных медицинских учреждений. Здесь имеется в виду именно отсутствие данных об использовании систем именно для анализ диагностической информации о функционировании биологического объекта, что осложняет оценку программного обеспечения. Таким образом, настоящая работа - одна из первых русскоязычных работ, где приводится системный анализ существующих инструментов с технологией *process mining* для решения прикладных задач в области медицины.

Опыт использования фреймворка *ProM* как инструмента для анализа медицинских показателей уже существует в российском сегменте [7]. В рамках данной работы фреймворк успешно апробирован для анализа цифровых электрокардиографических данных.

Таким образом, проанализировав возможности инструментов программного обеспечения на основе технологии *process mining* для целей здравоохранения и исследования процессов, протекающих в организме человека, рекомендовано использовать фреймворк *ProM*. Фреймворк *ProM* позволит решать широкий круг задач здравоохранения. Среди них традиционные задачи, относящиеся к организационному управлению, и новые, для решения которых технология *Process mining* до сих пор практически не применялась:

- формирование журнала событий и анализ процессов функционирования отдельного медицинского учреждения или его структурных подразделений, сети медицинских учреждений или отдельных служб с целью оптимизации организационной структуры;

- формирование журнала событий, на основе мониторинга биомедицинских параметров отдельного пациента, с целью анализа построения модели процессов, отражающих динамику изменения состояния пациента, построений алгоритмов постановки диагноза на основе журнала событий организма. Это дает возможность сравнивать процессы между собой, выявлять различные закономерности, моделировать варианты развития рассматриваемого случая, делать прогнозы и осуществлять поддержку принятия решений при диагностике.

ВЫВОД И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуальность применения технологии анализа процессов подтверждается повсеместным внедрением ее инструментов в различные области деятельности. Отсюда возникает потребность в удобном и доступном инструменте для работы с методами *process mining*. Представленные в статье фреймворки отвечают всем современным требованиям, предъявляемым к ПО подобного вида.

В анализе участвовало 6 фреймворков зарубежных и отечественных разработчиков. Оценка производилась по 9 критериям в порядке уменьшения значимости: возможность создания авторских плагинов, наличие открытого исходный код, язык программирования, стоимость ПО, опыт использования фреймворка, метод построения дерева решений, техническая документация, техническая поддержка, наличие сообщество разработчиков.

По результатам анализа самым неэффективным фреймворком для задач здравоохранения оказался фреймворк *Disco*. Отсутствие возможности создания авторских плагинов и открытого исходного кода сделали его не самым эффективной платформой наряду с *Celonis*, *UiPath* и *Инфомаксимум*, поскольку для задач здравоохранения возможность создания авторских плагинов имеет существенное значение.

По результатам оценки одними из самых эффективных фреймворков стали: *ProM* и *Apromore*. Единственный недостаток *Apromore* – это наличие бета-версии, в полном объеме все функции будут доступны в коммерческой версии. Так же существенный минус этого фреймворка – неэффективная техническая поддержка. Предполагается, что расширенные услуги поддержки будут доступны в коммерческой версии фреймворка.

Однако для задач в области медицины и здравоохранения наиболее рационально использовать фреймворк *ProM*. Фреймворк *ProM* – это платформа с открытым исходным кодом на языке программирования *Java*. Фреймворк позволяет создавать собственные модули и загружать их в открытый репозиторий, что делает платформу мобильной и гибкой. Основное преимущество *ProM* перед аналогами заключается в наличии встроенного метода построения дерева решений на основе журнала событий. Это позволяет отследить точку принятия решения и ресурсы на основании которых принималось решение.

Возможность создания авторского плагина позволяет реализовывать различные методы, которые эффективны в анализе медицинских показателей. Тем самым открывая широкие возможности для использования *ProM* в контексте медицины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Van der Aalst W et al* (2012). Process Mining Manifesto. In: Daniel F, Barkaoui K, Dustdar S (eds) Business Process Management Workshops. BPM 2011 Lecture Notes in Business Information Processing, vol 99 Springer, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-28108-2_19.
2. *Gurgen Erdogan, Tugba & Kolukisa, Ayca.* (2018). Systematic Mapping of Process Mining Studies in Healthcare. IEEE Access 6:1-1. doi:10.1109/ACCESS.2018.2831244.
3. *Dijkman R, Gao J, Syamsiyah A* (2020) Enabling efficient process mining on large data sets: realizing an in-database process mining operator. *Distrib Parallel Databases* 38: 227–253. doi:10.1007/s10619-019-07270-1.
4. *Dijkman R, Gao J, Syamsiyah A* (2020) Enabling efficient process mining on large data sets: realizing an in-database process mining operator. *Distrib Parallel Databases* 38: 227–253. doi:10.1007/s10619-019-07270-1.
5. *Li J, Wang HJ, Zhang Z* (2010) A policy-based process mining framework: mining business policy texts for discovering process models. *Inf Syst E-Bus Manage* 8: 169–188. doi: 10.1007/s10257-009-0112-x.
6. *Закурдаева, Ж.Е.* Process mining: принципы, характеристика и потенциал внедрения / Ж. Е. Закурдаева, М. В. Бикеева // Социально-экономическое управление: теория и практика. – 2021. – № 3(46). – С. 34-40
7. *Абдулаев, И.* Повышение операционной эффективности организации с применением инструментов и методов Process Mining / И. Абдулаев // Стратегии бизнеса. – 2019. – № 4(60). – С. 3-10.
8. *Хасанова, А.М.* Применение технологии Process mining для выявления аномальных ситуаций в работе наукоемкого оборудования / А. М. Хасанова, М. Е. Дунаев // International Journal of Open Informations Technologies. – 2021. – Т. 9, № 8. – С. 9-15.
9. *Демушкина, К.М.* Исследование возможности построения дерева принятия решения при постановке диагноза с использованием ProM / К.М. Демушкина // Студент-Наука : Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 05–06 декабря 2022 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2022. – С. 106-108.
10. Официальный сайт программного обеспечения Disco: [Электронный ресурс]. – URL: <https://fluxicon.com> (дата обращения: 22.05.2023).
11. Официальный сайт программного обеспечения Apromore: [Электронный ресурс]. – URL: <https://forum.apromore.org> (дата обращения: 22.05.2023).
12. Официальный сайт программного обеспечения Celonis: [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.celopers.com> (дата обращения: 22.05.2023).
13. Официальный сайт программного обеспечения UiPath: [Электронный ресурс]. – URL: <https://uipath.com> (Дата обращения: 22.05.2023).
14. Официальный блог программного обеспечения Disco: [Электронный ресурс]. – URL: <https://fluxicon.com/blog/> (дата обращения: 22.05.2023).
15. Официальный форум программного обеспечения Apromore: [Электронный ресурс]. – URL: <https://forum.apromore.org/login> (дата обращения: 22.05.2023).
16. Официальная документация программного обеспечения Apromore: [Электронный ресурс]. – URL: <https://forum.apromore.org/login> (дата обращения: 22.05.2023).
17. Официальный форум обеспечения Celonis: [Электронный ресурс]. – URL: https://www.celopers.com/s/?language=en_US (дата обращения: 22.05.2023).
18. Официальная документация программного обеспечения Celonis: [Электронный ресурс]. – URL: <https://academy.celonis.com/catalog> (дата обращения: 22.05.2023).
19. Официальная техническая поддержка обеспечения UiPath: [Электронный ресурс]. – URL: <https://forum.uipath.com/> (дата обращения: 22.05.2023).
20. Официальная документация программного обеспечения UiPath: [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.uipath.com/> (дата обращения: 22.05.2023).
21. Официальный сайт ProM Tools: [Электронный ресурс]. – URL: <https://promtools.org/doku/prom611.html> (дата обращения: 22.05.2023).

ANALYSIS OF THE CAPABILITIES OF TOOLS FOR IMPLEMENTING PROCESS MINING TECHNOLOGY

© 2023 K.M. Demushkina, A.V. Kuzmin

Penza State University, Penza, Russia

Modern realities dictate the requirements for effective optimization of production. Modernization of business, economics, production, healthcare and medicine in general is an urgent task of our time. One of the technologies for effective process analysis is process mining. Process mining technology allows you to extract knowledge from an event log, forming a process model based on it. Such tools make it possible to identify ineffective management structures and business processes, malfunctions in software, and incompetence of employees, solving many problems of organizing effective management in various industries. Today there are many software tools that implement process analysis methods: Disco, Apromore, ProM. Celonis Process Mining, UiPath Process Mining, etc. Selecting software for certain tasks is a complex process, which subsequently affects the implementation of the project as a whole. Therefore, it is extremely important to comprehensively analyze all the capabilities and limitations of existing process mining tools. The following criteria were selected: cost of the framework; availability of source code; programming language; the ability to build a decision tree based on the process; technical support; technical documentation; developed community of developers; the ability to create and add plugins; experience with the framework. Healthcare was chosen as the target application area. According to the results of the analysis, it was concluded that the use of the ProM framework is effective for solving problems in the field of healthcare.

Keywords: Process analysis, process mining, ProM, Disco, Apromore.

DOI: 10.37313/1990-5378-2023-25-4-114-120

EDN: QUNFUT

REFERENCES

1. *Van der Aalst W et al* (2012). Process Mining Manifesto. In: Daniel F, Barkaoui K, Dustdar S (eds) Business Process Management Workshops. BPM 2011 Lecture Notes in Business Information Processing, vol 99 Springer, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-642-28108-2_19.
2. *Gurgen Erdogan, Tugba & Kolukisa, Ayca.* (2018). Systematic Mapping of Process Mining Studies in Healthcare. IEEE Access 6:1-1. doi:10.1109/ACCESS.2018.2831244.
3. *Dijkman R, Gao J, Syamsiyah A* (2020) Enabling efficient process mining on large data sets: realizing an in-database process mining operator. Distrib Parallel Databases 38: 227–253. doi:10.1007/s10619-019-07270-1.
4. *Dijkman R, Gao J, Syamsiyah A* (2020) Enabling efficient process mining on large data sets: realizing an in-database process mining operator. Distrib Parallel Databases 38: 227–253. doi:10.1007/s10619-019-07270-1.
5. *Li J, Wang HJ, Zhang Z* (2010) A policy-based process mining framework: mining business policy texts for discovering process models. Inf Syst E-Bus Manage 8: 169–188. doi: 10.1007/s10257-009-0112-x.
6. *Zakurdaeva, Zh.E.* Process mining: principy, karakteristika i potencial vnedreniya / ZH. E. Zakurdaeva, M. V. Bikeeva // Social'no-ekonomicheskoe upravlenie: teoriya i praktika. – 2021. – № 3(46). – S. 34-40
7. *Abdulaev, I.* Povyshenie operacionnoj effektivnosti organizacii s primeneniem instrumentov i metodov Process Mining / I. Abdulaev // Strategii biznesa. – 2019. – № 4(60). – S. 3-10.
8. *Hasanova, A.M.* Primenenie tekhnologii Process mining dlya vyyavleniya anomal'nyh situacij v rabote naukoemkogo oborudovaniya / A. M. Hasanova, M. E. Dunaev // International Journal of Open Informations Technologies. – 2021. – T. 9, № 8. – S. 9-15.
9. *Demushkina, K.M.* Issledovanie vozmozhnosti postroeniya dereva prinyatiya resheniya pri postanovke diagnoza s ispol'zovaniem ProM / K. M. Demushkina // Student-Nauka: Sbornik trudov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Voronezh, 05–06 dekabrya 2022 goda. – Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2022. – S. 106-108.
10. Oficial'nyj sayt programmogo obespecheniya Disco: [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://fluxicon.com> (data obrashcheniya: 22.05.2023).
11. Oficial'nyj sayt programmogo obespecheniya Apomore: [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://forum.apomore.org> (data obrashcheniya: 22.05.2023).
12. Oficial'nyj sayt programmogo obespecheniya Celonis: [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.celo peers.com> (data obrashcheniya: 22.05.2023).
13. Oficial'nyj sayt programmogo obespecheniya UiPath: [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://uipath.com> (Data obrashcheniya: 22.05.2023).
14. Oficial'nyj blog programmogo obespecheniya Disco: [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://fluxicon.com/blog/> (data obrashcheniya: 22.05.2023).
15. Oficial'nyj forum programmogo obespecheniya Apomore: [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://forum.apomore.org/login> (data obrashcheniya: 22.05.2023).
16. Oficial'naya dokumentaciya programmogo obespecheniya Apomore: [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://forum.apomore.org/login> (data obrashcheniya: 22.05.2023).
17. Oficial'nyj forum obespecheniya Celonis: [Elektronnyj resurs]. – URL: https://www.celo peers.com/s/?language=en_US (data obrashcheniya: 22.05.2023).
18. Oficial'naya dokumentaciya programmogo obespecheniya Celonis: [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://academy.celonis.com/catalog> (data obrashcheniya: 22.05.2023).
19. Oficial'naya tekhnicheskaya podderzhka obespecheniya UiPath: [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://forum.uipath.com/> (data obrashcheniya: 22.05.2023).
20. Oficial'naya dokumentaciya programmogo obespecheniya UiPath: [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://docs.uipath.com/> (data obrashcheniya: 22.05.2023)
21. Oficial'nyj sayt ProM Tools: [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://promtools.org/doku/prom611.html> (data obrashcheniya: 22.05.2023).

Kseniya Demushkina, Graduate Student.

E-mail: riabova.ksenija@yandex.ru

Andrey Kuzmin, Doctor of Technics, Associate Professor, Head of the Department of Information and Computing Systems. E-mail: a.v.kuzmin@pnzgu.ru