

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПОТОКІВ РОБІТ: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ

Андрій Берко¹, Дмитро Полівенок², Тетяна Шестакевич³

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра інформаційних систем та мереж, Львів, Україна

¹ E-mail: andrii.y.berko@lpnu.ua, ORCID: 0000-0001-6756-5661

² E-mail: dmytro.polivenok@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0759-3411

³ E-mail: tetiana.v.shestakevych@lpnu.ua, ORCID: 0000-0002-4898-6927

© Берко А., Полівенок Д., Шестакевич Т., 2023

Потік робіт – це послідовність повторюваних та керованих кроків, спрямованих на виконання певного завдання чи роботи. Актуальність задачі оптимізації таких робіт сприяла розробленню методів та засобів дослідження операцій для оптимізації таких процесів для потреб різних предметних областей. Інформаційними технологіями супроводу потоку робіт є рушії потоку робіт, які уможливають швидшу автоматизацію, забезпечують відповідність нормам та стандартам, формалізацію бізнес-процесів, удосконалення комунікації тощо.

Системи управління потоками робіт поділяють на такі категорії: автоматизація за допомогою роботизації, інтелектуальні інтеграційні платформи, системи інтелектуального керування бізнес-процесами, рушії з відкритим кодом, у хмарі, а також системи опрацювання потоків даних.

Для докладнішого аналізу вибрано такі рушії та сервіси: вбудовані, орієнтовані виключно на хмару та ті, що підтримують обидва сценарії (jBPM, Camunda, Zeebe, Amazon Step Functions). У роботі визначено критерії оцінювання та виконано порівняння таких систем автоматизації потоків робіт для формування подальших рекомендацій щодо їх вибору та застосування. Такими критеріями вибрано активність розробки, стабільність та збереження історії комерційного використання, зберігання версійності, підтримку стандартів, використання таймерів та асинхронного виконання, спрямованість на людину-орієнтованість та виконання завдань у ручному режимі, інтеграцію з іншими рішеннями, моніторинг та логуювання, масштабування, підтримку хмари, можливість розгортання у приватній інфраструктурі, наявність візуального інтерфейсу, зручність локального розроблення та тестування, відкритий код, необхідність доопрацювання для впровадження та вартість. Порівняння переваг та недоліків можна використовувати для прийняття рішення щодо вибору системи автоматизації потоків робіт.

Ключові слова: потік робіт; рушій потоку робіт; автоматизація; хмарні обчислення; BPMN.

1. Вступ. Загальна постановка проблеми

Під потоком робіт (англ. *workflow*) розуміють послідовність повторюваних та керованих кроків, спрямованих на виконання певного завдання чи роботи. Стосовно управління бізнес-процесами потік робіт можна визначити як серію індивідуальних завдань, тоді як бізнес-процес складається з декількох потоків робіт, інформаційних систем, даних, людей і моделей їхньої діяльності. Потік робіт відрізняється простотою і повторюваністю, і, як правило, його візуалізують за допомогою блок-схеми або графу.

Теорії Фредеріка Тейлора та Генрі Ганта [1] є основоположними для потоків робіт. Дослідники прагнули підвищити промислову ефективність, аналізуючи виробничі процеси з метою оптимізації витрат і стандартизації найкращих практик.

Сьогодні поняття потоку робіт також використовують у дослідженні операцій [2], наприклад, методи зі статистики, теорії ігор та штучного інтелекту в поєднанні з наукою про управління для вирішення реальних проблем.

Системи потоків робіт є невіддільною частиною методології управління бізнес-процесами (BPM) як інструменту оптимізації та автоматизації процесів. Деякі приклади використання у різних предметних галузях наведено нижче:

- Охорона **здоров'я**: системи потоків робіт можуть виявляти та опрацьовувати дані про відстеження вірусів та вакцинацію.
- Електронна **комерція**: дають змогу налаштувати та покращити досвід покупок клієнтів і оформлення замовлення [3].
- Центри **обслуговування клієнтів**: сервісні центри можуть спрямовувати взаємодію чат-ботів до підтримки на основі встановлених параметрів для збільшення клієнтського досвіду.

2. Поняття рушія потоку робіт

Рушій потоку робіт (англ. *workflow engine*) – це програмне забезпечення цифрового потоку робіт, яке надає можливість підприємствам створювати та автоматизувати потоки робіт, переважно за допомогою візуальних конструкторів з мінімальним програмуванням [4]. Перехід до автоматизації потоків робіт за допомогою платформ із мінімальним програмуванням (англ. *low-code*) розширює сферу застосування систем керування потоками робіт, даючи організаціям змогу [4] відійти від чітких організаційних структур “зверху – вниз” до симетричніших систем зі спільним доступом до інформації, що прискорює удосконалення процесів. Також активно розробляються рішення, покликані трансформувати екосистему інформаційних мереж та систем, адміністрування якої вважають одним із процесів, який досі не автоматизований. Програмне забезпечення для автоматизації потоків робіт може містити функції, які поліпшують здатність управління та координації. Візуальні потоки робіт вже набули популярності для оркестрації та керування в ІТ-мережах. Отже, до переваг використання рішень для керування потоками робіт можна зарахувати такі фактори:

- швидка автоматизація;
- забезпечення відповідності нормам та стандартам;
- визначення та формалізація бізнес-процесів;
- поліпшені комунікація, співпраця та прийняття рішень всередині організації;
- мінімізація людських помилок;
- спрощена інтеграція зі сторонніми системами.

Компанії також можуть розраховувати на шаблони потоків робіт, які можна використовувати як готові блоки для управління майбутньою автоматизацією. Програмне забезпечення для управління потоками робіт спрощує та оптимізує бізнес-процеси в організації. Це досягається за допомогою координації та взаємодії між різними зацікавленими сторонами або між окремими особами та інформаційними системами. Системи управління потоками робіт дають можливість ефективно призначати завдання для відповідного працівника в потрібний час, надаючи відповідну інформацію і забезпечуючи прискорення виконання роботи в загальному процесі.

Серед основних характеристик систем автоматизації потоків робіт можна виділити такі:

- налаштування потоку робіт та керування ним за допомогою візуальних інструментів та конструкторів;
- використання моделі та нотації бізнес-процесів (англ. *bpmn*);
- наявність можливостей для розширення наявного функціоналу, зручних для розробників;
- аутентифікація та авторизація користувача;
- підтримка роботи протягом тривалого періоду для тривалішого життєвого циклу процесів;
- наявність прикладного програмного інтерфейсу;
- можливість розгортання у хмарі;
- інтеграція зі сторонніми рішеннями.

3. Огляд систем управління потоками робіт

На першому етапі розвитку теоретичних засад інструменти керування бізнес-процесами були основані на спеціалізованому програмному забезпеченні, яке було не тільки дорогим, але й складним у впровадженні та підтримці. Друга фаза інструментів BPM почала впроваджувати стандарти, встановлені OMG як BPMN 1.2 приблизно в 2009 р. Вона поширилась на використання BPMN 2.0 приблизно в 2011 р. разом із сервісом орієнтованої архітектури (SOA), де інструменти BPM було прив'язано до рішень SOA. Деякі приклади включають IBM BPM, Oracle Fusion BPM. Окрім того, на противагу складним SOA рішенням, почали з'являтися “легковагові” продукти, які можна використати як окремі самостійні компоненти. До таких рішень можна зарахувати jBPM, Activity, Camunda.

Наступний етап пов'язаний з розвитком хмарних технологій та безсерверних обчислень [5], хмарні провайдери почали додавати системи керування потоками робіт у межах своєї пропозиції сервісів. Безсерверні обчислення (*serverless computing*) [5] – це модель розроблення та виконання хмарних сервісів, яка дає змогу розробникам створювати та запускати сервіси без налаштування або управління серверами чи серверною інфраструктурою. Усі серверні налаштування, планування обчислювальних ресурсів керуються хмарною платформою. Прикладами таких платформ є AWS Lambda, Microsoft Azure Functions, Google Cloud Functions та IBM OpenWhisk. Прикладами сервісів найпоширеніших хмарних провайдерів є, зокрема, такі: Amazon Simple Workflow Service і його наступник Amazon Step Functions [6], Azure Logic Apps [7] та Google Cloud Workflows [8].

Також системи керування потоками робіт почали використовувати в різних контекстах, урахуваючи бізнес, виробництво, опрацювання даних (напр. *airflow* [9]), машинне навчання (напр. *metaflow* [10]), розроблення програмного забезпечення та багато іншого. Наприклад, потік робіт у бізнес-контексті може передбачати такі завдання, як отримання схвалення від керівника, створення пропозиції, прийняття рішення експертом-людиною або маршрутизація важливої інформації через організацію. З іншого боку, в процесі розгортання програмного забезпечення (DevOps) потік робіт може виконувати автоматизовані завдання, такі як тестування коду, створення артефакту та розгортання рішення на сервері. Прикладом такого продукту для оркестрації інфраструктури є Argo workflows [11]. Залежно від конкретних вимог і контексту, різні типи рушіїв потоків робіт краще підходять для вирішення проблеми (табл. 1).

4. Порівняння систем автоматизації потоків робіт

Як зазначено у попередньому розділі, розрізняють декілька категорій засобів, які надають можливість автоматизувати бізнес-процеси, які подано у вигляді потоків робіт. У порівнянні не розглянуто системи автоматизації за допомогою роботизації [13], інтелектуальні інтеграційні платформи [14], а також системи управління потоками робіт, призначені для специфічних потреб опрацювання потоків даних [17] чи машинного навчання. Окрім того, не проаналізовано системи інтелектуального керування бізнес-процесами [18], оскільки така категорія систем дає можливість досягти автоматизації без програмування, тільки засобами платформи. На практиці це часто призводить до високих витрат на саму платформу, а також на інтеграцію цих засобів у конкретну інфраструктуру, що, своєю чергою, ускладнює процедури підтримки таких рішень та спричиняє повну залежність від вибраної платформи, а це зменшує гнучкість кінцевого рішення.

У статті проаналізовано та оцінено програмні комплекси керування потоками, орієнтовані на вирішення проблем автоматизації процесів, які потребують певного рівня додаткового програмування та налаштування під конкретну предметну область застосування. Цей клас систем є доволі гнучким і дає можливість досягти достатнього рівня автоматизації з порівняно невеликими зусиллями, необхідними для її впровадження. Оскільки складно уявити сучасну автоматизацію без підтримки хмарних рішень, такі сервіси від хмарних провайдерів та сервіси з відкритим кодом також розглянуто в межах дослідження.

Основні категорії продуктів автоматизації бізнес-процесів [12]

Категорія	Опис	Приклади
Системи автоматизації за допомогою роботизації (RPA)	Автоматизація без використання програмного інтерфейсу досягається безпосереднім керуванням інтерфейсом користувача	UiPath
Інтелектуальні інтеграційні платформи як сервіс (IPaaS)	Автоматизація задач за допомогою інтеграції різних застосунків	Zapier, IFTTT, Tray.io, Integromat
Системи інтелектуального керування бізнес-процесами (iBPMS)	Автоматизація бізнес-процесів, орієнтована на бізнес-користувачів та аналітиків	Pega, Appian
Рушії потоків робіт та оркестрації із відкритим кодом	Дають розробникам змогу автоматизувати потоки робіт за допомогою звичного програмного середовища. Останні версії платформ уможливають розгортання у хмарі та мають додаткові функції для прийняття рішень (системи виведення правил, таблиці прийняття рішень тощо)	Camunda та Zeebe, JBoss jBPM та kogito, Flowable
Сервіси потоків робіт та оркестрації у хмарі	Автоматизація у хмарі за допомогою декларативного опису потоку робіт та спрощеної інтеграції із сервісами хмарного провайдера	AWS Step Functions, Google Workflow, Azure Logic Apps
Сервіси потоків робіт та оркестрації	Сервіси автоматизації із відкритим кодом, призначені для вирішення проблем автоматизації у великих технологічних компаніях. Рішення можуть бути розгорнуті у хмарі чи приватній інфраструктурі, незалежно від конкретного хмарного провайдера	Netflix Conductor, Uber Cadence, Temporal
Системи опрацювання потоків даних	Автоматизація потоків даних	Apache Airflow, Spring Cloud Data Flow

Оскільки рушіїв та сервісів автоматизації є декілька десятків, у межах дослідження виконано порівняння для найпоширеніших та типових продуктів, що належать до трьох основних категорій систем, кожна з яких має певні переваги та недоліки:

- 1) вбудовані, які можуть функціонувати самостійно на локальних ресурсах;
- 2) орієнтовані тільки на використання у хмарних середовищах;
- 3) системи, які підтримують обидва сценарії.

Прикладами таких систем для аналізу і порівняння у роботі вибрано:

- jBPM та Camunda – вбудовані BPMN рушії потоків робіт (інші системи такого типу Activity, Flowable із дуже подібними параметрами, відповідно, не взято до уваги);
- Zeebe, яка є еволюцією традиційних BPMN рішень, що підтримує роботу в хмарі (до цього класу також можна зарахувати такий засіб, як Kogito);
- Amazon Step Functions – типовий приклад системи автоматизації потоків робіт у хмарі (подібне призначення у Google Cloud Workflows та Azure Logic Apps), відповідно цей продукт відображає певну категорію рішень, які повністю орієнтовані на розробки в хмарі.

Результати аналізу та порівняння наведено у табл. 2 та на рисунку.

Таблиця 2

Порівняння систем автоматизації потоків робіт

Критерій	jBPM	Camunda	Zeebe	Amazon Step Functions
Активність розробки	+	+	+++	+++
Стабільність та історія комерційного використання	+++	+++	+	+++
Підтримка версіонування	+++	+++	+++	+ [19]
Підтримка стандартів	BPMN2	BPMN2, CMMN, DMN	BPMN2	–
Підтримка таймерів та асинхронного виконання	+	+	+	–
Підтримка людино-орієнтованості та ручних завдань	+	+	+	–
Інтеграція з іншими рішеннями	Інтеграція з Java бібліотеками, також легко інтегрується із системою керування бізнес-правилами (Drools)	Інтеграція з Java бібліотеками та за допомогою фреймворка Spring	Наявні конектори для Kafka, HTTP викликів, Lambda, є можливість написання власних	Легко інтегрується з Amazon сервісами: Lambda, SQS, SNS тощо
Моніторинг та логування	+	+	++	++
Масштабування	+	+	++	+++
Підтримка хмари	–	–	+	++
Можливість розгортання у приватній інфраструктурі (on-premise)	+	+	+	–
Наявність візуального інтерфейсу	++	++	+	+
Зручність локального розроблення та тестування	+++	+++	+	+
Відкритий код	Так	Так	Частково	Ні
Необхідне програмування для впровадження (coding effort)	+++	++	+	+
Вартість	безкоштовна	безкоштовна	платна	платна

Оцінювання значень основних характеристик виконано на підставі експертних висновків, сформованих у ході використання аналізованих засобів у проектах з різних предметних областей. Ураховано суб'єктивність такої оцінки, а також те, що це порівняння охоплює не всі функціональні та нефункціональні вимоги. Залежно від вимог та критеріїв автоматизації потоків робіт для конкретної задачі, результати оцінювання та порівняння вибраних продуктів можуть бути вдосконалені, зокрема:

- розширені, із визначенням додаткових параметрів оцінювання;
- уточнені, через введення вагових коефіцієнтів для виділення важливіших критеріїв та менш важливих;
- підвищено достовірність експертних оцінок завдяки збільшенню кількості експертів.

jBPM	Відомий легкий рушій керування потоками робіт з підтримкою BPMN. Має відкритий код, підтримує BPMN extensions.	Вимагає розуміння Java технологій, орієнтований тільки на Java екосистему. Оскільки активно розробляється новітня хмарно орієнтована версія [15], є ризик, що продукт не буде активно розвиватись.
Camunda	Може використовуватися як вбудований засіб, так і як окремий сервіс. Також доступний в графічний редактор для моделювання. Має відкритий код, підтримує розширення BPMN.	Вимагає розуміння Java технологій, орієнтований тільки на Java екосистему. Оскільки активно розробляється Zeebe, як альтернативне вирішення, є ризик, що продукт не буде активно розвиватись.
Zeebe	Горизонтально масштабоване рішення для хмари з підтримкою BPMN. Існують клієнти для різних платформ та мов програмування.	Продукт знаходиться в активній фазі розробки, відповідно, деякі сценарії використання можуть бути недостатньо описаними та протестованими.
Amazon Step Functions	Безсерверне рішення з високою надійністю. Добре масштабується. Легка інтеграція з іншими хмарними сервісами від Amazon.	Відсутня підтримка стандарту BPMN. Пропріетарне рішення та мова (Amazon States Language). Є застереження стосовно цінової політики [16].

Переваги й недоліки систем автоматизації потоків робіт

За результатами експертного оцінювання (як показано в табл. 2) найбільшу кількість найвищих оцінок (4) отримала система автоматизації бізнес-процесів jBPM, найменшу (2) – Zeebe. Загальна кількість високих та низьких оцінок приблизно однакова. Це свідчить про те, що кожна з проаналізованих систем має переваги і недоліки залежно від вимог та місця її застосування. Узагальнений перелік переваг та недоліків подано на рисунку.

Отриманими показниками оцінювання систем автоматизації бізнес-процесів можна скористатись для прийняття рішення щодо вибору системи автоматизації потоків робіт залежно від важливості тих чи інших критеріїв. Наприклад, для застосувань, у яких одночасно важливі підтримка моделювання бізнес-процесів та розгортання у хмарі, доцільно надати перевагу продукту Zeebe, якщо необхідно побудувати гібридне рішення – виправдане використання Camunda, для вбудованих, локальних вирішень невеликого масштабу найдоцільнішим буде використання jBPM. Якщо інфраструктуру розгорнуто в AWS хмарі, а вибір моделювання бізнес-процесів не є принциповим, тоді використання Step Functions істотно зекономить витрати на налаштування та розгортання системи. Інші хмарні рішення, такі як Azure Logic Apps, Google Cloud Workflows, а також Temporal [20], не розглянуто, оскільки окреме порівняння хмароорієнтованих рішень варто здійснювати за умови, що основним критерієм вибору є робота у хмарі.

Висновки

У роботі розглянуто основні застосування для організації, управління та виконання потоків робіт, розвиток та поточний стан рішень автоматизації потоків робіт. Аналіз та порівняння популярних систем автоматизації потоків робіт показали різноманіття можливостей та сфер застосування таких засобів. Для аналізу та порівняння систем автоматизації потоків робіт визначено базові критерії оцінювання. Такими критеріями вибрано активність розробки, стабільність та збереження історії комерційного використання, зберігання версійності, підтримку стандартів, використання таймерів та асинхронного виконання, спрямованість на людино-орієнтованість та виконання завдань у ручному режимі, інтеграцію з іншими рішеннями, моніторинг та логування, масштабування, підтримку хмари, можливість розгортання у приватній інфраструктурі, наявність візуального

інтерфейсу, зручність локального розроблення та тестування, відкритий код, необхідність доопрацювання для упровадження та вартість.

Оцінювання та порівняння актуальних систем автоматизації потоків робіт показали, що кожна із оцінюваних систем має переваги і недоліки, які визначають сферу та предметну область їх застосування. Аналіз сильних і слабких сторін систем, з подальшими рекомендаціями щодо їх інтерпретації може бути основою для прийняття рішення щодо вибору потрібного типу системи автоматизації потоків робіт.

Список літератури

1. Luz S., Masoodian M. (2011). Comparing static Gantt and mosaic charts for visualization of task schedules. *Proceedings of the International Conference on Information Visualisation*, art. No. 6004040. С. 182–187. DOI: 10.1109/IV.2011.53
2. Катренко А. В. (2004). Системні аспекти синтезу процедур прийняття рішень на ґрунті методу розгалужень та меж. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*. № 519: *Інформаційні системи та мережі*. С. 143–153.
3. Фольтович В., Коробчинський М., Чирун Л., Висоцька В. (2017). Метод контент-аналізу текстової інформації Інтернет-газети. *Вісник Національного університету “Львівська політехніка”*. Серія: *Комп’ютерні науки та інформаційні технології*. Львів: Видавництво Львівської політехніки, № 864. С. 7–19.
4. Low-code. https://en.wikipedia.org/wiki/Low-code_development_platform
5. Marin E., Perino D., Di Pietro R. (2022). Serverless computing: a security perspective. *Journal of Cloud Computing*. No. 11 (1), art. No. 69. DOI: 10.1186/s13677-022-00347-w.
6. AWS Step Functions. <https://aws.amazon.com//step-functions/>
7. Azure Logic Apps. <https://azure.microsoft.com/en-us/products/logic-apps/>
8. Workflows. <https://cloud.google.com/workflows>
9. Apache Airflow. <https://airflow.apache.org/>
10. A framework for real-life data science and ML. <https://metaflow.org/>
11. Argo Workflows. <https://argoproj.github.io/argo-workflows/>
12. Ruecker B. (2021). Understanding the process automation landscape. InfoWorld. <https://www.infoworld.com/article/3617928/understanding-the-process-automation-landscape.html>
13. RPA – Robotic process automation. <https://www.uipath.com/rpa/robotic-process-automation>
14. Gartner Peer Insights. <https://www.gartner.com/reviews/market/enterprise-integration-platform-as-a-service>.
15. Kogito ergo automate. <https://kogito.kie.org/>
16. AWS Step Functions Pricing. <https://aws.amazon.com/step-functions/pricing/>
17. What is a data pipeline? <https://www.ibm.com/topics/data-pipeline>.
18. iBPMS. <https://www.gartner.com/reviews/market/business-process-automation-tools>.
19. AWS Step Functions adds Support for Updating State Machines. <https://aws.amazon.com/about-aws/whats-new/2017/11/aws-step-functions-adds-support-for-updating-state-machines/>.
20. Code smart. Move fast. Break nothing. <https://temporal.io/>.

References

1. Luz S., Masudian M. (2011). Comparison of static Gantt diagrams and mosaic for visualization of task graphs. *Proceedings of the International Conference on Information Visualization*, Art. No 6004040. K. 182–187. DOI: 10.1109/IV.2011.53
2. Katrenko A. V. (2004). Systemic aspects of synthesis of decision-making procedures based on the method of branching and boundaries. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University*, No. 519: *Information systems and networks*, 143–153.
3. Foltovych V., Korobchynskiy M., Chyrun L., Vysotska V. (2017). Method of content-analysis of textual information of Internet newspapers. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. Series: Computer Science and Information Technology*, No. 864. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 7–19.
4. Low-code. https://en.wikipedia.org/wiki/Low-code_development_platform
5. Marin E., Perino D., Di Pietro R. (2022). Serverless Computing: A Security Perspective. *Journal of Cloud Computing*, No. 11 (1), art. No 69. DOI: 10.1186/s13677-022-00347-w
6. AWS step functions. <https://aws.amazon.com//step-functions/>

7. Azure Logic Apps. <https://azure.microsoft.com/en-us/products/logic-apps/>
8. Workflows. <https://cloud.google.com/workflows>
9. Apache Airflow. <https://airflow.apache.org/>
10. Framework for real data science and ML. <https://metaflow.org/>
11. Argo workflows. <https://argoproj.github.io/argo-workflows/>
12. Rucker B. (2021). Understanding the landscape of process automation. InfoWorld. <https://www.infoworld.com/article/3617928/understanding-the-process-automation-landscape.html>
13. RPA – Robotic process automation. <https://www.uipath.com/rpa/robotic-process-automation>
14. Gartner Peer Insights. <https://www.gartner.com/reviews/market/enterprise-integration-platform-as-a-service>.
15. Kogito ergo automate. <https://kogito.kie.org/> .
16. AWS step pricing features. <https://aws.amazon.com/step-functions/pricing/> .
17. What is a data pipeline? <https://www.ibm.com/topics/data-pipeline>.
18. iBPMS. <https://www.gartner.com/reviews/market/business-process-automation-tools>.
19. AWS Step Functions adds support for updating state-owned machines. <https://aws.amazon.com/about-aws/whats-new/2017/11/aws-step-functions-adds-support-for-updating-state-machines/>.
20. The code is reasonable. Move fast. Do not break anything. <https://temporal.io/>.

INFORMATION SYSTEMS FOR AUTOMATING WORK FLOWS: A COMPARATIVE ANALYSIS

Andrii Berko¹, Dmytro Polivenok², Tetiana Shestakevych³

Lviv Polytechnic National University,

Information Systems and Networks Department, Lviv, Ukraine

¹ E-mail: andrii.y.berko@lpnu.ua, ORCID: 0000-0001-6756-5661

² E-mail: dmytro.polivenok@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0759-3411

³ E-mail: tetiana.v.shestakevych@lpnu.ua, ORCID: 0000-0002-4898-6927

© Berko A., Polyvenok D., Shestakevych T., 2023

Workflow is a sequence of repeated and controlled steps aimed at completing a specific task or work. The urgency of the task of optimizing such works contributed to the development of methods and means of operations research to optimize such processes for the needs of various subject areas. Information technologies to support such workflow are workflow engines that enable faster automation, ensure compliance with norms and standards, formalize business processes, improve communication, etc.

The workflow management systems are divided into the following categories: automation using robotics, intelligent integration platforms, intelligent business process management systems, open-source engines, the cloud-supported, as well as data flow processing systems.

For a more detailed analysis, it is advisable to choose the following engines and services: built-in, cloud-oriented, and those to support both scenarios (jBPM, Camunda, Zeebe, Amazon Step Functions). It is appropriate to define evaluation criteria and compare such workflow automation systems to form further recommendations regarding their selection and application. Such criteria are development activity, stability and history of commercial use, versioning support, standards support, support for timers and asynchronous execution, support for human-oriented and manual tasks, integration with other solutions, monitoring and logging, scaling, cloud support, the possibility of scanning in private infrastructure, the presence of a visual interface, the convenience of local development and testing, open source code, the necessary programming for implementation and cost. A comparison of advantages and disadvantages can be used to decide on a workflow automation system.

Key words: workflows; workflow engine; automation; cloud computing; BPMN.