

В.А. Шиболденков, Д.М. Кхан

ВНЕДРЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет)
Москва, Россия

Актуальность исследования обусловлена все более широким распространением цифровой трансформации в компаниях, которые активно ищут инновационные решения по оптимизации своих процессов и повышения общей эффективности. С помощью роботизированной автоматизации процессов (RPA) изучена возможность устойчивого внедрения этой технологии с учетом требований пользователей в контексте заинтересованных сторон, с особым акцентом на устойчивость. Разработана многокритериальная математическая модель, использованы методы взвешенной суммы и Чебышева для оценки эффективности реализации. Для сбора данных было проведено тематическое исследование предприятия с задействованием исследовательских гипотез, анкет и мозговых штурмов с заинтересованными сторонами компании. Результаты подчеркивают значимость требований пользователей в среде RPA и демонстрируют, что интеграция этих требований в многокритериальную модель существенно улучшает оценку реализации.

Ключевые слова: устойчивость, роботизированная автоматизация процессов, многокритериальная оптимизация, математическая модель.

Введение. Концепция устойчивого развития привлекает все большее внимание международного сообщества в различных сферах, включая широкую общественность, научные круги и корпоративную сферу. Всемирная комиссия по экологическому развитию (WCED) определила устойчивое развитие как прогресс, который отвечает современным требованиям, сохраняя при этом способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Значение социальных проблем и природной экосистемы для сообществ и предприятий претерпело глубокую трансформацию за последние пять десятилетий. Руководители корпораций все чаще осознают необходимость расширения своих целей за рамки традиционных финансовых ожиданий. Устойчивое развитие направлено на гармонизацию

экономического, социального и экологического прогресса, обеспечивая благополучие как нынешнего, так и будущих поколений [1].

Устойчивое развитие – это основная концепция, которая пронизывает все этапы этого исследования и направлена на то, чтобы сбалансировать преимущества автоматизации с социальными, экологическими и экономическими соображениями. Роботизированная автоматизация процессов (RPA) – это технология, которая предполагает использование программного обеспечения для автоматизации повторяющихся, малоценных задач, основанных на правилах, в рамках бизнес-процесса. Эти задачи обычно являются рутинными, высокоструктурированными и требуют взаимодействия с существующими программными системами. Однако в бизнес-среде, которая все больше заботится об устойчивом развитии, внедрение RPA должно быть тщательно оценено, чтобы гарантировать, что оно не только эффективно, но и устойчиво в долгосрочной перспективе. RPA может способствовать устойчивому развитию за счет оптимизации задач, сокращения отходов и содействия повышению энергоэффективности в деловой деятельности. RPA возник как инновационное технологическое решение, целью которого является оптимизация операционной эффективности, снижение затрат и повышение качества работы за счет автоматизации задач. В этом контексте цель данной работы – предложить устойчивый подход к реализации RPA с использованием многокритериальной математической модели [2].

В данной работе был проведен тщательный обзор текущего состояния исследований в области устойчивого внедрения RPA с изучением ключевых публикаций и предлагаемых подходов. Хотя теме RPA посвящено несколько публикаций, очевидно, что существует дефицит работ, связывающих концепции устойчивости и RPA. Ощущается потребность в более сбалансированном научном подходе, который учитывает не только эффективность и снижение затрат, но и влияние на сотрудников, сохранение окружающей среды и соответствие стратегическим целям компании.

Одним из таких решений является внедрение роботизированной автоматизации процессов (RPA), технологии, предназначенной для автоматизации повторяющихся и стандартизированных задач, которые ранее выполнялись людьми. Однако внедрение RPA – далеко не простая задача, и оно сопряжено с серьезными проблемами. В этом контексте компания решила внедрить RPA в своем административном отделе, автоматизируя ручные задачи и перераспределяя ресурсы на более стратегические виды деятельности. Несмотря на первоначальные ожидания потенциальных преимуществ RPA (повышение производительности, уменьшение количества ошибок и экономия времени), по мере внедрения возник ряд проблем. К ним относятся значительные затраты на внедрение и сложности, связанные с эффективным планированием и выполнением различных мероприятий RPA. Ком-

пания признала исключительную важность учета потребностей и приоритетов заинтересованных сторон, участвующих в процессе, от корпоративных менеджеров до ответственной команды административного отдела и даже сотрудников, которые будут взаимодействовать с автоматизированными роботами. Именно в рамках этого возникла необходимость тщательно проанализировать возникшую проблему и разработать решение, адаптированное к потребностям компании [3].

Учитывая эти проблемы, были сформулированы центральный вопрос исследования и исследовательские гипотезы, которыми руководствовало данное исследование.

Центральный исследовательский вопрос – как требования пользователей в контексте заинтересованных сторон влияют на принятие решений относительно осуществимости RPA и как эти взаимоотношения можно интегрировать в многокритериальную модель для оценки эффективности устойчивого внедрения RPA?

Гипотезы:

- 1) требования пользователей в контексте заинтересованных сторон, которые влияют на принятие решений относительно осуществимости RPA;
- 2) интеграция требований пользователей и заинтересованных сторон в многокритериальную модель позволяет эффективно оценить эффективность устойчивого внедрения RPA;
- 3) предлагаемые рекомендации по эффективному и устойчивому внедрению RPA, основанные на результатах тематического исследования, будут полезны для организаций, стремящихся внедрить RPA устойчивым образом.

Основная цель этого исследования – разработка многокритериальной математической модели, которая позволит оптимизировать внедрение RPA, принимая во внимание перспективу устойчивого развития пользователей RPA в контексте заинтересованных сторон в этой технологии. Целью этой модели было предоставить компаниям мощный инструмент для устойчивой стратегической оценки и планирования внедрения RPA в процессы принятия решений. Разработанная модель была применена к компании, которая внедрила RPA в административном отделе. Основные выводы этого исследования могут дать ценную информацию о преимуществах и проблемах устойчивого внедрения RPA. Ожидается, что эти выводы помогут компаниям принимать обоснованные решения, согласовывать свои стратегические цели с принципами устойчивого развития и максимизировать преимущества RPA.

Методы. Вопросы и гипотезы были разработаны и отобраны на встрече с директорами бизнес-направлений и менеджером RPA. После ответов на вопросы анкеты был проведен мозговой штурм с участием дирек-

торов направлений бизнеса и RPA-менеджера, тех же людей, которые задавали вопросы, с целью анализа ответов и выявления необходимых требований, которые необходимо учитывать в плане устойчивого внедрения RPA. Использование мозгового штурма как метода выбора требований заинтересованных сторон на основе ответов на анкету может быть эффективным, поскольку известно, что мозговой штурм стимулирует генерацию творческих идей. Собрав группу людей для обсуждения результатов опроса, можно получить широкий спектр точек зрения и идей, которые могут привести к выявлению актуальных и инновационных требований [4].

Мозговой штурм предполагает активное сотрудничество и вовлечение заинтересованных сторон, позволяя им выражать свое мнение и участвовать в обсуждении. Это гибкий метод, позволяющий быстро генерировать и оценивать идеи, и это было проверено в процессе. Мозговой штурм использует коллективный разум группы, позволяя обмениваться различными точками зрения, знаниями и опытом [5].

Обсуждая результаты опроса в атмосфере сотрудничества, можно получить ценную информацию, которая изначально не была учтена. Это обогащает качество выявленных требований. Еще одним важным моментом является облегчение общения и взаимопонимания: мозговой штурм способствует открытому общению и обмену идеями между участниками. Совместно обсуждая результаты опроса, можно прояснить сомнения, углубить понимание, разрешить любые конфликты и разногласия. Это способствует достижению консенсуса и взаимопониманию требований заинтересованных сторон.

По результатам мозгового штурма было представлено предложение по многокритериальной математической модели оптимизации, целью которой является решение проблемы планирования производства и составления графиков в контексте эффективного внедрения технологии роботизированной автоматизации процессов [6]. Модель специально ориентирована на планирование и составление графиков производства для независимых параллельных станков, при этом время наладки станков и последовательности заданий не зависит. Цель – минимизировать три целевые функции с учетом требований заинтересованных сторон, команды RPA в административном подразделении. Они включают минимизацию стоимости машины, минимизацию периода ремонта (общего времени выполнения) и минимизацию баланса рабочей нагрузки машины. Для проверки результатов этой модели использовался *Excel Solver*.

Рассмотрим некоторые математические формулировки для построения предлагаемой модели.

Переменные решения: n – общее количество задач; m – общее количество машин; $T_{i,j}$ – время выполнения задачи i на RPA-машине j ; $C_{i,j}$ –

стоимость задачи i на RPA-машине j ; $X_{i,j}$ – двоичная переменная, указывающая, запланирована ли задача i на машине j (1, если задача запланирована, 0 в противном случае); *Makespan* – переменная, представляющая длительность выполнения (общее время выполнения всех задач).

Ограничения:

- каждая задача должна быть запланирована ровно на одной машине:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1, \forall i \in \{1, 2, \dots, n\}; \quad (1)$$

- каждая машина может одновременно выполнять только одну задачу:

$$\leq 1, \forall i \in \{1, 2, \dots, m\}. \quad (2)$$

Целевые функции:

- переменная *makespan* определяется как общее время выполнения задач:

$$\text{Minimize makespan} : \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} * T_{ij}; \quad (3)$$

- переменная стоимости определяется как сумма затрат всех запланированных задач:

$$\text{Minimize cost} : \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij} * C; \quad (4)$$

- средняя рабочая нагрузка определяется как:

$$\text{Minimize average work load} : \sum_{j=1}^m (\sum_{i=1}^n x_{ij} * T_{ij}) + (\text{total_machine_time} - \text{defined_value}) \quad (5)$$

Методы планирования:

- метод взвешенной суммы:

$$\sum (\text{Criterion}_i * \text{Weight}_i); \quad (6)$$

- метод Чебышева:

$$\min \max [\omega_i |f_i(x) - z_i^*|]; \quad (7)$$

- уравнение для весовых коэффициентов:

$$\min \lambda \text{ s. t. } \omega_i (f_i(x) - z_i^*) - \lambda \leq 0. \quad (8)$$

Представленные выше формулы облегчают тщательный анализ результатов, позволяя определить наиболее эффективные решения для каждой отдельной цели, а также для общего набора задач.

Результаты исследования и обсуждение. Модель была реализована в электронной таблице *Excel*, где были разработаны как файл данных, так и сама модель. Для проведения расчетов и поиска оптимального решения задачи использовался инструмент *Excel Solver* [7]. Необходимые данные для решения проблемы были введены в электронную таблицу данных, организованную в соответствии со спецификациями проблемы и выявленными ограничениями. Реализация модели происходила в электронной таблице *Excel*, где переменные и ограничения были определены на основе требований задачи. Математические формулы были разработаны соответствующим образом с учетом спецификаций задачи и выявленных ограничений [8].

Чтобы обеспечить качество и эффективность решения, в *Excel Solver* были приняты определенные конфигурации. В решателе был установлен

максимальный лимит времени выполнения расчета 30 с. Требовалась точность ограничения 0,000001, а это означало, что ограничения должны были удовлетворяться с очень небольшой погрешностью. Кроме того, было установлено целочисленное значение идеального качества, равное 1, что указывает на то, что оптимальные решения должны быть целыми числами. Для обеспечения соблюдения этого ограничения было включено автоматическое округление для определения точного времени (рис. 1).

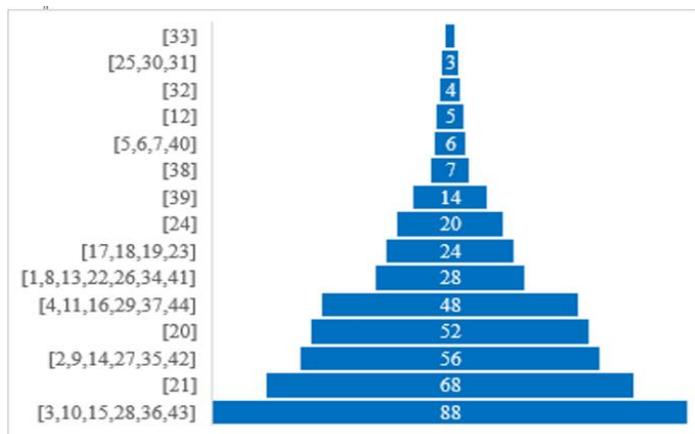


Рис. 1. Время выполнения действий RPA

Источник: составлен авторами

Для сходимости *Solver* был установлен критерий 0,0001, указывающий на то, что алгоритм должен сходиться к решению, достаточно близкому к оптимальному. Производные были рассчитаны расширенным способом, и была указана численность популяции 100 чел. Случайное начальное значение было установлено равным 0. Решатель был настроен так, чтобы требовать ограничения на переменные и устанавливать частоту мутаций 0,075. Для отбора использовался метод разрешения *LP Simplex*. Неограниченные переменные были установлены как неотрицательные [9].

Использование различных методов оценки имеет решающее значение для обеспечения комплексного представления о работе многокритериальной модели. Метод взвешенной суммы широко используется и позволяет учитывать несколько целей путем взвешивания их с присвоенными весами. С другой стороны, метод Чебышева представляет собой подход, основанный на функции агрегирования, который стремится минимизировать максимальное расстояние между полученным решением и идеальной контрольной точкой [10]. Метод взвешенной суммы обеспечивает гибкость в присвоении весов целям, позволяя лицам, принимающим решения, подчеркнуть относительную важность каждой из них. Это особенно актуально

в контексте распределения задач на машинах, где стоимость, срок изготовления и средняя рабочая нагрузка могут иметь разные веса в зависимости от потребностей и приоритетов заинтересованных сторон [11]. С другой стороны, метод Чебышева за счет минимизации максимального расстояния обеспечивает робастный подход и помогает найти более сбалансированные решения с точки зрения всех рассматриваемых задач. Это эффективный метод поиска компромиссных решений в многокритериальных задачах [12].

На рис. 2 и 3 сравнивались результаты, достигнутые каждым методом, сопоставлялись их характеристики и оценивалась их пригодность для рассматриваемой задачи.

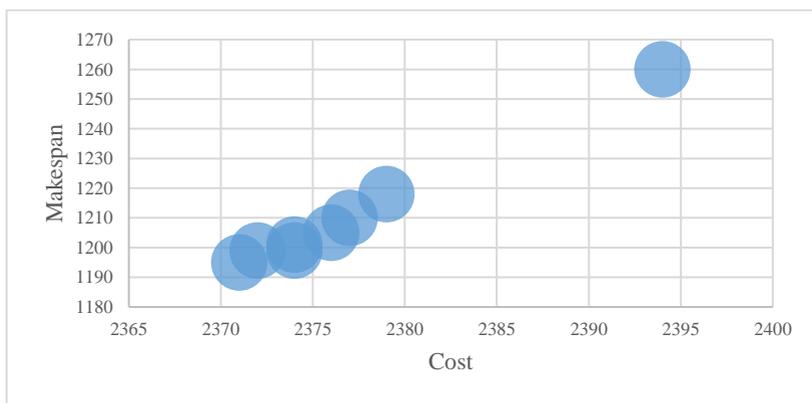


Рис. 2. Трехмерная кривая Парето для метода взвешенной суммы

Источник: составлен авторами

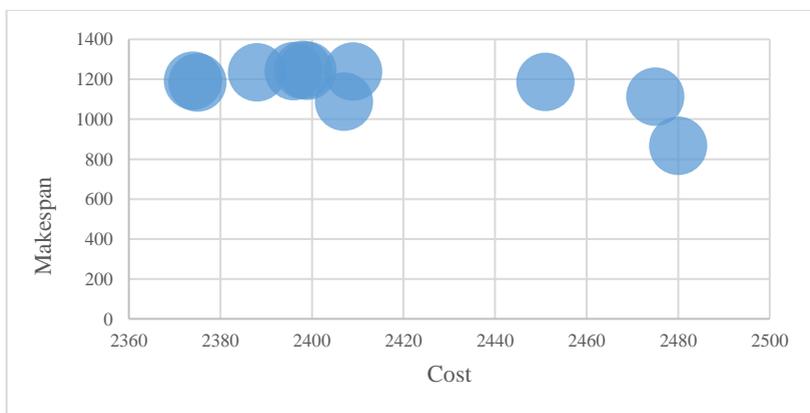


Рис.3. Трехмерная кривая Парето по методу Чебышева

Источник: составлен авторами

Окружности на трехмерной диаграмме кривой Парето представляют задачи или действия, составляющие процесс или систему. Их диаметр пропорционален рабочей нагрузке каждой задачи. На графиках, показывающих эти пузырьки, ось X представляет стоимость, ось Y представляет период изготовления, а размер пузырьков представляет объем работы. Таким образом, более крупные пузыри представляют собой задачи, требующие большего объема работы и, следовательно, оказывающие большее влияние на стоимость и продолжительность процесса или системы. Кривая Парето – полезный инструмент для определения задач или действий, которые оказывают наибольшее влияние на процесс или систему. На основе анализа кривой Парето можно принять меры по оптимизации процесса или системы, сосредоточив внимание на задачах или действиях, которые оказывают наибольшее влияние [13].

Путем изучения этих двух методов оценки была получена ценная информация о работе многокритериальной модели и определены высококачественные решения с учетом поставленных целей. При анализе результатов между двумя методами были обнаружены различия с точки зрения показателей стоимости, продолжительности работ и средней рабочей нагрузки. Каждый из этих показателей обсуждался индивидуально [14].

Метод взвешенной суммы оказался более эффективным при распределении задач с целью сокращения общего времени, необходимого для их выполнения. Однако метод Чебышева продемонстрировал больший разброс средних значений рабочей нагрузки, что указывает на менее равномерное распределение задач [15]. С точки зрения целей заинтересованных сторон можно считать метод взвешенной суммы более подходящим, поскольку он дает превосходные результаты с позиции снижения затрат, снижения накладных расходов и более равномерного распределения задач.

Внедрение модели в организации может принести выгоды с точки зрения организационной устойчивости [16]. Снижение затрат на оперативную деятельность приведет к финансовой экономии для организации. Это может позволить перераспределить ресурсы в стратегические области и инвестировать в другие проекты.

В ходе анализа был сделан вывод, что требования пользователей оказывают существенное влияние на принятие решений относительно жизнеспособности RPA. Интеграция этих требований в многокритериальную модель позволила более точно и эффективно оценить эффективность устойчивого внедрения RPA. Такая интеграция требований пользователей и заинтересованных сторон в многоцелевую модель может также применяться и в других областях, помимо RPA, что позволяет проводить всестороннюю оценку эффективности и устойчивости внедрений в различных организационных контекстах [17].

Полученные результаты позволили обосновать предложенные ранее гипотезы.

1. Требования, определенные в контексте заинтересованных сторон и влияющие на принятие решений относительно осуществимости роботизированной автоматизации процессов (RPA), включают распределение действий RPA по машинам с учетом характеристик каждой машины; минимизация затрат; минимизация продолжительности рабочего времени; и минимизация средней рабочей нагрузки.

2. Интеграция требований пользователей в контексте заинтересованных сторон в многокритериальную модель позволяет эффективно оценить эффективность устойчивого внедрения RPA. Включив требования пользователей в модель оценки, можно рассмотреть несколько целей. Это позволяет провести комплексную и взвешенную оценку эффективности внедрения RPA с учетом потребностей и ожиданий заинтересованных сторон. Многокритериальный подход гарантирует рассмотрение различных точек зрения, что приводит к принятию более обоснованных решений, соответствующих целям организации.

3. Предлагаемые рекомендации по эффективному внедрению RPA, основанные на результатах исследования, будут полезны для организаций, стремящихся внедрить RPA устойчивым образом. Эти руководящие принципы содержат практические рекомендации и рекомендации, основанные на фактических данных, которые помогут организациям в планировании, внедрении и устойчивом управлении RPA.

© Шиболденков В.А., Кхан Д.М., 2023

Библиографический список

- [1] Кунья М.М., Путник Г.Д., Гунасекаран А., Авила П. Рынок ресурсов как средство интеграции виртуального предприятия //Интеграции виртуального предприятия: технологические и организационные перспективы. IGI Global: Херши, Пенсильвания, США, 2005.
- [2] Ланге Д., Буш Т., Дельгадо-Себальос Дж. Обеспечение устойчивости в организациях. Дж. Бус. Этика. 2012. С. 151-156.
- [3] Брундтланд Г., Халид М., Аньелли С., Аль-Атель С., Чидзеро Б. Наше общее будущее. Отчет Брундтланд: Нью-Йорк, США. 1987. Т. 8.
- [4] Полукеев Д.С., Кашеварова Н.А., Шиболденков В.А. Анализ тенденций развития и современного состояния сферы универсальных цифровых платформ для повышения эффективности наукоемкого производства // XLVI Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства: сб. тез. всеросс. науч. конференции / РАН [и др.]. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. Т. 2. С. 129-133.
- [5] Каур Дж. Роботизированная автоматизация процессов в секторе здравоохранения. В сети конференций E3S; EDP Sciences: Les Ulis, Франция, 2023. Том 391.

- [6] Гаджар Н., Ратод К., Яни К. Систематический обзор литературы по безопасности автоматизации роботизированных процессов; Корнеллский университет: Итака, штат Нью-Йорк, США, 2022.
- [7] Эйлерих М., Ваддупс Н., Вагенер М., Вуд Д. Темная сторона роботизированной автоматизации процессов (RPA): понимание рисков и проблем с помощью RPA. Счет. Гориз. 2023. С. 1-10.
- [8] Кашеварова Н.А., Старикова И.С. Невзаимозаменяемые токены как перспективная технология цифровой экономики // Тенденции развития Интернет и цифровой: тр. V всеросс. с межд. уч. научно-практ. конф. Симферополь: Изд-во Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 2022. С. 130-132.
- [9] Чакраборти А., Бхаттачарья С., Де Дебашис М., Банерджи Дж. Интеллектуальная платформа автоматизации с использованием искусственного интеллекта и RPA: введение. В слиянии искусственного интеллекта и роботизированной автоматизации процессов; Springer Nature: Сингапур, 2023. С. 1-13.
- [10] Сешадри А., Ананд П., Парамешвари М., Сасикала М. Автоматизированное управление графиком работ с помощью различных инструментов автоматизации процессов робототехники (RPA). В последних достижениях в области технологий материалов; Springer Nature: Сингапур, 2022. С. 337-345.
- [11] Дроговоз П.А., Кашеварова Н.А. Перспективы применения технологии блокчейн в сфере управления интеллектуальной собственностью // Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций: сб. тез. межд. науч. конференции Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2021. С. 16-23.
- [12] Чи-Шиуань Линь П., Джун-Мин Вэй М. Интеграция планирования процессов и графиков для распределенных гибких мастерских. Вычислитель. Опер. Рез. 2020. С. 1-16.
- [13] Чаудри А., Хан А.А. Исследование: Обзор методов гибкого планирования рабочих мест. Межд. Пер. Опер. Рез. 2016. С. 551-591.
- [14] Сусов Р.В., Беленец Е.Ю., Тихомиров Е.Н. Цифровизация бизнес-процессов в цепях поставок высокотехнологичной продукции // XLV Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства: сб. тез. всеросс. науч. конференции / РАН [и др.]. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. Т. 2. С. 201-203.
- [15] Хофманн А., Фишер М., Имгрунд Ф., Янеш К., Гейер-Клингеберг Дж. Выбор процесса в проектах RPA – к количественному методу принятия решений. В материалах 40-й Международной конференции по информационным системам (ICIS), Мюнхен, Германия, 15–18 декабря 2019.
- [16] Дроговоз П.А., Харин Н.И. Экономический эффект от внедрения технологий цифрового производства в нефтегазовой отрасли // Финансы и кредит. 2021. Т. 21. № 3. С. 672-693.
- [17] Коппер В., Родригес Г., Зомб М., Зуксолильо Ф. Внедрение роботизированной автоматизации процессов для оптимизации внутренних процессов. Кандидат наук. Диссертация, Вустерский политехнический институт (WPA), Вустер, Массачусетс, США, 2020.

V.A. Shiboldenkov, D.M. Khan

IMPLEMENTATION OF ROBOTIC PROCESS AUTOMATION BASED ON A MULTICRITERIAL MATHEMATICAL MODEL

Moscow State Technical University n.a. N.E. Bauman
(National Research University)
Moscow, Russia

Abstract. The relevance of the study is due to the increase in digital transformation for companies that are actively looking for innovative solutions to optimize their processes and increase overall efficiency. This study used robotic process automation (RPA) to explore the feasibility of sustainable implementation of this technology, taking into account user requirements in the context of stakeholders, with a special focus on sustainability. A multi-criteria mathematical model was developed, the weighted sum and Chebyshev methods were used to evaluate the effectiveness of implementation. To collect data, a case study of an enterprise was conducted using research hypotheses, questionnaires and brainstorming sessions with company stakeholders. The results highlight the importance of user requirements in an RPA environment and demonstrate that integrating these requirements into a multi-criteria model significantly improves implementation evaluation.

Keywords: sustainability, robotic process automation, multi-criteria optimization, mathematical model.

References

- [1] Kunya, M.M., Putnik, G.D., Gunasekaran, A., Avila, P. (2005). [Resource market as a means of virtual enterprise integration //Virtual enterprise integration: technological and organizational perspectives]. *IGI Global* [IGI Global]. (In Russ).
- [2] Lange, D., Bush, T., Delgado-Ceballos, J. (2012). [Ensuring sustainability in organizations]. *Jetika* [Ethics]. pp. 151-156. (In Russ).
- [3] Brundtland, G., Khalid, M., Agnelli, S., Al-Athel, S., Chidzero, B. (1987). [Our common future]. *Otchet Brundtland* [Brundtland Report]. Vol. 8. (In Russ).
- [4] Polukeev, D.S., Kashevarova, N.A., Shiboldenkov, V.A. (2022). [The analysis of development trends and the current state of the sphere of universal digital platforms for increasing the efficiency of high-tech production]. *M.: MGTU im. N.Je. Bauman* [Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University]. Vol. 2. pp. 129-133. (In Russ).
- [5] Kaur, J. (2023). [Robotic automation of processes in the healthcare sector]. *EDP* [EDP]. (In Russ).
- [6] Gajjar, N., Ratod, K., Yani, K. (2022). [Systematic review of the literature on the safety of automation of robotic processes]. *Kornellskij universitet: Itaka* [Cornell University: Ithaca]. (In Russ).

-
- [7] Eilerich, M., Vaddups, N., Wagener, M., Wood, D. (2023). [The dark side of Robotic Process Automation (RPA): Understanding risks and problems using RPA]. *Schet. Goriz* [Account. Goriz]. pp. 1-10. (In Russ).
- [8] Kashevarova, N.A., Starikova, I.S. (2022). [Non-interchangeable tokens as a promising technology of the digital economy]. *Izd-vo Krymskij federal'nyj universitet im. V.I. Vernadskogo* [Publishing House of V.I. Vernadsky Crimean Federal University]. pp. 130-132. (In Russ).
- [9] Chakraborty, A., Bhattacharya, S., De Debashis, M., Banerjee, J. (2023). [Intelligent automation platform using artificial intelligence and RPA: Introduction]. *Springer Nature: Singapur* [Springer Nature: Singapore]. pp. 1-13. (In Russ).
- [10] Seshadri, A., Anand, P., Parameshwari, M., Sasikala, M. (2022). [Automated work schedule management using various Robotics Process Automation Tools (RPA)]. *Springer Nature: Singapur* [Springer Nature: Singapore]. pp. 337-345. (In Russ).
- [11] Drogovoz, P.A., Kashevarova, N.A. (2021). [Prospects for the use of blockchain technology in the field of intellectual property management]. *N.Novgorod* [N.Novgorod]. pp. 16-23. (In Russ).
- [12] Chi-Shiuan, Lin P., Jun-Ming, Wei, M. (2020). [Integration of process planning and schedules for distributed flexible workshops]. *Oper* [Oper]. pp. 1-16. (In Russ).
- [13] Chaudhry, A., Khan, A.A. (2016). [Research: the review of methods of flexible workplace planning]. *Oper* [Oper]. pp. 551-591. (In Russ).
- [14] Susov, R.V., Belenets, E.Yu., Tikhomirov, E.N. (2021). [Digitalization of business processes in the supply chains of high-tech products]. *M.: MGTU im. N.Je. Baumana* [Moscow: Publishing House of Bauman Moscow State Technical University]. Vol. 2. pp. 201-203.
- [15] Hofmann, A., Fischer, M., Imgrund, F., Janes, K., Geyer-Klingeberg, J. (2019). [Process selection in RPA projects refers to a quantitative decision-making method]. *Mjunhen* [Munich]. (In Russ).
- [16] Drogovoz, P.A., Kharin, N.I. (2021). [The economic effect of the introduction of digital production technologies in the oil and gas industry]. *Finansy i kredit* [Finance and credit]. Vol. 21. No. 3. pp. 672-693. (In Russ).
- [17] Copper, V., Rodriguez, G., Zomb, M., Zuxolillo, F. (2020). [Implementation of robotic process automation to optimize internal processes]. *WPA* [WPA]. (In Russ).