

МОДЕЛЬ ИНКРЕМЕНТНОЙ МИГРАЦИИ ДАННЫХ В ПРОЕКТАХ ВНЕДРЕНИЯ ERP-СИСТЕМ

О.В. Логиновский, loginovskiiiov@susu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3582-2795>

О.Л. Голубева, golubeva.ol@mail.ru

Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия

Аннотация. Миграция данных играет ключевую роль в проектах по внедрению ERP-систем. Сценарии миграции могут быть весьма сложными и продолжительными, требовать значительных ресурсов и высокой квалификации со стороны персонала компании. Недостаточная оценка доступных ресурсов может привести к значительному росту затрат и нарушению плановых сроков запуска ERP-системы. Тем не менее сложность миграционных сценариев часто оказывается недооцененной. Большинство существующих исследований посвящено преимущественно техническим аспектам миграции данных, в то время как концептуальные элементы, такие как взаимосвязь миграции данных с бизнес-процессами, остаются недостаточно изученными. **Цель исследования.** Настоящая статья направлена на разработку модели миграции данных, учитывающей взаимодействие бизнес-процессов и данных в процессе внедрения ERP-систем, с целью повышения эффективности проектов миграции и минимизации рисков. **Материалы и методы.** В работе использованы методы алгоритмического моделирования и описания бизнес-процессов (BPMN) для разработки инкрементной стратегии миграции данных. **Результаты.** Результатом исследования стала модель миграции данных, которая отражает взаимосвязь между данными и бизнес-процессами. Модель включает определение состояний миграции и переходов между ними, необходимых параметров и переменных, отражающих привлечение исполнителей по этапам миграции и выполнение соответствующих работ по обеспечению процесса миграции данных. В рамках модели разработаны также итоговые показатели, которые позволят более точно оценить риски и ресурсы, необходимые для успешного завершения миграции. **Заключение.** Предложенная модель может служить основой для успешного планирования миграции данных в рамках внедрения ERP-систем, что является необходимым условием для достижения бизнес-целей и повышения операционной эффективности организаций.

Ключевые слова: миграция данных, ERP-системы, внедрение ERP, инкрементная стратегия, моделирование проектов

Для цитирования: Логиновский О.В., Голубева О.Л. Модель инкрементной миграции данных в проектах внедрения ERP-систем // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2025. Т. 25, № 3. С. 64–76. DOI: 10.14529/ctcr250306

Original article
DOI: 10.14529/ctcr250306

MODEL OF INCREMENTAL DATA MIGRATION IN ERP IMPLEMENTATION PROJECTS

O.V. Loginovskiy, loginovskiiiov@susu.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3582-2795>

O.L. Golubeva, golubeva.ol@mail.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russia

Abstract. Data migration plays a crucial role in the implementation of ERP. Migration scenarios can be quite complex and prolonged, requiring significant resources and a high level of expertise from organization personnel. Inadequate assessment of available resources may lead to a substantial increase in costs and disruption of the planned timelines for the launch of the ERP system. However, the complexity of migration scenarios is often underestimated. The majority of existing research primarily focuses on the technical

aspects of data migration, while conceptual elements, such as the relationship between data migration and business processes, remain insufficiently explored. **The aim of the study.** This article aims to develop a data migration model that considers the interaction between business processes and data during the ERP system implementation, with the goal of enhancing the effectiveness of migration projects and minimizing risks. **Materials and methods.** The study employs algorithmic modeling techniques and Business Process Model and Notation (BPMN) to create an incremental data migration strategy. **Results.** The outcome of the research is a data migration model that reflects the interrelationship between data and business processes. This model includes the definition of migration states and transitions between them, necessary parameters and variables that reflect the involvement of stakeholders at various stages of migration, and the execution of relevant tasks to ensure the data migration process. The model also establishes key performance indicators that enable more accurate assessment of risks and resources required for the successful completion of migration. **Conclusion.** The proposed model can serve as a foundation for effective planning of data migration within the framework of ERP system implementation, which is a requisite condition for achieving business objectives and enhancing operational efficiency in organizations.

Keywords: data migration, ERP systems, ERP implementation, incremental strategy, project modeling

For citation: Loginovskiy O.V., Golubeva O.L. Model of incremental data migration in ERP implementation projects. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2025;25(3):64–76. (In Russ.) DOI: 10.14529/ctcr250306

Введение

Системы планирования ресурсов предприятия (ERP) – это интегрированные программные пакеты, которые автоматизируют бизнес-процессы организации в области закупок, производства, продаж и других основных операций [1]. Для эффективного сопровождения бизнес-процессов ERP-системы объединяют данные компании на единой цифровой платформе, предоставляя доступ к ним для всех пользователей и структурных подразделений [2].

Проекты внедрения ERP зачастую предполагают перенос данных и бизнес-процессов из предшествующих систем [3]. Такой перенос называется миграцией и заключается в перемещении данных из одного или нескольких источников в систему-приемник (целевую систему), которой в данном случае ставится ERP-система.

В цифровую эпоху данные представляют собой основные активы любой организации, и их качество, последовательность и актуальность имеют огромное значение для эффективного функционирования компании, а потому успех внедрения ERP критически зависит от эффективного выполнения миграции данных [4].

Организации, которые недооценивают важность миграции, рискуют столкнуться с серьезными последствиями. Исследование Brainhub [5] показывает, что почти 40 % проектов миграции не достигли своим бизнес-целей, что привело к перерасходу бюджета в среднем на 30–50 %. Отдельного внимания стоит вывод Brainhub [5] о том, что неудачные проекты миграции часто заканчиваются серией каскадных бизнес-воздействий, имеющих существенные негативные последствия для деятельности компании, вплоть до сбоев в обслуживании клиентов длительностью в несколько недель.

В соответствии с этим при внедрении ERP, где большой объем и разнообразие данных делают миграцию сложной и рискованной задачей, представляется эффективным использование инкрементной стратегии миграции, которая позволяет постепенно переносить данные из одной системы в другую.

Инкрементный подход предоставляет возможность более контролируемо управлять процессом перехода, сокращая риски и повышая вероятность успешной миграции. Данные переносятся партиями или модулями [6], что позволяет сосредоточиться на определенных участках данных и систем. После каждого этапа миграции проводится проверка правильности переноса данных и их соответствия требованиям новой системы. Кроме того, инкрементная стратегия облегчает нагрузку на команду проекта, позволяя проводить миграцию в более предсказуемом масштабе и управлять ресурсами более эффективно. Пользователи могут начать работать с новой системой и предоставлять обратную связь в части соответствия бизнес-процессам.

1. Анализ научных работ по теме миграции данных

Тема миграции данных в контексте внедрения ERP-систем нашла широкое отражение в зарубежной литературе.

В работе Shafiq Hussain [7] подчеркивается первостепенное значение обеспечения целостности данных на протяжении всего процесса миграции. Авторы указывают, что минимизация времени простоя остается важнейшей задачей при переносе данных, поскольку сбои в работе могут привести к значительным финансовым потерям и снижению удовлетворенности клиентов. В то же время внедрение поэтапной миграции и использование автоматизированных средств поддержки миграции могут значительно снизить негативное влияние на непрерывность бизнеса.

Digneshkumar Khatri [8] в исследовании 2023 года рассматривает проблемы и ключевые аспекты миграции данных для ERP-системы SAP S/4HANA. В статье неоднократно подчеркивается, что разработка эффективных стратегий миграции данных необходима для обеспечения целостности данных и минимизации сбоев в бизнес-процессах компании.

Nilesh Kulkarni и Saurav Bansal [4] выявили сложный и разнообразный характер проблем, с которыми сталкиваются организации в процессе миграции. Авторы указывают на важность систематического и итеративного подхода для обеспечения целостности данных и функциональности системы.

В исследовании Laxman Vattam [9] рассматривается перенос данных в систему Salesforce. Эта система относится к классу CRM, а не ERP, но процесс миграции сталкивается с аналогичными проблемами. В данном исследовании много внимания уделяется анализу бизнес-данных и разработке политики управления данными с четко определенными ролями и обязанностями.

Таким образом, исследователи по данной теме сходятся во мнении, что миграция данных в рамках реализации проектов ERP-систем имеет прямую связь с бизнес-процессами компании. Этот аспект требует особого внимания и тщательной проработки стратегий, поскольку неудачное завершение миграции может привести к негативным последствиям для операционной деятельности организации [10].

С учетом этого многие авторы рекомендуют применять поэтапный подход к переносу данных в проектах ERP. Такое решение обусловлено высокой сложностью и значительным объемом взаимосвязей между различными данными. Поэтапная миграция позволяет более эффективно управлять рисками, обеспечивая плавный переход и минимизируя вероятность возникновения ошибок или потери информации.

Многие исследования отмечают, что участие сотрудников компании и внешних консультантов в процессах миграции данных является критически важным элементом успешного завершения проекта внедрения ERP.

Сотрудники предприятия играют важную роль благодаря своему глубокому пониманию бизнес-процессов. Привлечение заинтересованных сторон имеет решающее значение для обеспечения соответствия миграции потребностям бизнеса и своевременного выявления и решения потенциальных проблем [11]. После завершения технической части миграции сотрудникам предстоит тестировать новые данные, чтобы убедиться в корректности переноса и функционирования бизнес-процессов.

Миграция данных в проектах внедрения ERP требует специфических компетенций и релевантного опыта решения подобных задач. ERP-системы в принципе охватывают множество аспектов функционирования предприятия, каждая из которых требует глубокой экспертизы и понимания специфических бизнес-процессов. Этим обосновывается привлечение к проектам миграции внешних консультантов, которые помогут избежать распространенных ошибок и решить возникающие у сотрудников проблемы с данными и бизнес-процессами.

Что касается непосредственно моделей миграции данных, то они достаточно разнообразны, что подчеркивает сложность и многоплановость данного процесса. Можно выделить следующие основные группы математических и алгоритмических моделей, связанных с миграцией данных:

1. Модели оценки качества данных: позволяют проанализировать такие аспекты, как точность, полнота, согласованность, актуальность, доступность и уникальность данных [12].

2. Модели предварительной обработки данных: представляют собой алгоритмизированные процедуры подготовки данных к миграции, включая выявление аномалий, устранение ошибок и нормализацию.

3. Трансформационные модели: описывают различные преобразования данных для обеспечения совместимости, качества и соответствия при переносе между различными технологиями хранения или моделями данных [11, 13–17].

4. Модели оценки результатов миграции: включают определение устойчивости бизнес-процессов в целевой системе, сравнение мигрированных данных с источником, анализ частоты появления негативных последствий, соответствия инвестиций в миграцию с полученными выгодами.

Необходимо отметить, что на данный момент большинство исследователей миграции данных фокусируются на технических аспектах процесса, таких как извлечение, трансформация и загрузка (ETL). Однако они зачастую не учитывают последовательность и особенности бизнес-процессов, которые должны запускаться в процессе миграции. Это приводит к недостаточной интеграции между техническими и бизнес-объектами.

Отсутствие формализованных механизмов, которые могли бы соединить миграцию данных и бизнес-процессы, нередко создает неопределенность при планировании проектов. Организациям сложно предсказать сроки и стоимость миграции, а также человеческие ресурсы, которые необходимо будет задействовать на проекте.

В соответствии с этим целью данной статьи является разработка модели миграции данных, которая бы учитывала интеграцию данных и бизнес-процессов и позволила компаниям и специалистам по внедрению ERP более эффективно управлять проектами миграции.

С учетом основных проблем, связанных с миграцией данных в проектах внедрения ERP-систем, модель должна соответствовать следующим требованиям:

- 1) возможность отражения взаимосвязей и взаимозависимостей между данными и бизнес-процессами;
- 2) учет доступности сотрудников и консультантов по ERP-системам, компетенции которых необходимы для сопровождения проекта миграции;
- 3) наличие формализованных показателей миграции данных, учитывающих временные, трудовые и финансовые затраты.

2. Взаимосвязь миграции данных и бизнес-процессов предприятия

Бизнес-процессы в ERP-системе представляют собой набор взаимосвязанных действий, которые обеспечивают достижение целей организации. Эти процессы охватывают все аспекты функционирования компании, включая управление финансами, производством, продажами, запасами и человеческими ресурсами [18–20].

Каждый бизнес-процесс состоит из последовательности действий, которая регламентирована архитектурой ERP-системы. Например, бизнес-процесс закупки материалов (рис. 1) включает подбор поставщика, регистрацию договора, отражение условий оплаты, оформление заказа, выставление счета, оформление поступления товаров и регистрацию оплаты поставщику.

В соответствии с этим мы можем спроектировать стратегию миграции данных, учитывающую возможность распараллеливания отдельных этапов (рис. 2). Например, в проекте миграции данных для бизнес-процесса закупки материалов первичными данными являются сведения о поставщиках. Далее можно перенести договоры, а следом – заказы поставщикам. После переноса заказов можно мигрировать поступления материалов и счета на оплату. Необходимо также учесть, что для формирования счетов на оплату необходимо получить данные о реквизитах банковского счета соответствующего поставщика. Последним этапом является перенос документов оплаты, которые могут включать сведения как о выставленных счетах, так и о поставках, к которым привязана оплата.

Картировав таким образом бизнес-процессы, можно получить представление об эффективной последовательности миграции данных, которая обеспечивает целостность бизнес-процессов.

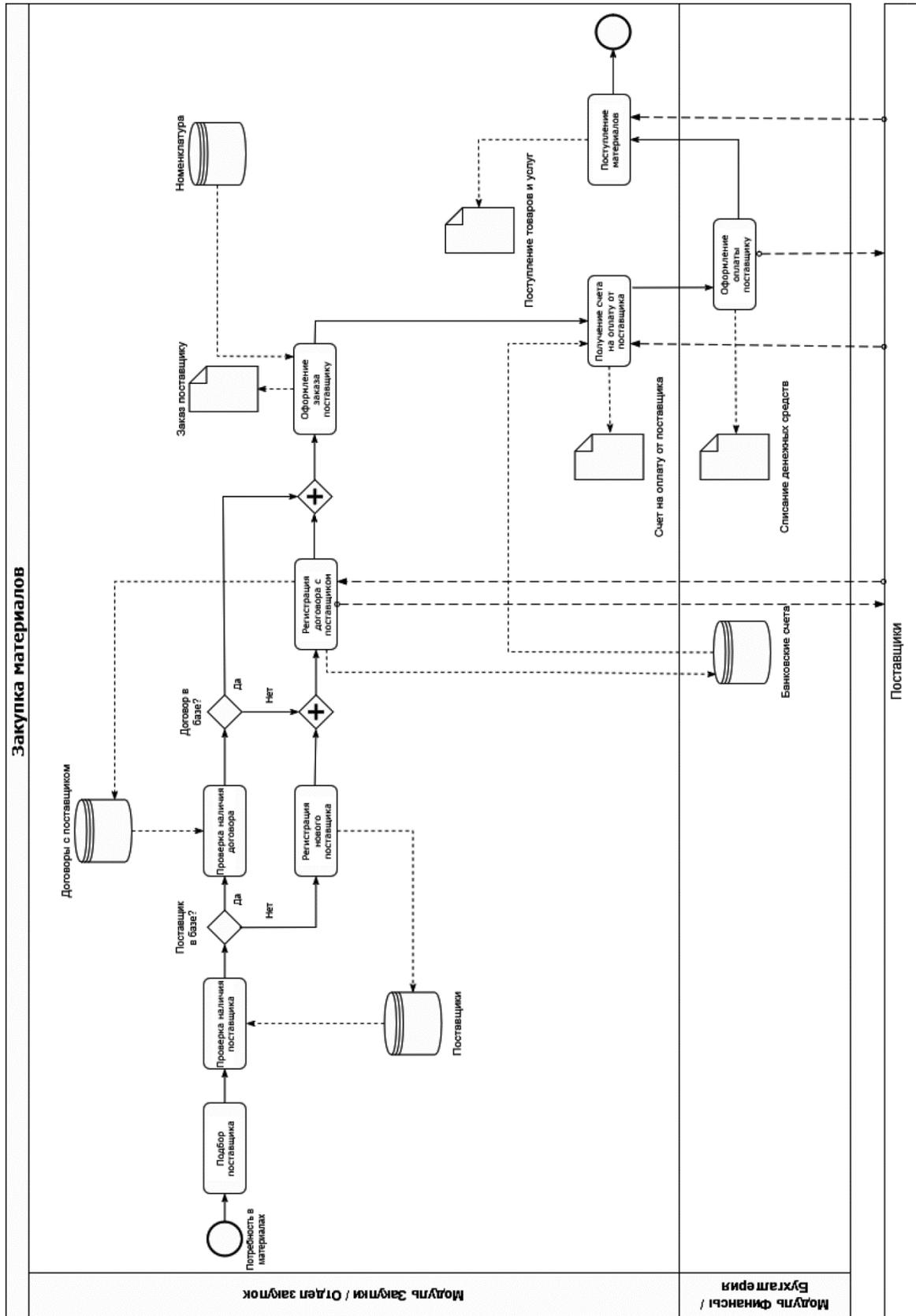


Рис. 1. Модель бизнес-процесса «Закупка материалов»
Fig. 1. Business Process Model "Material Procurement"

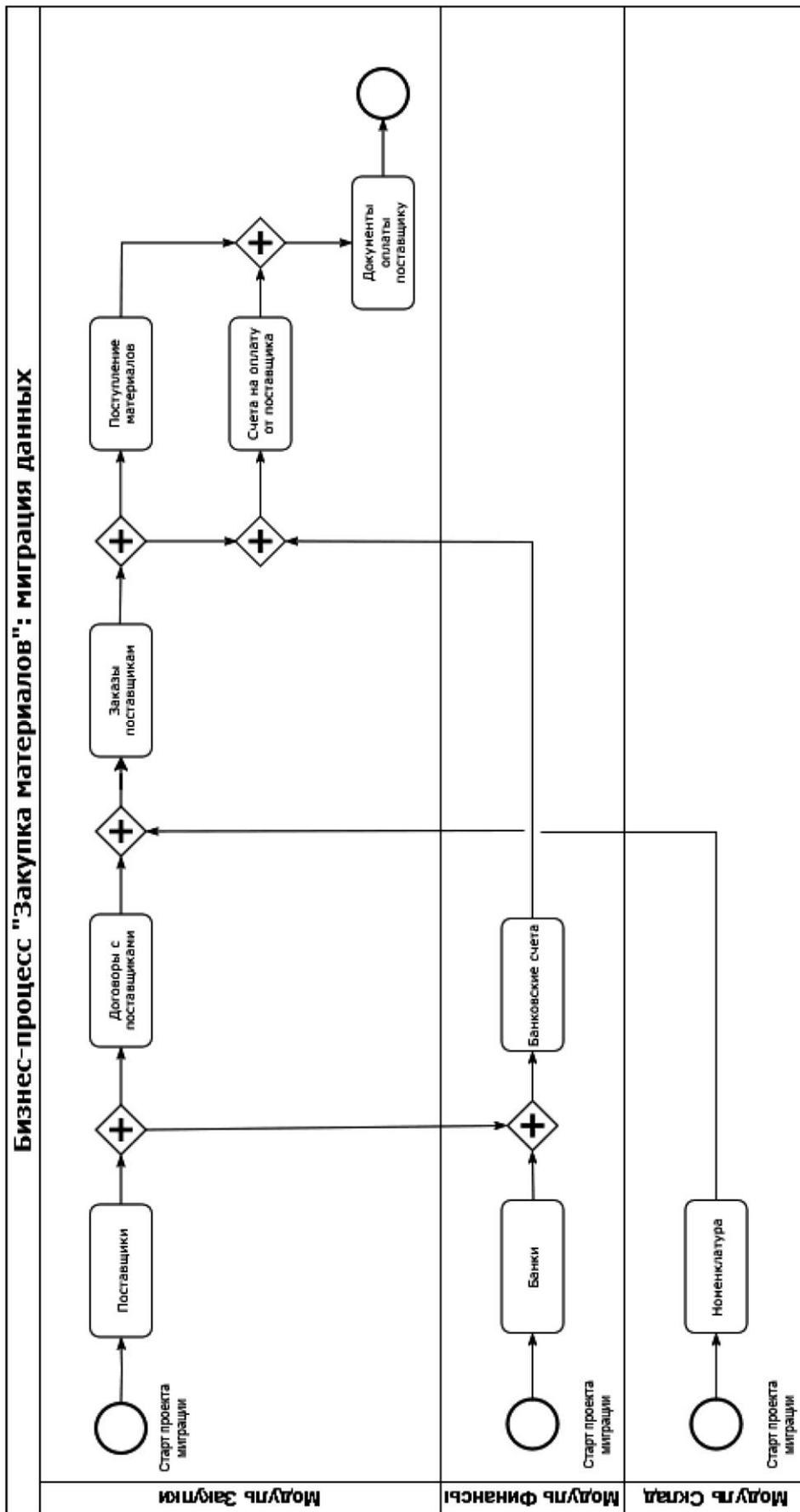


Рис. 2. Карта миграции данных бизнес-процесса «Закупка материалов»
 Fig. 2. Data Migration Map of the «Material Procurement» Business Process

3. Формирование инкрементной модели миграции данных

Различные этапы миграции данных: перенос сведений о поставщиках, перенос договоров поставщиков, перенос заказов поставщикам и т. д. – можно представить в виде отдельных состояний проекта миграции. В каждом таком состоянии происходит как техническая часть миграции данных (ETL), так и их размещение в ERP-системе, встраивание в бизнес-процессы, тестирование и внесение исправлений при необходимости. Множество таких состояний обозначим как

$$S = \{s_i\}, i = \overline{1, N},$$

где N – количество состояний.

Проект миграции данных может находиться одновременно в нескольких состояниях в соответствии с этапами миграции, которые могут происходить параллельно, например, перенос сведения о поставщиках и перенос сведений о покупателях. Но чтобы поддержать целостность и согласованность бизнес-процессов, смена одного состояния на другое должна происходить с учетом взаимосвязи между данными. В предложенной модели переход в новое состояние будет осуществляться, если система закончила пребывание во всех предшествующих состояниях, то есть все необходимые предшествующие этапы завершены.

Для определения такого рода взаимосвязей между состояниями, введем бинарную матрицу переходов:

$$R = (r_{ij}), i = \overline{1, N}, j = \overline{1, N},$$

где $r_{ij} = 1$, если состояние j является предшествующим для i , и $r_{ij} = 0$, если не является; N – количество состояний.

Для сопровождения каждого состояния требуются сотрудники определенного профиля и консультанты по ERP-системе. Например, для переноса данных модуля «Закупки» нужно будет задействовать сотрудников отдела закупок.

Соответственно, для определения профиля сотрудников, соответствующих каждому состоянию, введем матрицу соответствия:

$$P = (p_{ij}), i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M},$$

где $p_{ij} = 1$, если состоянию i требуются сотрудники профиля j , и $p_{ij} = 0$, если не требуются; N – количество состояний; M – количество профильных групп.

Описание параметров модели

Параметрами мы будем считать значения, которые устанавливаются заранее и остаются неизменными в процессе реализации модели. В соответствии с требованиями к модели необходимо задать следующие параметры:

1) объем работ для сотрудников в каждом состоянии миграции v_i^e определяется как количество человеко-часов, которые необходимо затратить в данном состоянии при сопровождении соответствующего этапа миграции сотрудниками компании.

2) объем работ для консультантов в каждом состоянии миграции v_i^k определяется как количество человеко-часов, которые необходимо затратить в данном состоянии при сопровождении соответствующего этапа миграции консультантами.

3) максимально доступное число консультантов на проекте – K .

4) максимально доступное число сотрудников по профильным группам (например, менеджеры по закупкам, сотрудники отдела кадров и т. п.):

$$E = (E_j), j = \overline{1, M},$$

где M – количество профильных групп.

5) стоимость часа работы консультанта C^k .

Описание переменных модели

Переменными мы будем считать значения, которые динамически определяются в процессе реализации модели. В соответствии с требованиями необходимо ввести следующие переменные:

1) модельное время t – будет меняться дискретно и показывать текущую продолжительность проекта миграции;

2) множество актуальных состояний в каждый момент времени $S(t) \in S$;

3) множество завершенных состояний $F \in S$;

- 4) количество сотрудников $e_{ij}(t)$, задействованных на этапе i и имеющих профиль j в момент времени t ;
- 5) количество консультантов $k_i(t)$, задействованных на этапе i в момент времени t ;
- 6) выполненный объем работ для сотрудников $w_i^e(t)$ на этапе i в момент времени t ;
- 7) выполненный объем работ для консультантов $w_i^k(t)$ на этапе i в момент времени t ;
- 8) время $u_i^e(t)$, потраченное на выполнение этапа i сотрудниками в момент времени t ;
- 9) время $u_i^k(t)$, потраченное на выполнение этапа i консультантами;
- 10) общее время u_i , потраченное на выполнение этапа i .

Описание показателей модели

Итоговыми показателями работы модели, определяющими достижение целей проекта миграции, выступят следующие:

1. Длительность проекта миграции будет определяться как модельное время на момент выхода из последнего состояния.
2. Совокупные затраты на консультантов рассчитываются как совокупное время, затраченное консультантами во всех состояниях, умноженное на стоимость часа.
3. Совокупное время простоя рассчитывается как сумма отклонений между временем, затраченным сотрудниками, и временем, затраченным консультантами в каждом состоянии.
4. Коэффициент равномерности загрузки консультантов определяется как сумма отношений между загрузкой консультантов и средней загрузкой в каждый момент времени.

4. Алгоритмизация инкрементной модели миграции данных

Алгоритмизация – это процесс создания четкого, последовательного описания действий или шагов, необходимых для решения определенной задачи с использованием модели. Предложенная нами инкрементная модель будет выполняться следующим образом (рис. 3):

1. Переходим к стартовому моменту времени $t = 1$.
2. Выполненный объем работ для сотрудников и консультантов во всех состояниях задаем равным 0:

$$w_i^e(t) = 0, i = \overline{1, N};$$

$$w_i^k(t) = 0, i = \overline{1, N}.$$

3. Попадаем во множество начальных состояний $S(1)$. Для $s_i \in S(1)$ выполняется условие $r_{ij} = 0, j = \overline{1, N}$, то есть состояния не имеют предшественников.

4. Время, потраченное на выполнение этапов множества $S(t)$ сотрудниками и консультантами, задаем равным 0:

$$u_i^e(t) = 0, \forall i : s_i \in S(t);$$

$$u_i^k(t) = 0, \forall i : s_i \in S(t).$$

5. Происходит распределение сотрудников на этапы работ по проекту:

- 5.1. Переходим к состоянию $s_i \in S(t)$.

- 5.2. Количество сотрудников, задействованных на этапе s_i , задается равным 0:

$$e_{ij}(t) = 0.$$

- 5.3. Проверяем, выполнен ли объем работ сотрудников для данного состояния: $v_i^e \leq w_i^e(t)$. Если объем не выполнен, то увеличиваем время выполнения работ сотрудниками на данном этапе на единицу и переходим к 5.4, если выполнен, то возвращаемся к 5.1 и переходим к следующему состоянию.

- 5.4. Проверяем доступность сотрудников нужного профиля с использованием матрицы соответствия: $\sum_j e_{ij}(t) < E_j$, где $p_{ij} = 1$.

- Если сотрудники доступны, то: 1) увеличиваем загрузку сотрудников на данном этапе на 1; 2) увеличиваем объем работ, выполненный сотрудниками на данном этапе, на 1.

Распределение заканчивается, когда не осталось свободных сотрудников.

6. Происходит распределение консультантов на этапы работ по проекту:

- 6.1. Переходим к состоянию $s_i \in S(t)$.

- 6.2. Количество консультантов, задействованных на этапе s_i , задается равным 0:

$$k_i(t) = 0.$$

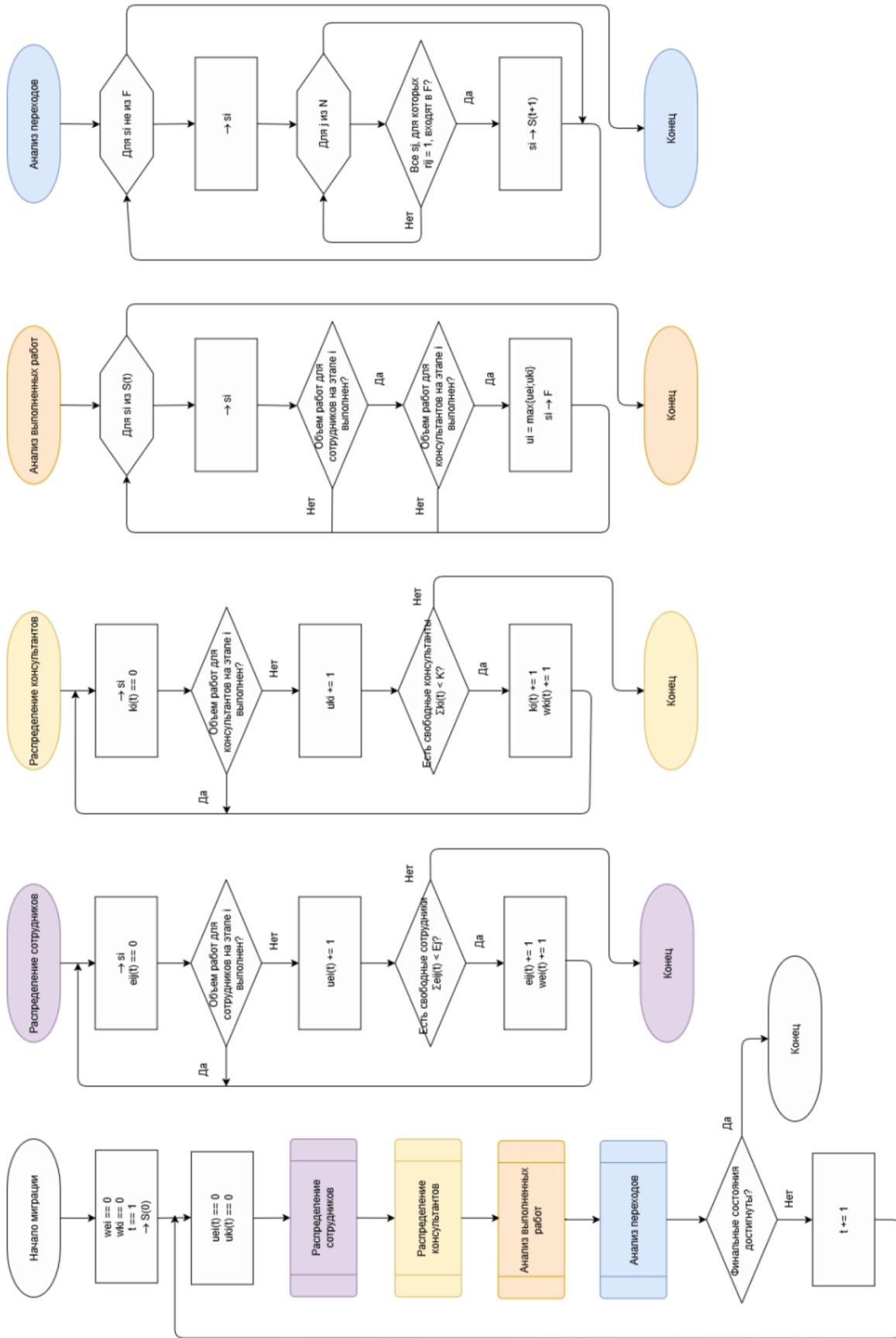


Рис. 3. Алгоритм инкрементной миграции данных
Fig. 3. The algorithm for incremental data migration

6.3. Проверяем, выполнен ли объем работ консультантов для данного состояния: $v_i^k \leq w_i^k(t)$. Если объем не выполнен, то увеличиваем время выполнения работ консультантами на данном этапе на единицу и переходим к 6.4, если выполнен, то возвращаемся к 6.1 и переходим к следующему состоянию.

6.4. Проверяем доступность консультантов нужного профиля: $\sum k_i(t) < K$. Если консультанты доступны, то: 1) увеличиваем загрузку консультантов на данном этапе на 1; 2) увеличиваем объем работ, выполненный консультантами на данном этапе, на 1.

Распределение заканчивается, когда не осталось свободных консультантов.

7. Происходит анализ выполненных работ в каждом состоянии $s_i \in S(t)$. Если запланированные работы выполнены как сотрудниками, так и консультантами, то находим итоговое время выполнения работ как максимум среди этих двух значений:

$$u_i = \max\{u_i^e(t); u_i^k(t)\}.$$

Также переводим такое состояние во множество завершенных F .

8. Для всех незавершенных состояний $s_i \notin S(t)$ просматриваем матрицу переходов и для $r_{ij} = 1$ проверяем, входит ли предшествующее состояние в множество завершенных $s_j \in F$. Если все предшествующие состояния завершены, добавляем s_i в множество $S(t + 1)$.

9. Проверяем, достигли ли мы финальных состояний: для $s_i \in S(t + 1)$ выполняется условие $r_{ji} = 0, j = \overline{1, N}$, то есть состояния не имеют потомков. Если условие не выполняется, увеличиваем модельное время на единицу и переходим к пункту 4.

Заключение

Миграция данных является стратегической необходимостью для организаций, стремящихся модернизировать свои цифровые экосистемы и сохранить конкурентное преимущество. Первостепенное значение для успешной миграции в проектах внедрения ERP-систем имеет обеспечение целостности данных, поскольку нарушение взаимосвязей между данными могут нарушить бизнес-операции и подорвать доверие клиентов. Еще одной проблемой является минимизация времени простоя, так как длительные сбои в системе могут нарушить бизнес-операции и привести к потере доходов.

Реализация поэтапной миграции может значительно снизить риски нарушения целостности и влияние на непрерывность бизнеса. Инкрементный подход позволяет проводить эффективный мониторинг достигнутого прогресса, затраченное время, ресурсы и усилия.

Разработанная в данной статье инкрементная модель миграции данных предлагает систематизированный подход к управлению этим сложным процессом, учитывая взаимосвязь между данными и бизнес-процессами.

Модель позволяет произвести более четкую и структурированную оценку ресурсов, необходимых для каждого этапа миграции, а также способствует более эффективному планированию и реализации проекта. Применение предложенной инкрементной стратегии не только минимизирует риски, но и обеспечивает более высокую степень надежности и целостности мигрируемых данных, что, в конечном счете, ведет к повышению операционной эффективности компании.

Таким образом, внедрение разработанной модели может стать важным инструментом для организаций, стремящихся оптимально организовать процессы миграции данных в рамках внедрения ERP-системы. Это, в свою очередь, создаст предпосылки для снижения затрат, повышения качества данных и улучшения взаимодействия между бизнес-процессами, что является необходимым условием для успешного функционирования в условиях современного бизнеса.

Список литературы

1. Chen I.J. Planning for ERP systems: Analysis and future trend // Business Process Management Journal. 2001. Vol. 7 (5). P. 374–386. DOI: 10.1108/14637150110406768
2. Логоновский О.В., Максимов А.А. Корпоративное управление: науч. изд. М.: Машиностроение-1, 2007. Т. 2. 624 с.
3. Sarmah S.S. Data Migration. *Science and Technology*. 2018. Vol. 8 (1). P. 1–10. DOI: 10.5923/j.scit.20180801.01

4. Kulkarni N., Bansal S. Defining Data Migration Strategies for Seamless ERP Transformation-Case Study // *Journal of Economics & Management Research*. 2023. Vol. 4 (3). P. 1–7. DOI: 10.47363/JESMR/2023(4)210
5. Gierszal O. Data Migration Strategy for a Legacy App: Step-by-Step Guide // Brainhub. 2024. URL: <https://brainhub.eu/library/data-migration-strategy-legacy-app> (дата обращения: 10.05.2025).
6. Miyamoto N., Higuchi K., Tsuji T. Incremental Data Migration for Multi-database Systems Based on MySQL with Spider Storage Engine // *IIAI 3rd International Conference on Advanced Applied Informatics*. 2014. P. 745–750.
7. Hussain Sh. Beyond Theory: Practical Approaches to Modern Data Migration Challenges. 2025. URL: <https://www.researchgate.net/> (дата обращения: 10.05.2025).
8. Khatri D. Data Migration Strategies in SAP S4 HANA: Key Insights // *International Journal of Novel Research and Development*. 2023. Vol. 8 (5).
9. Laxman V. The Science of Data Migration: Bridging Theory and Practice in Real-World Scenarios. 2025. URL: <https://www.researchgate.net/> (дата обращения: 10.05.2025).
10. Kunduru A.R. Data conversion strategies for ERP implementation projects // *Central Asian journal of mathematical theory and computer sciences*. 2023. Vol. 4 (9). P. 1–6.
11. Thalheim B., Wang Q. Data migration: A theoretical perspective // *Data & Knowledge Engineering*. 2013. Vol. 87. P. 260–278. DOI: 10.1016/j.datak.2012.12.003
12. Manjunath T.N., Hegadi R.S. Data Quality Assessment Model for Data Migration Business Enterprise // *International Journal of Engineering and Technology*. 2013. Vol. 5 (1). P. 101–109.
13. Alotaibi O.E., Pardede E. Transformation of Schema from Relational Database (RDB) to NoSQL Databases // *Data*. MDPI. 2019. Vol. 4 (4). P. 148–159. DOI: 10.3390/data4040148
14. Hanine M., Bendarag A., Boutkhom O. Data Migration Methodology from Relational to NoSQL Databases. *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information, Engineering*. 2015. Vol. 9 (12). P. 2566–2570. DOI: 10.5281/zenodo.1339211
15. Model Transformation and Data Migration from Relational Database to MongoDB / T. Jia, X. Zhao, Z. Wang et al. // 2016 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress). 2016. P. 60–67. DOI: 10.1109/BigDataCongress.2016.16
16. Mason R.T. NoSQL databases and data modeling techniques for a document-oriented NoSQL database // *Informing Science & IT Education Conference (InSITE)*. 2015. P. 259–268. DOI: 10.1109/BigDataCongress.2016.16
17. Thalheim B., Wang Q. Towards a Theory of Refinement for Data Migration // Part of the Lecture Notes in Computer Science book series (LNISA, volume 6998). 2011. P. 1–14. DOI: 10.1016/j.datak.2012.12.003
18. Управление промышленными предприятиями: стратегии, механизмы, системы: моногр. / О.В. Логиновский, А.А. Максимов, В.Н. Бурков и др.; под ред. О.В. Логиновского. М.: Инфра-М, 2018. 410 с.
19. Логиновский, О.В. Эффективное управление организационными и производственными структурами: моногр. / О.В. Логиновский, А.В. Голлай, О.И. Дранко и др.; под ред. О.В. Логиновского. М.: Инфра-М, 2020. 450 с. (Научная мысль). DOI: 10/12737/1087996
20. Bahssas D.M., AlBar A.M., Hoque R. Enterprise Resource Planning (ERP) Systems: Design, Trends and Deployment // *The International Technology Management Review*. 2015. Vol. 5. P. 72–81. DOI: 10.2991/itm.2015.5.2.2

References

1. Chen I.J. Planning for ERP systems: Analysis and future trend // *Business Process Management Journal*. 2001;7(5):374–386. DOI: 10.1108/14637150110406768
2. Loginovskiy O.V., Maksimov A.A. *Korporativnoye upravleniye: nauch. izd.* [Corporate Management: Sci. Publ.]. Moscow: Mashinostroenie-1 Publ.; 2007. Vol. 2. 624 p. (In Russ.)
3. Sarmah S.S. Data Migration. *Science and Technology*. 2018;8(1):1–10. DOI: 10.5923/j.scit.20180801.01
4. Kulkarni N., Bansal S. Defining Data Migration Strategies for Seamless ERP Trans-

- formation-Case Study. *Journal of Economics & Management Research*. 2023;4(3):1–7. DOI: 10.47363/JESMR/2023(4)210
5. Gierszal O. Data Migration Strategy for a Legacy App: Step-by-Step Guide. *Brainhub*. 2024. Available at: <https://brainhub.eu/library/data-migration-strategy-legacy-app> (accessed 10 May 2025).
6. Miyamoto N., Higuchi K., Tsuji T. Incremental Data Migration for Multi-database Systems Based on MySQL with Spider Storage Engine. In: *IIAI 3rd International Conference on Advanced Applied Informatics*. 2014. p. 745–750.
7. Hussain Sh. Beyond Theory: Practical Approaches to Modern Data Migration Challenges. 2025. Available at: <https://www.researchgate.net/> (accessed 10 May 2025).
8. Khatri D. Data Migration Strategies in SAP S4 HANA: Key Insights. *International Journal of Novel Research and Development*. 2023;8(5).
9. Laxman V. The Science of Data Migration: Bridging Theory and Practice in Real-World Scenarios. 2025. Available at: <https://www.researchgate.net/> (accessed 10 May 2025).
10. Kunduru A.R. Data conversion strategies for ERP implementation projects. *Central Asian journal of mathematical theory and computer sciences*. 2023;4(9):1–6.
11. Thalheim B., Wang Q. Data migration: A theoretical perspective. *Data & Knowledge Engineering*. 2013;87:260–278. DOI: 10.1016/j.datak.2012.12.003
12. Manjunath T.N., Hegadi R.S. Data Quality Assessment Model for Data Migration Business Enterprise. *International Journal of Engineering and Technology*. 2013;5(1):101–109.
13. Alotaibi O.E., Pardede E. Transformation of Schema from Relational Database (RDB) to NoSQL Databases. *Data. MDPI*. 2019;4(4):148–159. DOI: 10.3390/data4040148
14. Hanine M., Bendarag A., Boutkhoum O. Data Migration Methodology from Relational to NoSQL Databases. *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information, Engineering*. 2015;9(12):2566–2570. DOI: 10.5281/zenodo.1339211
15. Jia T., Zhao X., Wang Z., Gong D., Ding G. Model Transformation and Data Migration from Relational Database to MongoDB. In: *2016 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)*. 2016. P. 60–67. DOI: 10.1109/BigDataCongress.2016.16
16. Mason R.T. NoSQL databases and data modeling techniques for a document-oriented NoSQL database. In: *Informing Science & IT Education Conference (InSITE)*. 2015. P. 259–268. DOI: 10.1109/BigDataCongress.2016.16
17. Thalheim B., Wang Q. Towards a Theory of Refinement for Data Migration. *Part of the Lecture Notes in Computer Science book series (LNISA, volume 6998)*. 2011. P. 1–14. DOI: 10.1016/j.datak.2012.12.003
18. Loginovsky O.V., Maksimov A.A., Burkov V.N., Burkova I.V., Gelrud Ya.D., Korennaya K.A., Shestakov A.L. *Upravlenie promyshlennymi predpriyatiyami: strategii, mekhanizmy, sistemy: monogr.* [Industrial Enterprise Management: Strategies, Mechanisms, Systems. Monograph]. Moscow: Infra-M Publ.; 2018. 410 p. (In Russ.)
19. Loginovskiy O.V., Gollay A.V., Dranko O.I., Shestakov A.L., Shinkarev A.A. *The effective management of organizational and production structures. Monograph*. Moscow: Infra-M Publ.; 2020. 456 p. (In Russ.) DOI: 10.12737/1087996
20. Bahssas D.M., AlBar A.M., Hoque R. Enterprise Resource Planning (ERP) Systems: Design, Trends and Deployment. *The International Technology Management Review*. 2015;5:72–81. DOI: 10.2991/itmr.2015.5.2.2

Информация об авторах

Логоновский Олег Витальевич, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; loginovskii@yus.ru.

Голубева Ольга Леонидовна, старший преподаватель кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах, Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, Россия; golubeva.ol@mail.ru.

Information about the authors

Oleg V. Loginovskiy, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Head of the Department of Informational and Analytical Support of Control in Social and Economic Systems, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; loginovskiiiov@susu.ru.

Olga L. Golubeva, Senior Lecturer of the Department of Informational and Analytical Support of Control in Social and Economic Systems, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia; golubeva.ol@mail.ru.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 12.05.2025

The article was submitted 12.05.2025