

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
AUTOMATION AND CONTROL**

УДК 004

DOI: 10.18413/2518-1092-2025-10-1-0-4

**Хемраев Д.¹
Серебровский В.В.²
Быканов И.Г.¹**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ OPEN SOURCE РЕШЕНИЙ
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНТЕГРАЦИИ
БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ ODOO ФРЕЙМВОРКА**

¹⁾ Белгородский государственный университет,
ул. Победы, 85, Белгород, 308015, Россия
²⁾ г. Курск, Россия

e-mail: dessanhemrayev@gmail.com

Аннотация

В статье рассматриваются решения, которые помогают управлять организацией и ее бизнес-процессами с помощью электронных инструментов на основе открытого программного обеспечения. Для управления организацией и ее бизнес-процессами необходимы системы, которые имеют набор модулей, позволяющих быстро автоматизировать бизнес-процессы предприятия, интегрировать их уже имеющимися инфраструктурами и управлять процессами в режиме одного окна [1-4]. Эти решения позволяют автоматизировать такие процессы, как управление продажами (автоматизация процесса от заказа до платежа, интеграция с CRM для эффективного взаимодействия с клиентами), склад (управление запасами, логистикой и отслеживанием товаров в режиме реального времени), проекты (организация командной работы, планирование задач, контроль за выполнением проектов), бухгалтерия (управление финансовыми потоками, подготовка отчетности, интеграция с другими модулями для автоматической передачи данных), управление персоналом (учет рабочего времени, расчет заработной платы, управление отпусками и больничными). Эти бизнес-процессы тесно связаны между собой. Цель работы – разработать методику, которая позволит полностью автоматизировать работу предприятия. На примере Odoo можно показать как интегрировать различные бизнес-процессы в рамках одной системы: от управления продажами и закупками до бухгалтерского учёта и управления проектами. Однако использование Odoo как продукта не обеспечивает полной автоматизации предприятия без участия разработчиков, аналитиков и архитекторов [4-6].

Ключевые слова: ERP; Odoo; автоматизация; бизнес-процесс; интеграция; open source

Для цитирования: Хемраев Д., Серебровский В.В., Быканов И.Г. Использование open source решений для автоматизации и интеграции бизнес-процессов на примере Odoo фреймворка // Научный результат. Информационные технологии. – Т. 10, №1, 2025. – С. 36-46. DOI: 10.18413/2518-1092-2025-10-1-0-4

**Hemrayev D.¹
Serebrovsky V.V.²
Bykanov I.G.¹**

**USING OPEN SOURCE SOLUTIONS FOR AUTOMATION
AND INTEGRATION OF BUSINESS PROCESSES USING
THE ODOO FRAMEWORK AS AN EXAMPLE**

¹⁾ Belgorod State National Research University,
85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia
²⁾ Kursk, Russia

e-mail: dessanhemrayev@gmail.com

Abstract

The article discusses solutions that help manage an organization and its business processes using electronic tools based on open source software. To manage an organization and its business

processes, we need systems that have a set of modules that allow us to quickly automate the enterprise's business processes, integrate them with existing infrastructures and manage processes in a single window mode [1-4]. These solutions allow you to automate processes such as: Sales management (automation of the process from order to payment, integration with CRM for effective interaction with customers), warehouse (inventory management, logistics and tracking of goods in real time), projects (organizing teamwork, planning tasks, monitoring project implementation), accounting (managing financial flows, preparing reports, integrating with other modules for automatic data transfer), personnel management (accounting of working hours, calculation of wages, management of vacations and sick leaves). These business processes are closely related to each other. Our goal is to develop a methodology that will allow for the complete automation of enterprise operations. Using Odoo as an example, we can show how to integrate various business processes within a single system: from sales and procurement management to accounting and project management. However, using Odoo as a product does not provide complete automation of an enterprise without the participation of developers, analysts, and architects [4-6].

Keywords: ERP; Odoo; automation; business process; integration; open source

For citation: Hemrayev D., Serebrovsky V.V., Bykanov I.G. Using open source solutions for automation and integration of business processes using the Odoo framework as an example // Research result. Information technologies. – Т. 10, №1, 2025. – P. 36-46. DOI: 10.18413/2518-1092-2025-10-1-0-4

ВВЕДЕНИЕ

В условиях цифровой трансформации бизнесов, интеграция и автоматизация бизнес-процессов становится одним из ключевых факторов для повышения эффективности работы. В этом контексте система управления ресурсами предприятия (ERP) занимает центральное место. На рынке представлено множество решений для управления предприятиями, среди которых выделяются такие известные бренды, как Microsoft Dynamics, SAP, Oracle, Salesforce, NetSuite, Zoho, Infor, Epicor и многие другие (рисунок 1) [7-8].

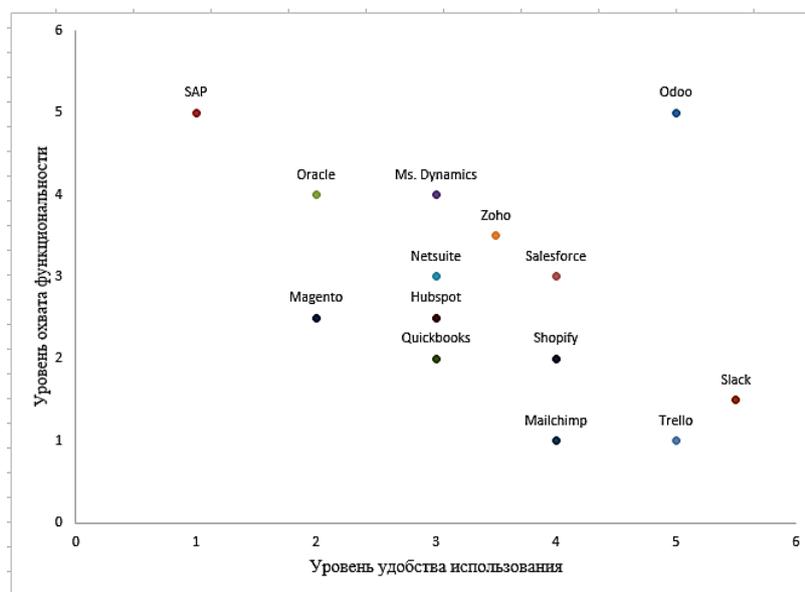


Рис. 1. ERP системы для управления предприятиями
Fig. 1. ERP systems for enterprise management

Эти системы предлагают обширный набор инструментов для управления бизнес-процессами, финансами, производством и другими аспектами деятельности компании. Однако их внедрение и эффективное использование требуют значительных ресурсов и глубоких знаний, что делает их приобретение и освоение настоящим вызовом для компаний.

Таблица 1

Оценки ERP систем

Table 1

ERP systems ratings

Платформа	Уровень охвата функциональности	Уровень удобства использования
Odoo	5	5
SAP	1	5
Oracle	2	4
Ms. Dynamics	3	3,8
Netsuite	3	3
Salesforce	4	3
Zoho	3,5	3,5
Magento	2	2,5
Hubspot	3	2,5
Quickbooks	3	2
Shopify	4	2
Mailchimp	4	1
Slack	5,5	1,5
Trello	5	1

Примечания:

- Уровень охвата функциональности (1-5): где 5 – максимальный охват (многофункциональные решения), 1 – минимальный охват (узкоспециализированные решения).
- Уровень удобства использования (1-5): где 5 – самый высокий уровень удобства, 1 – наименьший.

В условиях современного мира важно найти баланс между функциональными возможностями систем управления предприятием и их адаптацией к местным реалиям. Например, система 1С, разработанная для стран СНГ, может столкнуться с трудностями при внедрении в других регионах. Даже в некоторых странах СНГ 1С с трудом приживается. В Белоруссии же система Odoo уже занимает значительную долю рынка, значительно потеснив 1С. Однако у 1С есть уникальное преимущество — локализация бухгалтерии для сдачи отчётности в налоговую. Поэтому при выборе решения для управления предприятием необходимо учитывать, как его функциональные возможности, так и уровень адаптации к местным условиям. Так как Odoo процессно-ориентированная система (в отличие от 1С, которая является документоориентированной системой) в которой реализованы все основные и вспомогательные процессы практически любой компании. И если компания не имеет описанных и утвержденных процессов она легко может взять уже заложенные в систему процессы.

Основной особенностью Odoo является его модульная архитектура, которая позволяет гибко настраивать систему в соответствии с потребностями любой организации. Кроме того, Odoo обладает очень удобным и интуитивно понятным пользовательским интерфейсом, что делает его особенно привлекательным для конечных пользователей как показано на рисунке 1.

Цель данной статьи — рассмотреть возможности автоматизации и рационализации, и ключевых бизнес-процессов предприятия за счет IT-системы в которой Odoo является инструментом с открытым исходным кодом.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Управление предприятием с помощью ERP с открытым исходным кодом предназначено для управления широким спектром бизнес-процессов. Одним из таких решений является Odoo,

Платформа включает более 150 основных модулей, таких как включая CRM, бухгалтерию, производственные процессы и складское управление.

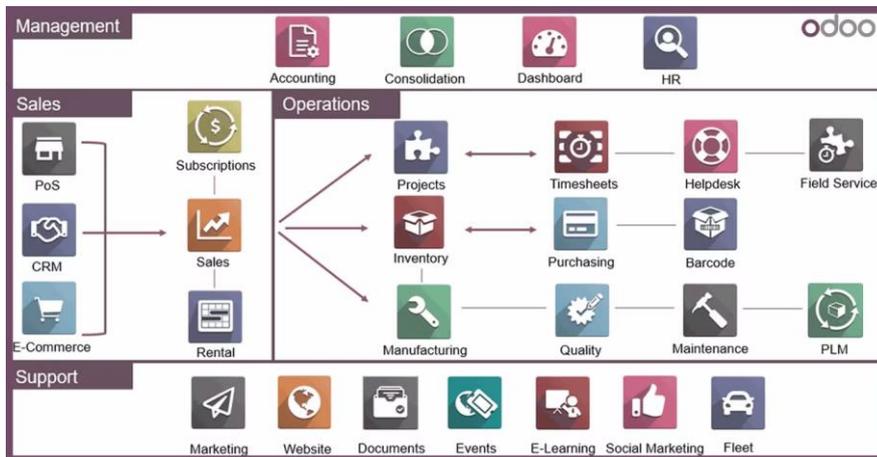


Рис. 2. Взаимосвязи между модулями Odoo
Fig. 2. Relationships between Odoo modules.

Интеграция различных аспектов бизнеса является одной из ключевых задач для эффективного управления организацией. Odoo помогает объединить такие процессы, как продажи, складское управление, бухгалтерию и маркетинг в одну систему, обеспечивая доступность данных в реальном времени.

Рассмотрим, как пример основной процесс, управление клиентами и управление продажами. Эти процессы требуют ряда действий, которые можно описать с помощью BPMN-нотации. Например, звонок клиента или его письмо, создание группы продаж и привязка ответственного сотрудника.

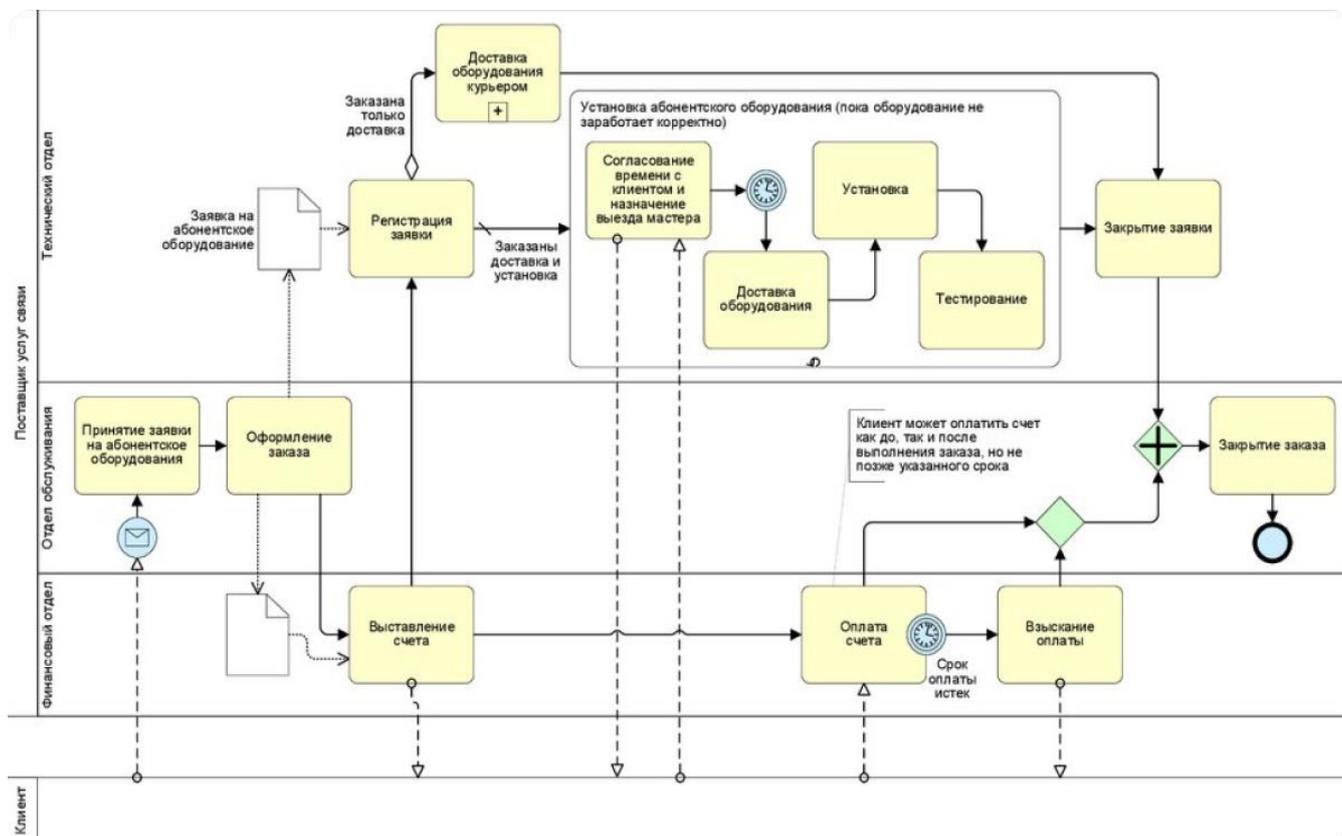


Рис. 3. BPMN-нотации модуля CRM
Fig. 3. BPMN notations of the CRM module

На основе рисунка 3 можно использовать следующие формулы для подсчета конверсии: Конверсия (Conversion Rate):

$$C = \frac{L}{V} \times 100 \quad (1)$$

Конверсия из лида в продажу (Lead to Sale Conversion Rate):

$$C_{LS} = \frac{S}{L} \times 100 \quad (2)$$

где, C – конверсия, C_{LS} – конверсия из лида в продажу, L – количество лидов, V – общее количество посетителей, S – количество продаж.

Главным преимуществом Odoo является модульная структура, которая позволяет организациям устанавливать только те модули, которые им действительно нужны. Это упрощает процесс внедрения и снижает затраты на интеграцию. Более того, модули Odoo тесно взаимосвязаны, что позволяет управлять всеми бизнес-процессами в едином информационном пространстве. Поскольку Odoo является системой с открытым исходным кодом, она предлагает высокую степень гибкости и кастомизации.

Организации могут модифицировать исходный код системы для адаптации под свои специфические нужды, а также разрабатывать собственные модули. Это делает Odoo особенно привлекательной для компаний с уникальными требованиями, где готовые решения на рынке не всегда подходят. На рисунке 4 представлена структура модуля, который интегрирует сервис Trello в систему Odoo.

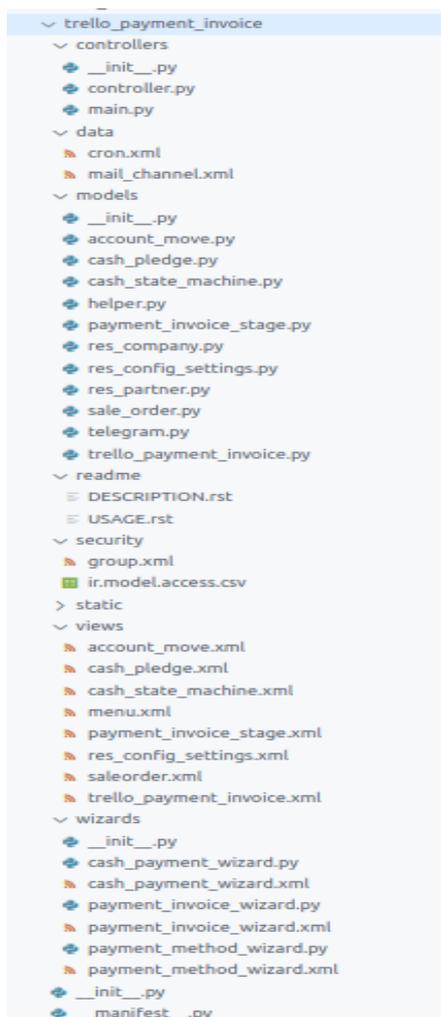


Рис. 4. Структура модуля Odoo
Fig. 4. Odoo module structure

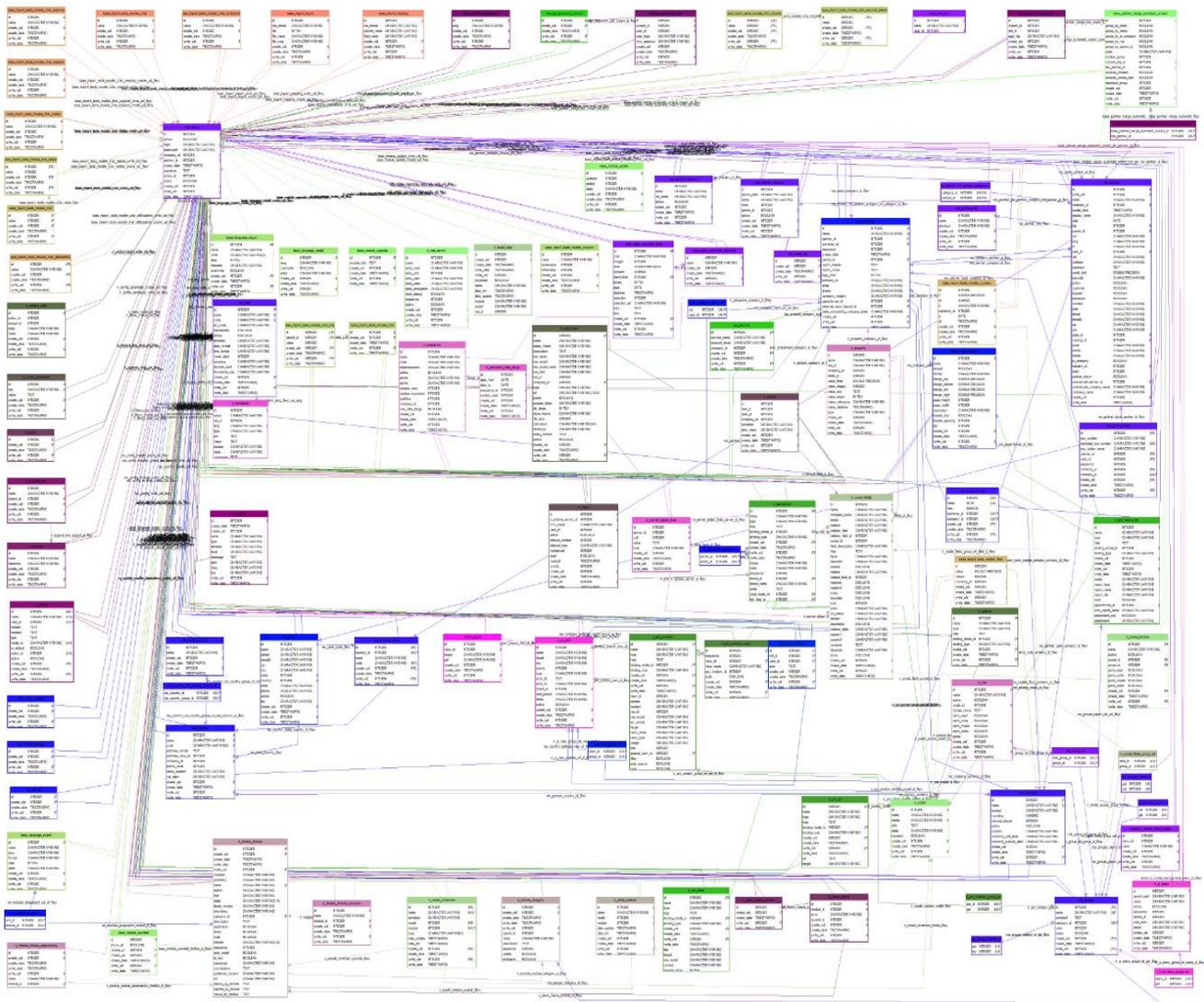


Рис. 5. Таблицы и связи между ними
Fig. 5. Tables and relationships between them

res_users	
id	INTEGER
active	BOOLEAN
login	CHARACTER VARYING
password	CHARACTER VARYING
company_id	INTEGER
partner_id	INTEGER
create_date	TIMESTAMP(6)
signature	TEXT
action_id	INTEGER
share	BOOLEAN
create_uid	INTEGER
write_uid	INTEGER
write_date	TIMESTAMP(6)

Рис. 6. Таблица res_users (главная модель Odoo)
Fig. 6. Table res_users (Odoo main model)

Odoo ORM (Object-Relational Mapping) (рисунок 5-7) — это встроенная система ORM, используемая в Odoo, платформе для управления бизнес-процессами. Она предоставляет удобный способ взаимодействия с базой данных через объекты Python.

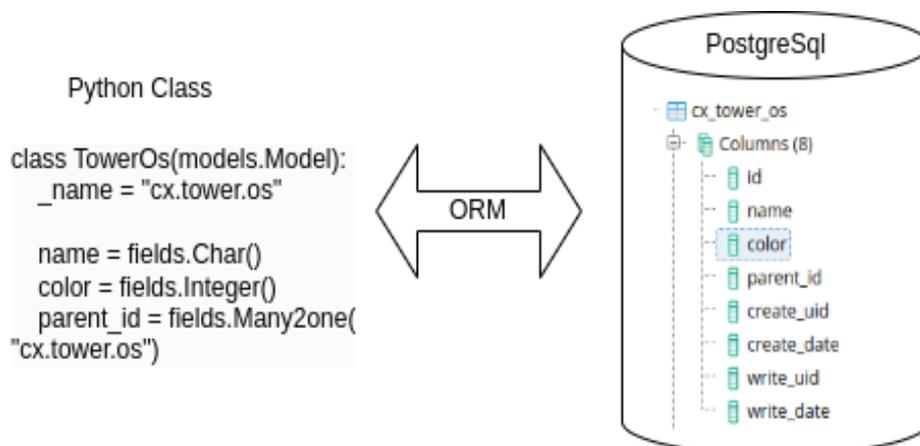


Рис. 7. Odoo ORM

Fig. 7. Odoo ORM

Рассмотрим подробнее, в чем именно заключаются сильные стороны Odoo ORM по сравнению с другими популярными ORM (рисунок 8), на примере таких характеристик, как интеграция, функциональность, производительность, удобство использования:

Django ORM – часть фреймворка Django, что делает её актуальной для веб-приложений, построенных на Django. ORM поддерживает сложные запросы, транзакции, миграции базы данных. Технология хорошо оптимизирована для веб-приложений, но может быть менее эффективна для сложных бизнес-процессов. Django ORM предоставляет удобный и интуитивно понятный интерфейс для работы с базой данных.

SQLAlchemy – независимая ORM, которая может быть использована с любым Python-приложением. Она очень мощная и гибкая, поддерживает сложные запросы, транзакции, миграции базы данных. Обладает высокой производительностью, особенно в сложных сценариях, но при этом более сложная в использовании по сравнению с Django ORM, хотя и предоставляет больше контроля над SQL-запросами.

Hibernate (Java) – широко используется в Java-приложениях, особенно в корпоративных решениях. Технология поддерживает сложные запросы, транзакции, кэширование. Обладает высокой производительностью, особенно в сложных корпоративных приложениях. Порог входа может быть сложной для новичков.

Entity Framework (.NET) – часть платформы .NET, что делает её актуальной для разработки .NET-приложений. ORM сложные запросы, транзакции, миграции базы данных. В основном она оптимизирована под .NET-приложений. Предоставляет удобный и интуитивно понятный интерфейс для работы с базой данных.

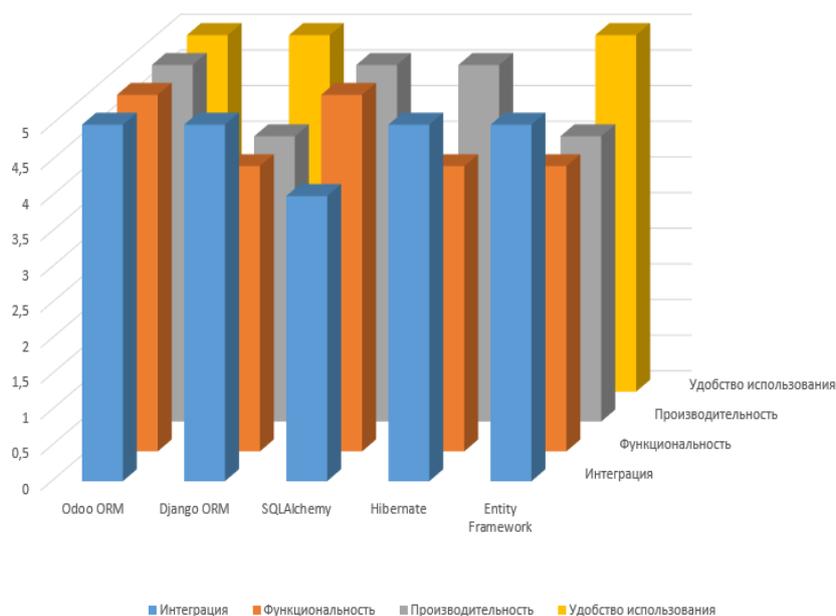


Рис. 8. Сравнение популярных ORM
Fig. 8. Comparison of popular ORMs

В свою очередь, Odoo ORM объединяет в себе, ключевые преимущества других технологий для работы с базами данных, оно очень тесно интегрирована с Odoo, что позволяет без проблем вести разработку модулей и приложений внутри этой платформы. ORM поддерживает сложные запросы, транзакции, отношения между моделями (один-ко-многим, многие-ко-многим и т.д.). Технология оптимизирована для работы с большими объёмами данных и сложными бизнес-процессами, а также предоставляет высокоуровневые API для выполнения CRUD операций, что упрощает разработку.

Таблица 2

Оценки ORM

Table 2

ORM Estimates

ORM	Интеграция	Функциональность	Производительность	Удобство использования
Odoo ORM	5	5	5	5
Django ORM	5	4	4	5
SQLAlchemy	4	5	5	3
Hibernate	5	4	5	3
Entity Framework	5	4	4	5

Odoo ORM – это удобный инструмент для создания модулей и приложений внутри Odoo. Он работает быстро и прост в использовании. Однако есть и другие ORM, которые мы описали выше. Они тоже имеют свои плюсы и могут быть лучше подходят для разных задач и платформ. Какой

ORM выбрать, зависит от того, что именно требуется для проекта и на какой платформе он будет работать.

Главное преимущество Odoo – это автоматизация повседневных задач. Благодаря этому компании могут быстрее выполнять работу, лучше контролировать процессы и меньше допускать ошибок из-за человеческого фактора. В Odoo можно настраивать рабочие процессы, чтобы автоматизировать выполнение задач на разных этапах работы. Например, система может сама менять статус заказа, отправлять уведомления клиентам или создавать счета после завершения заказов [3-7].

Аналитика и отчетность. Odoo предоставляет встроенные инструменты для анализа данных и генерации отчетов. Благодаря возможности доступа к данным в реальном времени, руководители могут получать актуальную информацию о состоянии бизнеса, что помогает принимать обоснованные решения.

ERP-решения, будучи системой с открытым исходным кодом, должны обладать рядом важных преимуществ по сравнению с коммерческими ERP-решениями. Такими как:

1. Централизация данных. Все процессы управления организацией объединены в одной системе, что устраняет необходимость использования разрозненных программ и снижает вероятность ошибок.

2. Гибкость и кастомизация: организации могут настраивать и изменять систему под свои уникальные потребности.

3. Масштабируемость: ERP-решение должно легко адаптироваться как для малого бизнеса, так и для крупных корпораций.

4. Прозрачность и контроль. Благодаря интеграции модулей и доступу к данным в реальном времени руководство компании может контролировать все процессы и оперативно принимать решения.

5. Удобство интеграции с внешними сервисами. ERP-решение должно поддерживать интеграцию с многочисленными сторонними сервисами, что делает её универсальной для компаний, работающих с разными инструментами и платформами.

6. Многочисленное сообщество разработчиков – у Odoo большое сообщество пользователей и разработчиков, которые по всему миру активно вносят вклад в развитие платформы, предлагая новые модули и улучшения.

7. Odoo CE – система с открытым кодом, не требующая дополнительных расходов. Отсутствие лицензионных сборов и возможность самостоятельной поддержки системы снижают общие расходы на эксплуатацию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ подтверждает, что использование open source решений для автоматизации бизнес-процессов, в частности на примере фреймворка Odoo, является стратегически значимым направлением в контексте цифровизации предприятий. Их применение способствует совершенствованию внутренних процессов, улучшению контроля над операциями и снижению расходов на внедрение и последующее обслуживание созданных решений.

Таким образом, open source платформы, такие как Odoo, трансформируют парадигму автоматизации бизнеса, смещая акцент с «готовых решений» на экосистемы с открытым кодом. Это требует пересмотра подходов к ИТ-стратегии компаний, где приоритетом становится не только внедрение инструментов, но и развитие внутренних экспертиз для их адаптации.

Список литературы

1. Козич П.А. Обзор современной корпоративной информационной системы Odoo / П.А. Козич // Постулат. – 2020. – № 1(51). – С. 42.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022619604 Российская Федерация. Система управления бизнесом ErpSmart: № 2022619054: заявл. 20.05.2022: опубл. 24.05.2022 / В.В. Серебровский, Е.Ф. Старков; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "СЕВА".

3. Ломазов В.А. Управление ИТ-инфраструктурой корпоративных информационных систем / В.А. Ломазов, В.С. Нехотина. – Белгород: Белгородский университет кооперации, экономики и права, 2017. – 99 с.
4. Винтаев В.Н. Теоретические положения и средства исследования эффективности ИТ-проектов по управлению ИТ-инфраструктурой предприятия на основе системного подхода / В.Н. Винтаев, В.А. Ломазов, В.С. Нехотина. – Белгород: Белгородский университет кооперации, экономики и права, 2019. – 95 с.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022617118 Российская Федерация. Odoo Russian Edition: № 2022615929: заявл. 07.04.2022: опублик. 18.04.2022; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "ИТЕРРА-Информационные Технологии".
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023668727 Российская Федерация. Программа для российской локализации системы Odoo: № 2023667662: заявл. 22.08.2023: опублик. 01.09.2023 / М.К. Скворцов.
7. Sretenović A. Comparative analysis of ERP systems: Microsoft Dynamics NAV and Odoo Community / A. Sretenović, O. Pantelić, M. Đukić // International Independent Scientific Journal. – 2023. – No. 56. – P. 29-33. – DOI 10.5281/zenodo.10082538.
8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023682496 Российская Федерация. Программа для управления техническим обслуживанием и ремонтом на базе Odoo: № 2023680846: заявл. 09.10.2023: опублик. 26.10.2023 / М.К. Скворцов.
9. Gartner Magic Quadrant & Critical Capabilities. URL: <https://www.gartner.com/en/research/magic-quadrant> (дата обращения: 01.12.2024)
10. Magic Quadrant. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Magic_Quadrant (дата обращения: 01.12.2024)
11. ERP Odoo implementation in small retailers / A. Arvianto, Z. Fanani Rosyada, S. Saptadi [et al.] // International Journal of Applied Science and Engineering Review. – 2022. – Vol. 03. – No. 06. – P. 66-85. – DOI 10.52267/ijaser.2022.3605.
12. Murgul V. Energy Performance Simulation and Evaluation of Various Construction Types for a Residential Building (International ODOO Project) / V. Murgul, Z. Popovic // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport EMMFT 2017: Conference proceedings. Серия: Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol. 692. – Cham: Springer, 2018. – P. 563-576. – DOI 10.1007/978-3-319-70987-1_60.
13. Pichidtienthum S. Developing Module Generation for Odoo Using Concept of Low-Code Development Platform and Automation Systems / S. Pichidtienthum, P. Pugsee, N. Cooharajanone // 2021 IEEE 8th International Conference on Industrial Engineering and Applications, ICIEA 2021: 8, Virtual, Chengdu, 23–26 апреля 2021 года. – Virtual, Chengdu, 2021. – P. 529-533. – DOI 10.1109/ICIEA52957.2021.9436754.
14. Supriyono S. Software Development project management based on work Breakdown Structure and Odoo ERP / S. Supriyono, N. Chasanah // Jurnal Teknik Informatika (Jutif). – 2023. – Vol. 4, No. 4. – P. 893-898. – DOI 10.52436/1.jutif.2023.4.4.1077.
15. Implementasi E-Commerce Menggunakan Odoo Dengan Sistem Enterprise Resource Planning (Studi kasus: Azmya Pramuka) / R. Komalasari, R. Khoerunnisa, Z. Munawar, N.I. Putri // INFORMATION MANAGEMENT FOR EDUCATORS AND PROFESSIONALS: Journal of Information Management. – 2023. – Vol. 7. – No. 2. – P. 144. – DOI 10.51211/imbi.v7i2.2315.

References

1. Kozic P.A. Review of the modern corporate information system Odoo / P.A. Kozic // Postulate. – 2020. – No. 1 (51). – P. 42.
2. Certificate of state registration of a computer program No. 2022619604 Russian Federation. ErpSmart business management system: No. 2022619054: declared. 20.05.2022: published. 24.05.2022 / V.V. Serebrovsky, E.F. Starkov; applicant Limited Liability Company "SEVA".
3. Lomazov V.A. Management of the IT infrastructure of corporate information systems / V.A. Lomazov, V.S. Nekhotina. – Belgorod: Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, 2017. – 99 p.
4. Vintaev V.N. Theoretical provisions and means of studying the effectiveness of IT projects for managing the IT infrastructure of an enterprise based on a systems approach / V.N. Vintaev, V.A. Lomazov, V.S. Nekhotina. – Belgorod: Belgorod University of Cooperation, Economics and Law, 2019. – 95 p.
5. Certificate of state registration of the computer program No. 2022617118 Russian Federation. Odoo Russian Edition: No. 2022615929: appl. 07.04.2022: published 18.04.2022; applicant Limited Liability Company "ИТЕРРА-Information Technologies".

6. Certificate of state registration of computer program No. 2023668727 Russian Federation. Software for Russian localization of the Odoo system: No. 2023667662: declared 22.08.2023: published 01.09.2023 / M.K. Skvortsov.

7. Sretenović A. Comparative analysis of ERP systems: Microsoft Dynamics NAV and Odoo Community / A. Sretenović, O. Pantelić, M. Đukić // International Independent Scientific Journal. – 2023. – No. 56. – P. 29-33. – DOI 10.5281/zenodo.10082538.

8. Certificate of state registration of computer program No. 2023682496 Russian Federation. Software for managing technical maintenance and repairs based on Odoo: No. 2023680846: declared. 09.10.2023: published. 26.10.2023 / M.K. Skvortsov.

9. Gartner Magic Quadrant & Critical Capabilities. URL: <https://www.gartner.com/en/research/magic-quadrant> (date accessed: 12/01/2024)

10. Magic Quadrant. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Magic_Quadrant (date accessed: 12/01/2024)

11. ERP Odoo implementation in small retailers / A. Arvianto, Z. Fanani Rosyada, S. Saptadi [et al.] // International Journal of Applied Science and Engineering Review. – 2022. – Vol. 03. – No. 06. – P. 66-85. – DOI 10.52267/ijaser.2022.3605. – EDN PJWAQR.

12. Murgul, V. Energy Performance Simulation and Evaluation of Various Construction Types for a Residential Building (International ODOO Project) / V. Murgul, Z. Popovic // International Scientific Conference Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport EMMFT 2017: Conference proceedings. Series: Advances in Intelligent Systems and Computing. Vol. 692. – Cham: Springer, 2018. – P. 563-576. – DOI 10.1007/978-3-319-70987-1_60. – EDN XRXCGL.

13. Pichidtienthum, S. Developing Module Generation for Odoo Using Concept of Low-Code Development Platform and Automation Systems / S. Pichidtienthum, P. Pugsee, N. Cooharajanone // 2021 IEEE 8th International Conference on Industrial Engineering and Applications, ICIEA 2021: 8, Virtual, Chengdu, April 23–26, 2021. – Virtual, Chengdu, 2021. – P. 529-533. – DOI 10.1109/ICIEA52957.2021.9436754.

14. Supriyono, S. Software Development project management based on work Breakdown Structure and Odoo ERP / S. Supriyono, N. Chasanah // Jurnal Teknik Informatika (Jutif). – 2023. – Vol. 4, No. 4. – P. 893-898. – DOI 10.52436/1.jutif.2023.4.4.1077.

15. Implementasi E-Commerce Menggunakan Odoo Dengan Sistem Enterprise Resource Planning (Studi kasus: Azmya Pramuka) / R. Komalasari, R. Khoerunnisa, Z. Munawar, N.I. Putri // INFORMATION MANAGEMENT FOR EDUCATORS AND PROFESSIONALS: Journal of Information Management. – 2023. – Vol. 7. – No. 2. – P. 144. – DOI 10.51211/imbi.v7i2.2315.

Хемраев Дессан, аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Серебровский Вадим Владимирович, доктор технических наук, профессор, независимый исследователь, г. Курск, Россия

Быканов Иван Григорьевич, магистрант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Hemrayev Dessan, Postgraduate Student, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Serebrovsky Vadim Vladimirovich, Doctor of Engineering, Professor, independent researcher, Kursk, Russia

Bykanov Ivan Grigorievich, Master's Degree Student, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia