

# Math-Net.Ru

All Russian mathematical portal

S. I. Spivak, N. D. Morozkin, L. A. Lukyanov, Metaobject approach for modeling enterprise business processes inside single ERP system,

*Sistemy i Sredstva Inform.*, 2019, Volume 29, Issue 2, 113–121

<https://www.mathnet.ru/eng/ssi644>

Use of the all-Russian mathematical portal Math-Net.Ru implies that you have read and agreed to these terms of use

<https://www.mathnet.ru/eng/agreement>

Download details:

IP: 18.97.9.169

April 30, 2025, 16:37:10



## МЕТАОБЪЕКТНЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ В РАМКАХ ЕДИНОЙ ERP-СИСТЕМЫ

*С. И. Спивак<sup>1</sup>, Н. Д. Морозкин<sup>2</sup>, Л. А. Лукьянов<sup>3</sup>*

**Аннотация:** Объединение бизнес-процессов предприятия внутри единой информационной системы носит массовый характер. Оптимизация деятельности предприятий в условиях гибкого рынка и стремительного технического прогресса невозможна без использования единой информационной системы. Существует огромное число ERP (Enterprise Resource Planning) систем, призванных решить в полной мере задачу автоматизации всех процессов на предприятии. Однако ни одна из них не способна в полной мере учитывать существующие механизмы автоматизации на предприятии. Эти механизмы обычно реализованы не только в виде документов с техническим заданием к тому или иному бизнес-процессу, но и как программные решения, обычно разработанные с помощью достаточно устаревших технологий. В данной работе рассматривается ERP-система собственной разработки, в которую заложен абсолютно новый подход внедрения, разработки и организации единого информационного пространства для всех подразделений предприятия. Предлагается метод внедрения, основанный на последовательном замещении существующей реализации бизнес-процессов подсистемами внедряемой платформы. Рассматривается метаобъектный подход к реализации бизнес-процессов, который может быть легко использован специалистами предметных областей, работающими непосредственно на предприятии. Предлагаемая ERP-система не изменяет логику существующих бизнес-процессов, но обеспечивает их интеграцию, прозрачность и единую модель данных.

**Ключевые слова:** MRP; MRP II; MES; CRUD; единое информационное пространство; планирование ресурсов; моделирование информационных систем; платформа; архитектура ERP

**DOI:** 10.14357/08696527190210

### 1 Введение

Как известно, существует огромное число информационных систем, призванных регулировать деятельность подразделений на предприятиях различной отраслевой принадлежности: промышленной, торговой, транспортной, финан-

<sup>1</sup>Башкирский государственный университет, semen.spivak@mail.ru

<sup>2</sup>Башкирский государственный университет, rector@bsunet.ru

<sup>3</sup>Башкирский государственный университет, leonlukyanov@gmail.com

совой. Такие информационные системы помимо основной функциональности оптимизируют деятельность того или иного подразделения на предприятии. Очевидно, что отделы в организации постоянно взаимодействуют между собой в процессе создания товаров и услуг при реализации заказа. Именно по этой причине необходима интеграция информационных систем (особенно на крупном предприятии) для обеспечения прозрачности всех бизнес-процессов и оптимизации деятельности всей организации в целом [1].

В настоящее время понятие интегрированных подсистем заложено в маркетинговом термине «ERP-система». Широко распространено следующее определение этого термина: ERP — «это организационная стратегия интеграции производства и операций, управления трудовыми ресурсами, финансового менеджмента и управления активами, ориентированная на непрерывную балансировку и оптимизацию ресурсов предприятия посредством специализированного интегрированного пакета прикладного программного обеспечения, обеспечивающего общую модель данных и процессов для всех сфер деятельности» [2]. С общей точки зрения под ERP-системой понимают интегрированный пакет программного обеспечения, включающий в себя совокупность модулей (подсистем), задача которых состоит в математическом и информационном обеспечении определенного бизнес-процесса на предприятии. Исторически сложилось, что ERP-системы успешно решают задачу интеграции и оптимизации всех бизнес-процессов организации. Первые ERP-системы представляли собой системы планирования материалов. На сегодняшний день уже разработаны ERP-системы третьего поколения, организующие веб-сервисы для мобильных устройств [2]. Например, такая подсистема может автоматизировать работу отдела маркетинга, финансового отдела или отдела материально-технического обеспечения, особенно на предприятиях производственного типа. Цель ERP-системы состоит в автоматизации всех информационных процессов как внутри самой организации, так и внутри ее контрагентов. К недостаткам современных ERP-систем можно отнести сложность их внедрения и высокие финансовые затраты как при покупке, так и в процессе работы с данной системой [3]. А к достоинствам ERP-систем следует отнести прозрачность всех бизнес-процессов, простоту в управлении и устранение человеческого фактора.

Стоит отметить, что обычно при внедрении ERP-систем не производится интеграция с существующей системой; таким образом, весь накопленный опыт предприятия используется только на этапе внедрения новой системы посредством словесного или документального описания сотрудниками особенностей сложившихся на предприятии бизнес-процессов поставщикам данной ERP-системы. Можно наблюдать ситуации, когда бизнес-деятельность подстраивается под ERP-систему. Такой подход можно считать вполне адекватным и логичным в случае, когда организация небольшая или находится в процессе становления. Однако для крупных предприятий важно сохранить сложившиеся особенности деятельности всех подразделений, с тем чтобы не потерять накопленный опыт в вопросах управления, планирования и кооперации.

Авторы предлагают концептуально новый подход к моделированию бизнес-процессов любого предприятия с использованием инструмента собственной разработки — MOPEX (Meta Object Process EXecution). Моделирование включает как описательную, так и практическую части. Инструмент имеет гибкую архитектуру, множество вспомогательных сервисов и огромный потенциал к расширению и оптимизации ядра новыми возможностями. Математическая составляющая сервисов для решения задач планирования и управления представлена в виде подключаемых модулей различной структуры. Главная особенность разработанной платформы заключается в простоте моделирования новых, а также переработки существующих информационных процессов для автоматизации деятельности подразделений предприятия.

## 2 Архитектура MOPEX

Архитектура платформы MOPEX, представленная на рис. 1, имеет достаточно сложную структуру, обусловленную требованиями гибкости разработки,

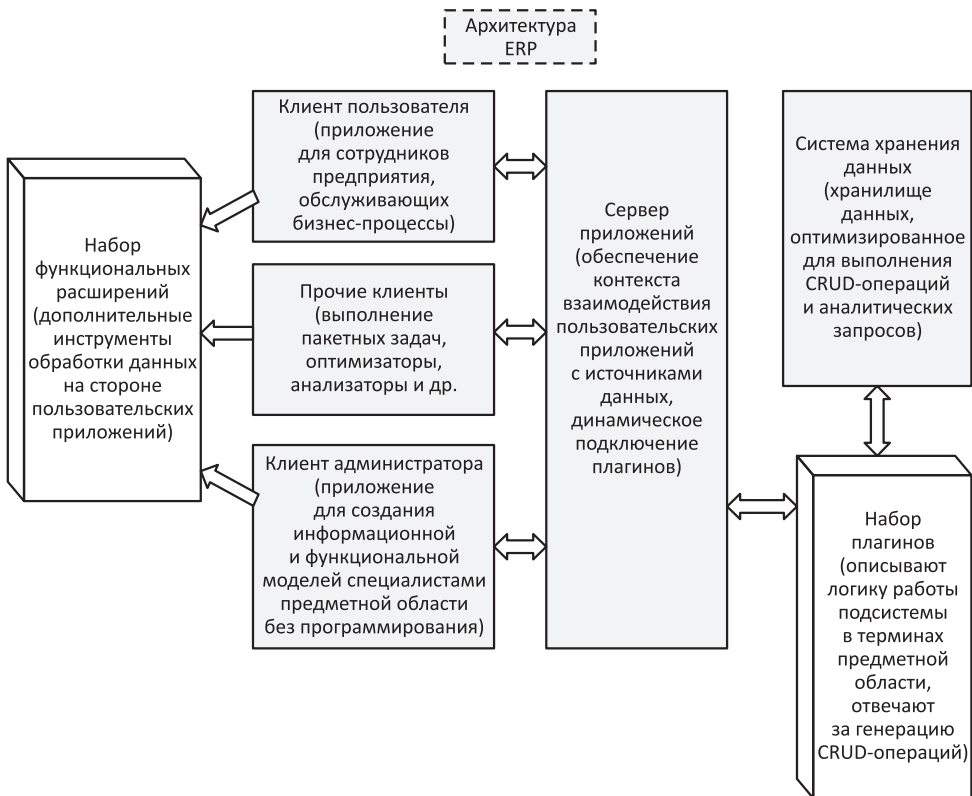


Рис. 1 Архитектура платформы MOPEX

безопасности и общей производительности. Взаимодействие основных компонентов архитектуры — сервера приложений, клиента пользователя, клиента администратора — осуществляется по сети согласно трехзвенной схеме [4]. Данная платформа позиционируется в качестве высокопроизводительной расширяемой ERP-системы, которая предоставляет инструмент описания бизнес-процессов. Стандартные решения, включаемые большинством ERP-систем, предлагаемых на рынке ИТ-индустрии, в данной платформе отсутствуют. Связано это с тем фактом, что предприятие при внедрении данной платформы должно самостоятельно моделировать бизнес-процессы по метаобъектной модели разработки.

Особенность архитектуры платформы заключается в наличии стека плагинов по управлению бизнес-логикой и стека расширений для графической обработки информации на стороне пользовательских приложений. Плагины, как и расширения, независимы друг от друга и могут подключаться в зависимости от роли пользователя системы. Например, если пользователь является разработчиком предметной области, то ему должен быть доступен инструмент построения отчетов и, возможно, инструмент создания пользовательского интерфейса. В противоположность этому, пользователь, выполняющий роль ответственного за ведение задачи, должен иметь доступ только к инструменту отображения отчетов. Набор функциональных возможностей строго определяется ролями пользователей и описывается дополнительными атрибутами (разрешен доступ, запись, выполнение, др.), позволяющими тонко настроить способ доступа к данным.

### 3 Метаобъектная модель разработки

Прежде чем перейти к рассмотрению архитектуры платформы, необходимо описать процесс разработки подсистемы для решения некоторой задачи предметной области. Следует отличать модуль ERP-системы от «подсистемы» предметной области. Модуль ERP-системы — это автономный программный продукт, предлагающий стандартное решение для автоматизации работы отдельного подразделения предприятия. Например, модулем ERP-системы является программа внутрицехового планирования [5]. В противоположность модулю, подсистема предметной области — это программный продукт, автоматизирующий некоторый бизнес-процесс. К подсистемам, например, можно отнести «Ведение маршрутов деталей и сборочных единиц (ДСЕ) внутри цеха», «Управление ДСЕ».

Для реализации подсистем на платформе MOPEX предлагается метаобъектная модель разработки, представленная на рис. 2. Данная модель представляет собой модификацию широко известной итеративной модели разработки [6]. Метаобъектная модель разработки осуществляется специалистами предметной области и включает в себя следующие этапы.

1. *Разработка информационной модели.* Формируется техническое задание (ТЗ) на разрабатываемую подсистему сотрудниками отдела. Осуществляется работа по описанию структуры данных разрабатываемой подсистемы.



**Рис. 2** Метаобъектная модель разработки

Структура данных — это набор связанных таблиц, который регламентирует способ хранения данных подсистемы. Необходимо отметить, что на этапе создания информационной модели следует учитывать, что одни и те же данные могут быть использованы в разных подсистемах. Например, при создании подсистемы «Ведение маршрутов ДСЕ внутри цеха» структура данных включает в себя данные по деталям, операциям и оборудованию.

2. *Разработка функциональной модели.* Определяются функции разрабатываемой подсистемы, строятся диаграммы USE CASE, IDEF0, DFD. Например, в подсистеме «Ведение маршрутов ДСЕ внутри цеха» можно выделить следующие функции: просмотр справочника операций цеха, создание маршрута движения ДСЕ, корректировка загруженности оборудования и т. д.
3. *Реализация информационной модели.* Информационная модель создается в системе MOPEX в виде метаобъектов. Создание осуществляется с использованием клиента «Администратор» платформы MOPEX. Метаобъект —

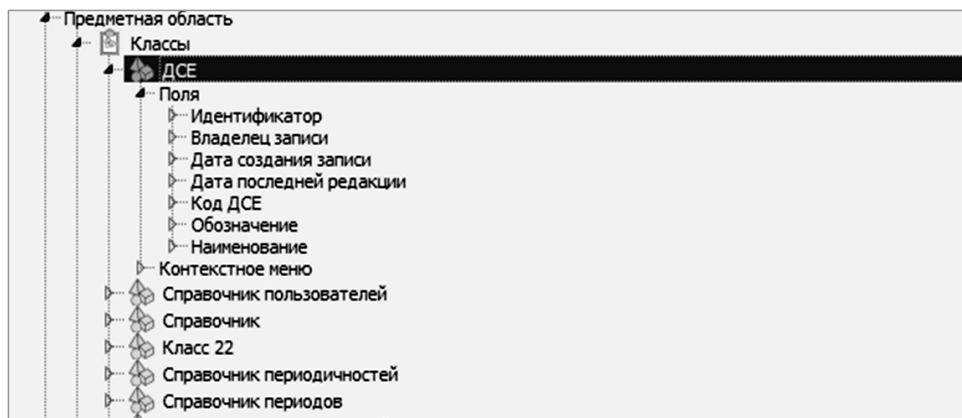


Рис. 3 Пример класса информационной модели

это класс и его окружение. Классом может выступать любой объект подсистемы, наделенный атрибутами. Окружение класса характеризует связи с другими классами подсистемы и иногда определяет встроенные функции, выполняемые при взаимодействии с данным классом. На рис. 3 приведен пример класса ДСЕ, используемого в подсистеме «Управление ДСЕ».

4. *Реализация функциональной модели.* На основе функциональной модели производится описание взаимодействия метаобъектов средствами платформы МОРЕХ, а именно выполняются следующие последовательные шаги:
  - (а) создание ролей подсистемы в соответствии с диаграммой USE CASE;
  - (б) создание пользователей подсистемы;
  - (в) назначение пользователям определенных ролей;
  - (г) создание пунктов и подпунктов меню подсистемы, отражающих основные функции подсистемы;
  - (д) определение контекстного меню, обеспечивающего выполнение некоторой функции, зависящей от текущего набора данных.

На рис. 4 приведен пример реализации функциональной модели подсистемы «Управление ДСЕ».

5. *Создание окружения подсистемы.* Производится создание дополнительных элементов разрабатываемой подсистемы: отчетных форм, экранных форм, функций по умолчанию, пакетных задач. Стоит отметить, что данные элементы не всегда являются обязательными в той или иной подсистеме. Например, в подсистеме «Управление ДСЕ» отчетные и экранные формы отсутствуют.

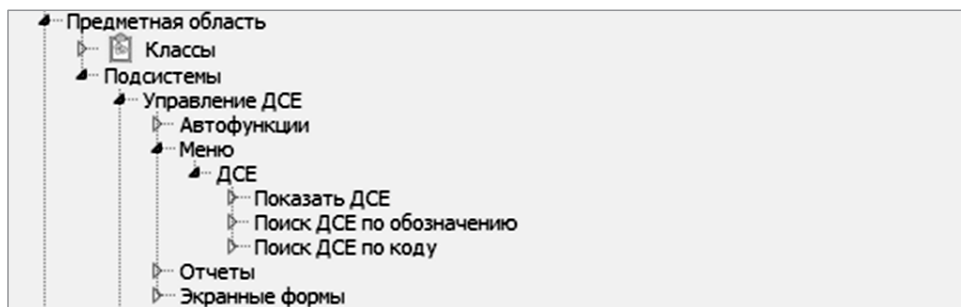


Рис. 4 Пример описания функциональной модели

6. *Апробация подсистемы.* Осуществляется тестирование подсистемы специалистами подразделения, для которого разрабатывалась данная подсистема. При выявлении недоработок подсистемы производится уточнение ошибок в форме дополнения к основному ТЗ. Затем проводится доработка подсистемы, начиная с первого этапа метаобъектной модели разработки.

## 4 Заключение

В работе были исследованы существующие на рынке платформы класса ERP; выявлены недостатки предлагаемых решений; предложена актуальная архитектура платформы для построения бизнес-приложений; предложена модель разработки, покрывающая все этапы создания бизнес-приложений — от проектирования до внедрения в эксплуатацию. Актуальность и новизна платформы среди всех существующих решений подкрепляется методом представления объекта информации и его контекста взаимодействия в виде метаобъекта, который при необходимости может быть использован простым внедрением в другом бизнес-процессе без копирования или преобразования со стороны разработчика задачи предметной области.

## Литература

1. Григорьев А. А., Титов В. А. Характеристика, структура, организация систем управления ERP, ERP II и ERP III // *Фундаментальные исследования*, 2017. № 2. С. 48–51.
2. Abdullah A. M. A. Evolution of enterprise resource planning // *Excel J. Eng. Technology Management Sci.*, 2017. Vol. 1. No. 11. P. 1–6.
3. Елисеев В. Г., Фисенко Н. И. Анализ затрат на внедрение ERP систем // *Научная сессия МИФИ-2007: Сборник научных трудов.* — М.: МИФИ, 2007. Т. 2. С. 48–49.



4. Шмидт И. А. Архитектура платформы для разработки бизнес-приложений // Современные проблемы науки и образования, 2014. № 6. С. 348.
5. Васильева Ю. В. Планирование производственных ресурсов (MRP II) и планирование потребностей предприятия (ERP) // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. — Новосибирск: Центр развития научного сотрудничества, 2015. С. 46–50.
6. Терехов А. Н. Технология программирования. — М.: НОУ ИНТУИТ, 2006. 77 с.

*Поступила в редакцию 02.05.18*

---

---

## **METAOBJECT APPROACH FOR MODELING ENTERPRISE BUSINESS PROCESSES INSIDE SINGLE ERP SYSTEM**

*S. I. Spivak, L. A. Lukyanov, and N. D. Morozkin*

Bashkir State University, 32 Validy Str., Ufa 450076, Russian Federation

**Abstract:** Nowadays, combining enterprise business processes within a single information system has a widespread trend. Work optimization of enterprises in condition of flexible market and rapid technical progress is impossible without using a single information system. There are many ERP (Enterprise Resource Planning) systems designed to solve the main problem of automation of all enterprise business processes. However, neither one of them is able to take into account existing automation mechanisms of the enterprise. These mechanisms are often designed not only using documents with technical order for any type of business process but also using software developed with outdated technics. In this paper, the authors consider their own ERP system, which contains a completely new approach to the application, development, and organization of a single information space for all business units. The proposed approach is based on sequential replacement of the existing implementation of business processes by platform subsystems. The metaobject approach to the implementation of business processes is considered, which is applied by specialists of subject areas working directly in the enterprise. The proposed ERP system does not change the logic of existing business processes but ensures their integration, transparency, and common data model.

**Keywords:** MRP; MRPII; ERP; MES; CRUD; common information space; resource planning; information system modeling; platform; software architecture

**DOI:** 10.14357/08696527190210

## **References**

1. Grigorev, A. A., and V. A. Titov. 2017. Kharakteristika, struktura, organizatsiya sistem upravleniya ERP, ERP II i ERP III [Characteristics, structure, organization systems ERP-management, ERP II and ERP III]. *Fundamental Research* 2:48–51.

2. Abdullah, A. M. A. 2017. Evolution of enterprise resource planning. *Excel J. Eng. Technology Management Sci.* 1(11):1–6.
3. Eliseev, V. G., and N. I. Fisenko. 2017. Analiz zatrat na vnedrenie ERP sistem [Cost analysis for the introduction of ERP systems]. *Nauchnaya sessiya MIFI-2007: Sbornik nauchnykh trudov* [Scientific session MEPhI-2007: Collection of scientific papers]. 2:48–49.
4. Shmidt, I. A. 2014. Arkhitektura platformy dlya razrabotki biznes-prilozheniy [The architecture of a development platform for business applications]. *Modern Problems of Science and Education* 6:348.
5. Vasil'eva, Yu. V. 2015. Planirovanie proizvodstvennykh resursov (MRP II) i planirovanie potrebnostey predpriyatiya (ERP) [Resource planning (MRP II) and enterprise needs planning (ERP)]. *Sovremennye tendentsii v ekonomike i upravlenii: novyy vzglyad* [Current trends in economics and management: A modern point]. Novosibirsk: Center for the Development of Scientific Cooperation. 46–50.
6. Terekhov, A.N. 2006. *Tekhnologiya programmirovaniya* [Programming technology]. Moscow: NOU INTUIT. 77 p.

Received May 2, 2018

## Contributors

**Spivak Semen I.** (b. 1945) — Doctor of Science in physics and mathematics, professor, Head of Department, Bashkir State University, 32 Validy Str., Ufa 450076, Russian Federation; semen.spivak@mail.ru

**Morozkin Nikolay D.** (b. 1953) — Doctor of Science in physics and mathematics, Chancellor, Bashkir State University, 32 Validy Str., Ufa 450076, Russian Federation; rector@bsunet.ru

**Lukyanov Leonid A.** (b. 1992) — PhD student, Bashkir State University, 32 Validy Str., Ufa 450076, Russian Federation; leonlukyanov@gmail.com