

УДК. 658.5.012.1

А.В. Артюхов, А.В. Речкалов, В.Л. Христолюбов

АО «Объединённая двигателестроительная корпорация», Москва, Россия

СТРАТЕГИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТИПОВЫХ ПРОЕКТНЫХ ИТ-РЕШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ В АВИАДВИГАТЕЛЕСТРОИТЕЛЬНОЙ КОРПОРАЦИИ

Предложен подход к унификации и стандартизации (типизации) системных моделей управления (business model management (BPM)) производственными процессами в авиадвигателестроительной корпорации и реализации на этой основе типовых проектных решений, обеспечивающих возможность создания эффективной корпоративной системы процессного управления производством. Проводится анализ проблем управления производственными процессами в машиностроении в современных условиях. Отмечается, что современный период развития машиностроения характеризуется высокими темпами наращивания объемов производства при одновременном освоении новой продукции. Особенно остро эта проблема проявляется в условиях многономенклатурного производства, характеризующегося большим числом компонентов и уровней входимости в готовых изделиях (десятки и сотни тысяч наименований, десятки уровней входимости); сочетанием опытного и серийного типов производств; многообразием технологических процессов – литейные, кузнечные, штамповочные, механообрабатывающие, сборочные и др.; большим потоком конструкторских и технологических изменений. Такая ситуация приводит к экспоненциальному увеличению производственной и управленческой информации, которая приобретает свойства информационных ресурсов BIG DATA. В этих условиях интенсивного наращивания объемов производства и экспоненциального роста информации ужесточаются требования к достоверности данных как в производственных планах, так и в диспетчерских отчетах об их реализации. Отмечается, что в стандартах MRP (Material Requirements Planning) и ERP (Enterprise Resource Planning) систем этот способ получил название «Замкнутый цикл MRP» (Closed loop MRP), его реализация требует формализации системы планирования и управления производством от построения до реализации типовых BPM-моделей. Анализируется пример построения развитой автоматизированной системы планирования и управления производством на Уфимском моторостроительном производственном объединении, обеспечивающей стабильность и ритмичность производственного процесса при выпуске продукции в заданном количестве и установленные сроки.

Ключевые слова: типовые проектные решения, ERP, производственный процесс, машиностроение, корпорация, интеграция, организация производства, интегральный подход.

A.V. Artyukhov, A.V. Rechkalov, V.L. Khristolyubov

Joint-Stock Company "United Engine Corporation», Moscow, Russian Federation

THE STRATEGY FOR IMPLEMENTING STANDARD IT-SOLUTIONS FOR PRODUCTION MANAGEMENT IN THE AIRCRAFT ENGINE CORPORATION

In article approach to unification and standardization (typification) of system models of management (business model management (BPM)) of productions in the aviation engine building corporation and realization on this basis of the standard design decisions providing a possibility of creation of effective corporate system of process production management is offered. The analysis of problems of management of productions in mechanical engineering in modern conditions is carried out. It is noted that the modern period of development of mechanical engineering is characterized by high rates of increasing production at simultaneous development of new production. Especially sharply this problem is shown in the conditions of the multi nomenclature production which is characterized by a large number of components and levels of the includes in finished products (tens and hundreds of thousands of names, tens of levels of the includes); combination of skilled and serial types of productions; variety of technological processes – foundry, forge, forming, machining, assembly, etc.; big stream of design and technological changes. Such situation leads to ex-potential increase in production and administrative information which gains properties of information BIG DATA resources. In these conditions of intensive increasing production and ex-potential growth of information requirements to reliability of data, both in production plans, and in dispatching reports on their realization become tougher. It is noted that the MRP and ERP standards of systems this way has received the name The Closed Cycle MRP (Closed Loop MRP), His Realization demands formalization of system of planning and production management before construction and application of standard BPM models. The example of creation of the developed automated system of planning and production management on Ufa Engine Industrial Association providing stability and rhythm of production at production in the set quantity and established periods is analyzed.

Keywords: standard design solutions, ERP, production, mechanical engineering, corporation, integration, organization of production, integrated approach.

Введение. Особое значение в управлении машиностроительным производством при создании машиностроительных корпораций или холдингов приобретает применение ERP-систем [1–6]. При интеграции нескольких предприятий в единую адаптивную производственную структуру с сохранением и углублением внутренней технологической специализации и кооперации возникает задача обеспечения согласованной деятельности предприятий в рамках сквозных цепочек поставок [7–10].

Как правило, при интеграции нескольких предприятий в единую производственную структуру и дальнейшей специализации производства, как показано на рис. 1, многократно возрастает объем внутрикорпоративных кооперированных связей, что потребует решения задачи обеспечения согласованной деятельности предприятий в рамках сквозных цепей поставок.

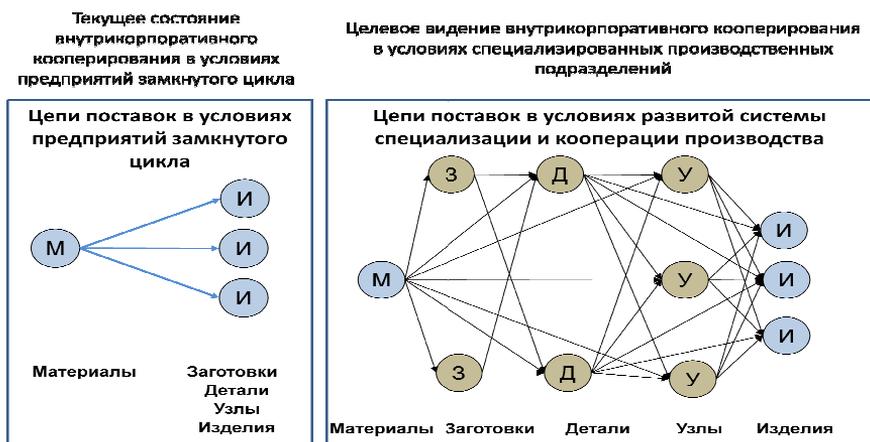


Рис. 1. Трансформация цепей поставок в условиях перехода к новой индустриальной модели. Стрелками условно обозначены кооперированные связи между специализированными предприятиями, изготовляющими: М – материалы, З – заготовки, Д – детали, У – узлы, И – готовые изделия

Предприятия авиационного двигателестроения находятся среди наиболее сложных объектов в машиностроении как по части сложности самого продукта – авиационного двигателя, спецификация которого содержит десятки тысяч наименований компонентов и более 20 уровней входимости, так и по сложности производственного процесса, обусловленного спецификой и разнообразием технологических процессов. При этом, если следовать традиционной классификации, здесь присутствуют все типы производства от единичного до поточного [11–13].

При этом все более остро проявляется необходимость установить и обеспечить мониторинг единых для всех предприятий правил, регламентирующих основные бизнес-процессы, а также необходимость оперативной консолидации информации с уровня предприятий на корпоративный уровень [14, 17]. По мнению Уильяма Эшби [18], системы тем эффективнее, чем они сложнее с точки зрения структуры их элементов. Он выделяет некоторое общее правило существования ультрастабильных систем, утверждая, что объединенная система обладает более быстрым выбором способов поведения, чем система, представляющая собой изолированные части. С этой точки зрения применение ERP-систем как инструмента управления производством и запасами при создании корпоративных типовых проектных решений приобретает особое значение в процессе осуществляемой на современном этапе развития корпоративных структур трансформации машиностроительных корпораций или холдингов.

Исследование особенностей производственных процессов.

Решение этих задач в сжатые сроки возможно только на основе типизации ИТ-решений и бизнес-процессов для всех предприятий, входящих в корпоративную структуру. И если в настоящее время практика типизации бизнес-процессов в сфере проектирования, финансовой области, бухгалтерском учете и в некоторых других областях находит все большее применение, то в области управления производственными процессами до настоящего времени доминирует представление, что разнообразие методов организации производства и управленческих решений требует индивидуального подхода к каждому предприятию.

Проведенные исследования организации производства на машиностроительных предприятиях корпорации позволили выявить ряд принципиальных проблем, способствующих таким выводам:

- Несмотря на достаточно полную стандартизацию в области технологической подготовки производства в рамках Единой системы технологической документации, на большинстве обследованных предприятий выработан индивидуальный подход и свои ограничения на оформление документации технологических процессов. Это значительно ограничивает возможность реализации единых бизнес-процессов создания базовой нормативно-справочной информации для автоматизированной системы.

- Понимание особенностей организации производственного процесса, которые должны быть в формализованном виде представлены и отражены в модели планирования и управления производством, традиционно характеризуются обобщенным понятием «тип производства» [19]. Однако, как отмечается в [20], это понятие как однокритериальное уже не может служить достаточным основанием для оценки характеристики производства.

С целью преодоления представленных проблем на основе интегрального подхода к построению модели производственного процесса (ПП) были проведены исследования особенностей производственного процесса машиностроительных предприятий. Применен формальный метод построения системной модели для предметной области производственной деятельности, на основе которой решается задача структурирования и классификации располагаемого производственного контента, определяются правила поиска класса сходных (похожих) моделей. Мерой кластеризации выступают схожесть структуры и соответствующий данной структуре символьный алфавит [21].

Исследование базируется на применении формального графо-аналитического метаязыка, базирующегося на основных положениях математической теории категорий и ориентированного на исследуемую предметную область – «производственный процесс». В основе такого подхода лежит классическая модель производственного процесса, представленная как процесс взаимодействия производственных ресурсов: средств труда; предмета труда и труда, в результате чего реализуется цель производственного процесса – продукт (рис. 2). Эта модель является интегральной моделью категорий верхнего уровня [21]

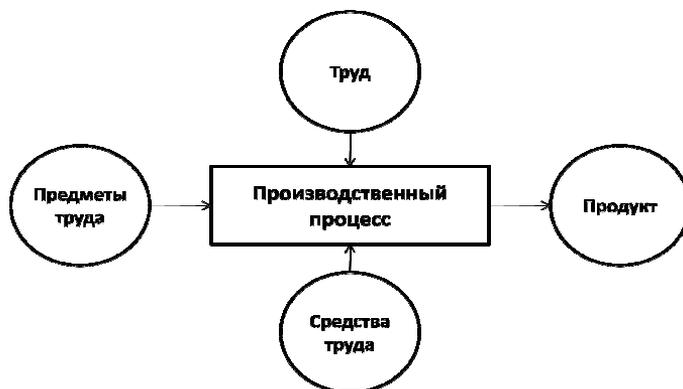


Рис. 2. Интегральная модель категорий верхнего уровня ПП

В основе дальнейшего исследования лежат концептуальная модель ПП второго уровня, представленная на рис. 3, и интегральный подход, который позволил подтвердить, что производственный процесс – это интегральный рассредоточенный объект, предметно- и процессно-дифференцированная модель которого отражает взаимодействие элементов реальной действительности.

На основе интегрального подхода разработана методика формирования модели организации производственного процесса (МОПП). Наличие структурно-семантических моделей ПП позволило перейти к атрибутивному описанию свойств преобразования элементарных ресурсов и процессов в пространстве и времени. На этой основе раскрыты базовые свойства ресурсов, обозначенные своими идентификаторами, проявляемыми при их взаимодействии в ПП, разработан формальный метод моделирования производственных процессов, на основе которого разработана интегральная модель производственного процесса машиностроительного предприятия.



Рис. 3. Концептуальная модель организации производственного процесса

Модель предметов труда сформирована на основе состава (классификации) ПТ и разнообразия вариантов входимости и прослеживаемости и содержит десять вариантов связей входимости «подчиненный ПТ – родитель», обеспечивающих прослеживаемость ПТ в производственной спецификации и представляющих собой модель прослеживаемой производственной спецификации.

Модель технологических операций. Анализ содержания применяемых в машиностроении технологических методов позволил выделить девять типов взаимодействия или девять типовых моделей технологических операций, отражающих разнообразие взаимосвязей исходного и получаемого предмета труда в результате выполнения технологических операций.

Модель технологических методов. Модель технологического метода представляет собой типовую совокупность элементарных процессов (T_0), реализующих этот метод, и состав предметов труда на входе и выходе этих процессов P_t .

Модель производственной структуры представляет собой совокупность типовых элементов организационной структуры и типовых элементов рабочих мест и сформирована на основе набора типовых вариантов рабочих мест и сгруппированных элементов организационной структуры.

Модель технологических процессов формируется на основе интеграции моделей предметов труда и моделей технологических методов и представляет собой последовательность типовых технологических операций. В то же время технологический процесс как часть производственного процесса представляет собой совокупность действий

людей и орудий труда для изготовления продукции. Взаимодействие ПТ и РЦ при выполнении производственной операции является ключевым моментом производственного процесса и основным объектом процесса управления производством. Разнообразие характеристик такого взаимодействия определяет разнообразие моделей управления и возможность их стандартизации и унификации в системах управления производством. Данное разнообразие на элементарном уровне позволяет определить три вида взаимодействия ресурсов, которые определяют особенности производственного процесса и их отражение в моделях планирования и диспетчеризации производства.

Модель межоперационных процессов. В зависимости от потребности поставляемой продукции осуществляется организация межоперационных процессов: ожидание транспортировки, транспортировка, ожидание обработки, хранение страхового запаса.

Интегральная модель организации производственного процесса представляет собой метамодель, объединяющую состав рассмотренных выше моделей. Представленная в таблице метамодель организации производственного процесса отражает разнообразие функциональных взаимосвязей элементов производственного процесса: элементарных предметов труда, элементарных средств труда, элементарных технологических процессов (операций), элементарных межоперационных производственных процессов.

Проведенное исследование позволило сделать следующие выводы:

- Типизация и моделирование производственного процесса в машиностроении должно осуществляться на уровне элементарных предметов труда, средств труда и производственных операций, а также их взаимосвязей, что позволяет адекватно отразить особенности производственного процесса в моделях планирования и управления и полноценно использовать стандартные ERP-системы, основанные на применении MRP-алгоритмов.

- Организация конструкторско-технологической документации на основе ЕСКД и ЕСТД достаточно полно и корректно формирует базовые условия организации нормативно-справочной информации, требуемой для полноформатного создания моделей управления производством.

- Модели управления производственными процессами могут быть достаточно глубоко типизированы, особенно в рамках однородных производств внутри корпораций, что позволяет реализовывать ИТ-проекты и бизнес-процессы в виде типовых проектных решений (таблица).

Интегральная модель организации производственного процесса

Модель организации производственного процесса																																						
Модель технологических процессов																																						
Модель технологических методов			Модель производственной структуры			Модели организации операций технологического процесса	Модели межоперационных процессов																															
Модель предметов труда		Состав технологических методов	Модель технологических операций (МТО)	Модель организационной структуры	Модель рабочих мест																																	
Состав ПТ	Структура предметов труда (ПТ)				МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9																									
Изделие	Идентификация ПТ: А - Анонимный ПТ	Литьё Формование Раскрой материала Ковка Объемная штамповка Листовая штамповка Поверхностное пластическое деформирование Обработка резанием Обработка Термическая обработка Электрофизическая обработка Электрохимическая обработка Гальваноластика Слесарная обработка Сборка Сварка Клепка Пайка Склеивание Нанесение Покрытия Технический контроль Испытания Комплектование Транспортирование Хранение Ремонт Переработка отходов	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Склады закупаемых ПТ Склады реализуемых ПТ Склады выведенных из производства ПТ Склады находящихся в производстве ПТ Склады законченных обработкой и готовых к сборке ПТ Склады консигнационные собственные Склады консигнационные не собственные Производственные цеха Производственные участки	Простое рабочее место Многостаночное рабочее место Комплексное рабочее место	Модель Однопредметного не переналаживаемого процесса Модель Однопредметного переналаживаемого процесса Модель Многопредметного переналаживаемого процесса	Модель формирования производственных партий ПТ Модель формирования передаточных партий ПТ Модель формирования страхового запаса Модель ожидания обработки ПТ																							
Материал																Н - Номерной ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Группа механизмов Механизм Группа рабочих Рабочий	Модель формирования производственных партий ПТ											
Основной материал																												П - Номерная партия ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ
Вспомогательный материал																																						
Полуфабрикат																Тип прослеживаемой входимости: А - А А - П А - Н А - З П - П П - Н; П - З; Н - Н; Н - З; З - З	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ												
Заготовка																											Группа рабочих	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ	
Исходная заготовка																																						Комплексное рабочее место
Листоштампованное изделие																Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ												
Отливка																											Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ	
Поковка	Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ																											
Комплектуемое изделие												Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ																
Деталь																							Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ					
Сборочная единица	Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ																											
Сборочный комплект												Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ																
Готовое изделие																							Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ					
Агрегат	Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ																											
Отремонтированное изделие												Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ																
Шихта																							Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ					
Сплав	Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ																											
Блок заготовок												Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ																
Дефектное изделие																							Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ					
Технологические потери	Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ																											
Вторичные материалы												Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ																
Используемые отходы																							Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ					
Неиспользуемые отходы	Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ																											
Безвозвратные отходы												Модель формирования производственных партий ПТ	МТО1	МТО2	МТО3	МТО4	МТО5	МТО6	МТО7	МТО8	МТО9	Модель формирования производственных партий ПТ																

Подход к созданию типовых проектных решений. Создание типового проектного решения (ТПР) для автоматизации систем управления производством сегодня идет по пути применения имеющихся на

рынке ERP-решений, охватывающих значительный комплекс взаимосвязанных функций: управление собственно производством, затратами, качеством, финансами, мощностями, персоналом, закупками, продажами, например, решения компаний SAP, Infor, Галактика, 1С и других. Эти решения имеют различные функциональный охват, детализацию автоматизации функций, степень интегрированности и прочее, что позволяет, в зависимости от особенностей объекта и поставленных целей, выбрать вариант, исходя из оценки стоимости владения системой.

Существуют различные подходы к формированию ТПР, но в принципе все они определяют ТПР как «проектное решение, представленное в виде проектной документации, включая программные модули, пригодные к многократному использованию» [22]. При этом в зависимости от уровня декомпозиции системы, выделяют элементный, подсистемный и системный методы типового проектирования.

При *элементном* методе типового проектирования ИС в качестве типового элемента системы используется типовое проектное решение по задаче или по отдельному виду обеспечения (информационному, программному, техническому, математическому, организационному). При использовании *подсистемного* метода типового проектирования ИС в качестве элементов типизации выступают отдельные подсистемы, которые обеспечивают функциональную полноту, минимизацию внешних информационных связей, параметрическую настраиваемость. При *системном* методе типового проектирования ИС в качестве типового элемента используется типовой проект в целом для объекта управления определенной отрасли, который включает полный набор функциональных и обеспечивающих подсистем ИС.

Одним из ключевых требований при выборе базового ERP-решения для авиадвигателестроительных предприятий является обеспечение максимального уровня интеграции основной функции – управление производством с другими функциями (рис. 4).

Следующим по важности требованием можно считать глубину проработки функций при формировании программного решения, что в основном зависит от количества внедрений рассматриваемого ERP-решения на сложных машиностроительных производствах. Принципиальным с точки зрения создания ТПР является возможность настройки на особенности как группы предприятий, так и отдельного предприятия, а также возможность расширения функциональности без последующего перепрограммирования при переходе с версии на версию.



Рис. 4. Интеграция функциональных подсистем в рамках типового проектного решения

Очевидно, что базовое ERP-решение реализуется на основе системного метода типового проектирования. Формирование тиражируемого ТПР целесообразно проводить на уровне подсистемного метода типового проектирования, сохраняя при этом интеграционные связи, заложенные в базовом ERP-решении. Внедрение ТПР может осуществляться на уровне типового элемента системы. Таким образом, сохраняется системность подхода и одновременно обеспечивается этапность тиражирования ТПР.

Тиражируемое решение для предприятий корпорации включает три типа бизнес-процессов [23]:

- шаблонные бизнес-процессы – это стандартизированные процессы, имеющие одного владельца корпоративного уровня 1;
- типовые бизнес-процессы – это стандартизированные процессы, по которым не выделено владельца бизнес-процесса корпоративного уровня, но реализация данного процесса идентична для всех дочерних обществ;
- локальные бизнес-процессы – это процессы, которые могут быть только в конкретной организации.

При внедрении информационных систем шаблонные и типовые бизнес-процессы реализуются в виде ТПР, а локальные бизнес-процессы реализуются независимо в каждом предприятии или в головной организации.

Такой подход потребует приведения бизнес-процессов различных предприятий к единому управленческому стандарту, что усложняет задачу реализации ТПР на конкретном предприятии. Решение этой

проблемы может быть возложено на создаваемые в корпорации функциональные центры компетенции, которые должны решать двуединую задачу: реализацию ТПР и унификацию бизнес-процессов. При этом они должны обеспечивать репозиторий и поддержку реализуемых типовых моделей и эксплуатационной документации.

Авторы считают, что в данной работе новыми являются следующие положения и результаты:

- проведен анализ и моделирование организации производственного процесса машиностроительного предприятия и сформирован вывод о возможности реализации типовых проектных ИТ-решений;
- показано, что предложенный подход при формировании информационной системы управления производственными процессами позволяет создавать и тиражировать типовые проектные решения;
- сформулирован подход к реализации типовых проектных решений в рамках машиностроительной корпорации.

Библиографический список

1. Гаврилов Д.А. Управление производством на базе стандарта MRP II. – СПб.: Питер, 2003. – 352 с.
2. Колесников С. MPS. – URL: <http://www.osp.ru/cw/2000/13/4116/>
3. Питеркин С.В., Оладов Н.А., Исаев Д.В. Точно вовремя для России. Практика применения ERP-систем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 368 с.
4. Уоллас Т., Сталь Р. Планирование продаж и операций: практическое руководство: пер. с англ. – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2010.
5. Darryl V. Landvater, and Christopher D. Gray. MRP II Standard System. A handbook for Manufacturing Software Survival. – JohnWiley&Sons, Inc., 1989.
6. James L. Riggs. Production systems: Planning, Analysis and Control. – New-York-London-Sydney-Toronto: John Wiley & Sons Inc., 1970. – 620 p.
7. Голдратт Э. Цель. Процесс непрерывного совершенствования. – М.: Попурри, 2009.
8. Голдратт Э. Цель-2. Дело не в везении. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011.
9. Кинг У., Клиланд Д. Стратегическое планирование и хозяйственная политика: пер. с англ; предисл. Г.Б. Кочеткова. – М.: Прогресс, 1982. – 399 с.

10. Планирование ведущих позиций [Электронный ресурс]. – URL: http://help.sap.com/saphelp_afs64/helpdata/ru/f4/7d253c44af11d182-b40000e829fbfe/frameset.htm (дата обращения: 11.01.2017).

11. Речкалов А.В., Дунаев Д.Н., Даутова О.Р. Развитие функциональности основного планирования ERP системы для решения задачи среднесрочного производственного планирования // Вестник УГАТУ. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами. – Уфа: Изд-во УГАТУ, 2012. – Т. 16, № 6(51). – С. 263–269.

12. Речкалов А.В., Дунаев Д.Н., Даутова О.Р. Сущность и содержание процесса объемно-календарного планирования // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд: сб. материалов XX Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: СИБПРИНТ, 2013. – 229 с.

13. Шарипов Т.Ф. Методология планирования на предприятиях машиностроительного комплекса в условиях модернизации экономики: монография. – Оренбург: Изд-во ОГУ, 2012. – 176 с.

14. Артюхов А.В., Христолюбов В.Л. Современные информационные технологии в авиадвигателестроении // Двигатель: науч.-техн. журнал. – 2007. – № 2(50). – С. 6–7.

15. Артюхов А.В. Построение и эффективность ERP системы на ОАО «УМПО» [Электронный ресурс] // Деловой портал «Управление производством». – 2013. – URL: http://www.up-pro.ru/library/information_systems/management/erp-umpo.html (дата обращения: 11.01.2017).

16. Рязанова В.А., Люшина Э.Ю. Организация и планирование производства. – М.: Академия, 2010. – 272 с.

17. Акофф Р. Планирование будущего корпораций. – М.: Прогресс, 1985. – 327 с.

18. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. – М.: КомКнига, 2006. – 432 с.

19. Бадаш Х.З. Типы производства и модели планирования // Вестник Удмурт. ун-та. Сер. Экономика и право. – 2009. – Вып. 2. – С. 19–29.

20. Волчкевич И.Л. О необходимости новой классификации типов машиностроительного производства // Инженерный журнал. – 2005. – № 10. – С. 59–61.

21. Речкалов А.В., Антонов В.В., Артюхов А.В. Разработка формальной интегральной модели производственного процесса машиностроительного предприятия // Вестник УГАТУ. – 2014. – Т. 18. – № 4(65). – С. 125–133.

22. Типовое проектирование ИС [Электронный ресурс]. – URL: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=39025>

23. Завьялов Е.Н. Шаблонные решения при внедрении системы SAPERP // Системный администратор. – 2014. – № 11(44). – С. 92–95.

References

1. Gavrilov D.A. Upravlenie proizvodstvom na baze standarta MRP II [Production management on the basis of the MRP II standard]. Saint Petersburg: Piter, 2003. 352 p.

2. Kolesnikov S. MPS, available at: <http://www.osp.ru/cw/2000/13/4116/> (accessed 11 January 2017).

3. Piterkin S.V., Oladov N.A., Isaev D.V. Tochno vovremia dlia Rossii. Praktika primeneniia ERP-sistem [Precisely in time for Russia. Practice of use of ERP systems]. Moscow: Al'pina. Biznes. Buks, 2005. 368 p.

4. Uollas T., Stal' R. Planirovanie prodazh i operatsii prakticheskoe rukovodstvo [Planning of sales and operations: Practical guidance]. – 3-е изд. Saint Petersburg: Piter, 2010.

5. Darryl V. Landvater, Christopher D. Gray. MRP II Standard System. A handbook for Manufacturing Software Survival. John Wiley & Sons, Inc., 1989.

6. James L. Riggs. Production systems: Planning, Analysis and Control. New-York-London-Sydney-Toronto: John Wiley & Sons Inc., 1970. 620 p.

7. Goldratt E. Tsel'. Protsess nepreryvnogo sovershenstvovaniia [Purpose. Process of continuous improvement]. Moscow: Popurri, 2009.

8. Goldratt E. Tsel'-2. Delo ne v vezenii [Purpose-2. It isn't luck]. Moscow: Mann, Ivanov i Ferber, 2011.

9. King U., Kliland D. Strategicheskoe planirovanie i khoziaistvennaia politika [Strategic planning and economic policy]. Moscow: Progress, 1982. 399 p.

10. Planirovanie vedushchikh pozitsii [Planning of the leading positions], available at: http://help.sap.com/saphelp_afs64/helpdata/ru/f4/7d253c44af11d1-82b40000e829fbfe/frameset.htm (accessed 11 January 2017).

11. Rechkalov A.V., Dunaev D.N., Dautova O.R. Razvitie funktsionalnosti osnovnogo planirovaniia ERP sistemy dlia resheniia zadachi srednesrochnogo proizvodstvennogo planirovaniia [Development of functionality of the main planning of Enterprise resource planning for the solution of a problem of medium-term production planning]. *Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviatsionnogo tekhnicheskogo universiteta*.

Avtomatizatsiia i upravlenie tekhnologicheskimi protsessami i proizvodstvami. Ufa: Ufimskii gosudarstvennyi aviatsionnyi tekhnicheskii universitet, 2012, vol. 16, no. 6(51), pp. 263-269.

12. Rechkalov A.V., Dunaev D.N., Dautova O.R. Sushchnost' i sodержanie protsessa ob"emno-kalendar'nogo planirovaniia [Essence and content of process Volume scheduling]. *Sovremennye tendentsii v ekonomike i upravlenii: novyi vzgliad: sbornik materialov XX Mezhdunar nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Ed. S.S. Chernova. Novosibirsk: SIBPRINT, 2013. 229 p.

13. Sharipov T.F. Metodologiiia planirovaniia na predpriatiiakh mashinostroitel'nogo kompleksa v usloviakh modernizatsii ekonomiki [Planning methodology at the enterprises of a machine-building complex in the conditions of modernization of economy: monograph]. Orenburg. Orenburgskii gosudarstvennyi universitet, 2012. 176 p.

14. Artiukhov A.V., Khristolubov V.L. Sovremennye informatsionnye tekhnologii v aviadvigatelestroenii [Modern information technologies in aero-engine manufacturing]. *Dvigatel': nauchno-tekhnicheskii zhurnal*, 2007, no. 2(50), pp. 6-7.

15. Artiukhov A.V. Postroenie i effektivnost' ERP sistemy na OAO "Ufimskoe motorostroitel'noe proizvodstvennoe ob"edinenie" [Construction and efficiency of Enterprise resource planning on JSC UEPA. *Delovoi portal "Upravlenie proizvodstvom"*, 2013, available at: http://www.up-pro.ru/library/-information_systems/management/erp-umpo.html (accessed 11 January 2017).

16. Riazanova V.A., Liushina E.Iu. Organizatsiia i planirovanie proizvodstva [Organization and planning of production]. Moscow: Akademiia, 2010. 272 p.

17. Akoff R. Planirovanie budushchego korporatsii [Planning of the future of corporations]. Moscow: Progress, 1985. 327 p.

18. Eshbi U.R. Vvedenie v kibernetiku [Introduction to cybernetics]. Moscow: KomKniga, 2006. 432 p.

19. Badash Kh.Z. Tipy proizvodstva i modeli planirovaniia [Types of production and model of planning]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Ekonomika i pravo*, 2009, iss. 2, pp. 19-29.

20. Volchkevich I.L. O neobkhodimosti novoi klassifikatsii tipov mashinostroitel'nogo proizvodstva [O of need of new classification of types of machine-building production]. *Inzhenernyi zhurnal*, 2005, no. 10, pp. 59-61.

21. Rechkalov A.V., Antonov V.V., Artiukhov A.V. Razrabotka formal'noi integral'noi modeli proizvodstvennogo protsessa mashinostroitel'nogo

predpriiatiia [Development of formal integrated model of production of machine-building enterprise]. *Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviatsionnogo tekhnicheskogo universiteta*. Ufa: Ufimskii gosudarstvennyi aviatsionnyi tekhnicheskii universitet, 2014, vol. 18, no. 4(65), pp. 125-133.

22. Tipovoe proektirovanie IS [Standard design of IS], available at: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=39025> (accessed 11 January 2017).

23. Zav'ialov E.N. Shablonnye resheniia pri vnedrenii sistemy SAPERP [Sample decisions at introduction of system SAPERP]. *Sistemnyi administrator*, 2014, no. 11(44), pp. 92-95.

Сведения об авторах

Артюхов Александр Викторович (Москва, Россия) – кандидат технических наук, генеральный директор АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» (105118, Москва, пр. Буденного, 16, e-mail: info@uecrus.com).

Речкалов Александр Васильевич (Москва, Россия) – доктор технических наук, эксперт «Объединенная двигателестроительная корпорация» (105118, Москва, пр. Буденного, 16, e-mail: a.rechkalov@uecrus.com).

Христолюбов Вячеслав Леонидович (Москва, Россия) – кандидат технических наук, директор направления информационных технологий «Объединенная двигателестроительная корпорация» (105118, Москва, пр. Буденного, 16, e-mail: cio@uecrus.com).

About the authors

Artyukhov Alexander Viktorovich (Moscow, Russian Federation) is a Ph.D. in Technical Sciences, General Director Joint-Stock Company "United Engine Corporation" (105118, Moscow, 16, pr. Budenny, e-mail: info@uecrus.com).

Rechkalov Alexander Vasilyevich (Moscow, Russian Federation) is a Doctor of Technical Science, expert Joint-Stock Company "United Engine Corporation" (105118, Moscow, 16, pr. Budenny, e-mail: a.rechkalov@uecrus.com).

Khristolyubov Vyacheslav Leonidovich (Moscow, Russian Federation) is a Ph.D. in Technical Sciences, Information Technology Director Joint-Stock Company "United Engine Corporation" (105118, Moscow, 16, pr. Budenny, e-mail: cio@uecrus.com).

Получено 25.04.2018