

УДК 338.2

В.Д. Третьяков<sup>1</sup>АО «Уралэлектротяжмаш»,  
г. Екатеринбург, Россия**НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНА  
ВЫПОЛНЕНИЯ ПОРТФЕЛЯ ЗАКАЗОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО  
ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ**

**Аннотация.** На сегодняшний день существует достаточное количество научных подходов к выстраиванию и оптимизации планов выполнения заказов (как с точки зрения организации производства, так и планирования снабжения), однако они практически не учитывают ситуацию с дефицитом оборотных средств для финансирования заказов в соответствии с текущим реестром на оплату и, следовательно, не обеспечивают актуальности планов. Необходима разработка научного подхода, учитывающего колебания оборотной наличности при планировании выполнения портфеля заказов. В статье предлагается научный подход к повышению оборачиваемости капитала крупного машиностроительного предприятия в условиях дефицита денежных средств, основанный на выстраивании плана выполнения портфеля заказов на основе принципа приоритизации. В качестве критерия оптимизации предложена стоимость каждого заказа, а также срочность расчетов за него, таким образом, оборачиваемость денежных средств повышается за счет оптимального распределения имеющихся ограниченных финансовых ресурсов. В основу алгоритма повышения оборачиваемости положен системный подход, рассматривающий предприятие как совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, структурированных в блоки: снабжение, финансы, производство, доставка на объект заказчика. Проанализированы отечественные и мировые разработки по указанной и смежным тематикам (как теоретико-методические разработки, так и специализированное программное обеспечение), выявлено отсутствие проработки данного вопроса в исследованном научном материале. Взаимосвязанная оптимизация показателей указанных блоков предлагается в качестве основополагающего фактора, обеспечивающего выполнение заказов точно в срок и, как следствие, повышение оборачиваемости и притока денежных средств на предприятие. В работе предложена авторская разработка – параметрическая нотация моделирования бизнес-процессов, с помощью которой определены показатели эффективности функционирования вышеуказанных блоков и выведены формулы, описывающие их взаимосвязь. Результатом работы являются предложенная автором параметрическая нотация моделирования бизнес-процессов, с помощью которой можно формировать взаимосвязанную систему показателей оценки их эффективности; система взаимосвязанных показателей для планирования и оценки деятельности машиностроительного предприятия, полученная с помощью параметрической нотации.

**Ключевые слова:** параметрическая нотация; система взаимосвязанных показателей; оптимизация; системный подход; бизнес-процессы; повышение оборачиваемости; машиностроительное предприятие.

**Актуальность**

Согласно проведенным статистическим исследованиям, около 80–95 % времени выполнения заказа – это время ожидания и простоев [1–3]. Для предприятий с дефицитом

оборотных средств среди основных причин простоев можно указать несвоевременное обеспечение материалами и комплектующими, которое возникает из-за недостаточности денежных средств на финансирова-

ние закупок в полном объеме. В свою очередь, недостаточность оборотных средств для финансирования закупок проистекает от недостаточности денежных поступлений от выполненных заказов, которые, в свою очередь, отгружаются с просрочками, вследствие чего деньги за них поступают несвоевременно и в меньшем количестве (из-за штрафных санкций за срыв сроков). Возникает порочный круг (автогенерация): денег нет, потому что срываются заказы из-за отсутствия денег... В данных условиях недостаточности денежных средств для финансирования всего реестра платежей за материалы и комплектующие, необходимые для выполнения портфеля заказов, возникает необходимость жесткой приоритизации закупок для приоритетного выполнения заказов с быстрой отдачей в виде денежных поступлений, которые будут направляться на финансирование других заказов и раскручивание оборачиваемости капитала.

При достаточно глубокой проработке вопросов управления производством и снабжением в отечественной и мировой литературе данные методы хорошо работают в условиях, когда предприятие располагает достаточными ресурсами в каждый период потребности, чтобы выполнить производственный план; ситуация с недостатком ресурсов для финансирования закупок и, соответственно, ограниченные возможности выполнить весь намеченный план, в данной литературе практически не рассматривается, что делает существующие подходы недостаточно гибкими в части периодического оперативного пересмотра планов выполнения портфеля заказов как в разрезе отдельного заказа, так и в целом.

Таким образом, существует необходимость в разработке методологического подхода к управлению ресурсами промышленного предприятия на основе приоритизации направлений финансирования закупок материалов в целях вытягивания заказов с «быстрыми деньгами», причем данные для расчета должны подтягиваться из информационных систем предприятия. Полученный на основе данного подхода механизм приоритизации может быть положен в основу программного обеспечения, автоматизирующего процесс принятия решения о финансировании и, соответственно, перестройки планов под текущую ситуацию.

### **Степень проработанности проблемы**

Истоки научной мысли по управлению промышленным предприятием восходят к работам Ф. Тейлора и А. Файоля. Тейлор первый определил важность поиска наиболее эффективного способа выполнения рабочим своей работы, для чего проанализировал несколько типов работ, выполняемых разными рабочими, провел хронометраж времени выполнения и на основе анализа производственных операций предложил метод повышения эффективности труда [4]. А. Файоль рассматривал производство с точки зрения высшего административного управления и сформулировал принципы данного управления [5]. Дальнейшее развитие управление производством получило, благодаря Г. Форду, который впервые в мире внедрил конвейер и открыл эпоху массового производства [6]. Массовое производство характерно специализацией на выпуске одного-двух наименований продуктов в больших количествах. Эволюция производственных систем и экономических отношений привела к появлению заказов клиентов на продукцию со специфическими характеристиками, что повлекло переориентацию отдельных отраслей промышленности под выпуск большого количества номенклатурных ти-

<sup>1</sup> *Третьяков Василий Дмитриевич* – кандидат экономических наук, руководитель Проектного офиса АО «Уралэлектротяжмаш», г. Екатеринбург, Россия (620017, г. Екатеринбург, ул. Фронтových Бригад, 22); e-mail: vdtretiyakov@mail.ru.

пов продукции небольшими партиями; появилось серийное производство. Одними из первых серийное производство начали осваивать японцы, наиболее показателен пример компании Toyota. На Toyota была разработана методология бережливого производства, суть которой заключалась прежде всего в смене характера производства с «выталкивающего», при котором производится то, что легко изготавливать в удобном для изготовления количестве, на «вытягивающее» производство, характерного тем, что заказ клиента формирует потребность в изделии, и далее потребность в полуфабрикатах, узлах и деталях с материалами формируется в порядке, обратном ходу производства; данная смена обусловила переориентацию с выпуска продукции для последующего поиска потребителя и продажи на выпуск того, что нужно клиенту в требуемом количестве и в требуемые сроки [7, 8]. Бережливое производство ориентировано по поиску и устранению потерь в производственном процессе в целях сокращения сроков и выравнивания производства.

В Советском Союзе у истоков научной организации труда стояли такие видные ученые, как А. А. Богданов [9], анализировавший в своих трудах набиравший популярность «тейлоризм»; А. К. Гастев [10], под руководством которого был организован Центральный институт труда, сформулирована концепция научной организации труда и управления производством, оригинальная и в то же время интегрировавшая в себе ценные находки западной организационно-управленческой мысли: Ф. Тейлора, Г. Форда; О. А. Ерманский [11], заложивший основы рационализации производства и многие другие.

Наиболее передовой советской управленческой разработкой явилась так называемая «система Родова», впервые внедренная на Новочеркасском электровозостроительном заводе [12]. Данная система пред-

полагала аналог японской вытягивающей производственной системы. Учет сместился с выполнения объемов в сторону величины «проскальзывания» одного производственного звена по отношению к другому. Для этого был разработан график пропорциональности, который фиксирует, внесли ли цеха свою долю в выпуск условного изделия, двигаются ли в заданном ритме или сбились с шага и нарушают пропорции заводского производства.

В 1980-е гг. Э. Голдраттом была разработана теория ограничений, основывающаяся на поиске и управлении ключевым ограничением производственной системы; данное ограничение определяет ритм работы и пропускную способность всей системы в целом. Основной особенностью методологии является упор на оптимизацию ключевого ограничения в работе системы (это может быть какой-то производственный участок со своей производительностью), при этом достигается эффект, намного превышающий результат одновременного воздействия на все области системы [13]. Подход содержит сильную методологию причинно-следственного анализа и на его основе построения модели будущего состояния системы.

Вместе с тем при всей глубине проработки вопросов управления производством как в отечественной, так и в мировой управленческой мысли следует отметить, что последние ориентированы на оптимизацию производственного процесса при допущении, что серьезных проблем с финансированием заказов предприятие не имеет. В то же время сегодня предприятие, испытывающее недостаток оборотных средств, вынуждено постоянно пересматривать свои планы, причем в сквозном режиме «снабжение-финансы-производство-доставка».

Проблема управления оборотными средствами предприятия изучена достаточно подробно и изложена в рабо-

тах, например, Дж. Сегнера, Н. Джейн, С. Евчи, Л. Прева [14], А. С. Похвалова [15], Е. Н. Никулиной [16], А. В. Мищенко [17], А. М. Бирмана, П. Г. Бунича, А. А. Гаврилова, П. П. Темникова и др. Тем не менее вопрос оптимального распределения оборотных средств между заказами в целях повышения оборачиваемости капитала работах не рассматривается. Исключение составляют работы А. С. Похвалова и А. В. Мищенко.

Похвалов в своей работе решает задачу оптимизации производственной программы предприятия с учетом неравномерности загрузки производства вследствие колебаний обеспеченности заказами. Проводится одновременная оптимизация плана выпуска продукции и объема потребности в собственных оборотных средствах; целевой критерий формирования программы – минимизация потребности в оборотных средствах или максимизация притока от операционной деятельности. Планирование производства основывается на балансе поступлений и платежей [15].

Аналогично задача сформулирована и в работе Мищенко: динамическая задача выбора оптимальной производственной программы предприятия в условиях динамического финансового потока, используемого для закупки материально-сырьевых ресурсов [17].

Е. Н. Никулина в своей работе решает задачу оценки потребности предприятия в оборотных средствах на производственную программу [16]. По-иному к данному вопросу подошли И. Б. Швец, И. А. Бондарева [18]. В их работе решается задача формирования оптимального плана снабжения и производства, основанного на управлении межоперационными заделами, что также не охватывает весь цикл выполнения в разрезе одного заказа.

Вместе с тем следует отметить, что даже в данных работах не рассматривается проблема оптимизации реестра платежей за ма-

териалы в динамике с целью формирования сквозного плана выполнения портфеля заказов, от финансов, снабжения, собственно производства и, наконец, доставки готовых изделий на объект заказчика.

### **Анализ программного обеспечения управления предприятием**

Мировой рынок программного обеспечения, обеспечивающего управление предприятием, включает ERP-системы управления предприятием (Enterprise Resource Planning), в основе которых лежит методология управления предприятием MRP II, при которой учет и планирование деятельностью предприятия сгруппировано в отдельные функциональные блоки [19, 20]; APS-системы (Advanced Planning and Scheduling), программные продукты, использующие продвинутые математические алгоритмы или логику для проведения оптимизации или имитации планирования производственной мощности, снабжения, ресурсов, затрат, прогнозирования, управления спросом и т.д. [21, 22]; MES-системы (Manufacturing Execution Systems), обеспечивающие календарное планирование (детальное планирование) и диспетчеризацию производственных процессов в цехе, формирование расписаний работы оборудования и оперативное управление производственными процессами в цехе<sup>2</sup> [23]. Вместе с тем ни ERP-, ни MES-, ни APS-системы на сегодняшний день не отвечают за сквозное планирование «финансы-закупки-производство-доставка» (подчеркнуто: связь финансирования с закупками, производством и доставкой) и, таким образом, не обеспечивают оптимальное планирование деятельности предприятия в условиях ограничений ресурсов. Вместе с тем ведущие раз-

<sup>2</sup> Материалы сайта MESA International [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mesa.org/en/index.asp>. (дата обращения: 13.05.2018).

работчики ERP-систем анонсировали интеграцию своих программ с APS-системами и охват последними всех процессов ERP при планировании.

Другой вид программ ориентирован на построение цифровой модели производства и оптимизации его параметров. Наиболее известное решение – Tecnomatix® Plant Simulation<sup>3</sup>, обеспечивающее возможности имитационного моделирования, визуализации, анализа и оптимизации производственных систем и логистических процессов. Решение Plant Simulation позволяет оптимизировать материальные потоки, использование ресурсов и логистику на всех уровнях – от корпорации в целом и схемы кооперации до отдельных производств, цехов и производственных линий. Plant Simulation позволяет создать цифровую модель системы для анализа производственных показателей и оптимизации производительности. Однако данное программное обеспечение охватывает лишь производственный процесс, без учета построения оптимального плана выполнения портфеля заказов точно в срок (как с точки зрения производства, так и, что не менее важно, с точки зрения формирования реестра приоритетных платежей за комплектацию заказов в целях минимизации просрочек).

В наше время все большую популярность приобретает процессный подход к управлению организацией. В рамках данного подхода вся деятельность организации представляется в виде совокупности сквозных бизнес-процессов, охватывающих функционал нескольких подразделений и имеющий конечной целью удовлетворение потребностей клиента: заказчи-

ка – для предприятия в целом; смежного подразделения, которое будет использовать результаты работы данного подразделения в организации. Процессы имеют свои входы и выходы, а также показатели, по которым оценивается их эффективность – KPI (Key Performance Indicators). Существуют специальные программы, позволяющие проектировать бизнес-процессы организации, а также собирать статистику для расчета KPI – BPM-системы (Business Process Modelling Systems)<sup>4</sup>. Основное назначение BPM-систем связано с повышением эффективности работы организации, снижением стоимости выпускаемой продукции или предоставляемых услуг и улучшения системы управления. Этот класс программного обеспечения создавался с таким расчетом, чтобы можно было быстро определить слабые места процессов и подразделения компании, которые снижают общую эффективность работы. Однако программы данного семейства также не решают вопрос организации сквозного планирования деятельностью организации по принципу вытягивания заказов и обеспечения оборачиваемости денежных средств предприятия.

Таким образом, на рынке отсутствует программное обеспечение, ориентированное на вытягивающую производственную систему, которая объединяла бы в себе сквозное планирование «финансирование-снабжение-производство-доставка» в целях обеспечения выполнения заказов точно в срок либо с минимальными отклонениями от договорных сроков, учитывающая разную приоритетность заказов в условиях ограниченности финансовых ресурсов. Данное программное обеспечение будет полезно промышленным предприятиям, испытывающим недостаток обо-

<sup>3</sup> Siemens Plant Simulation. Материалы сайта [www.siemens.com](http://www.siemens.com) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.plm.automation.siemens.com/ru/products/tecnomatix/manufacturing-simulation/material-flow/plant-simulation.shtml#lightview-close> (дата обращения: 12.05.18).

<sup>4</sup> BPM-системы [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.kpms.ru/Automatization/BPM\\_System.htm](http://www.kpms.ru/Automatization/BPM_System.htm). (дата обращения: 29.07.2018).

ротных средств и жесткие ограничения в финансировании заказов; применяя его, предприятия смогли бы установить четкие приоритеты в финансировании, обеспечивающем вытягивание заказов с «быстрыми деньгами» и раскручивание механизма оборачиваемости денежных средств, что в итоге должно привести к нарастанию оборота и нормализации финансового состояния предприятий. Следовательно, необходимо разработать методологический подход к составлению математической модели вытягивающего производства в условиях ресурсных ограничений, который может быть положен в основу модернизированной APS-системы.

### **Методология исследования**

В основу данного механизма должен быть положен системный подход, развиваемый в работах Л. фон Берталанфи [24, 25], А. А. Богданова [26, 27], Г. П. Щедровицкого [28], Р. Акоффа [29], С. Янга [30], В. Н. Волковой [31], В.Н. Садовского [32] и др., рассматривающий предприятие как систему во взаимосвязи блоков, характеризующих различные стороны его деятельности, а именно:

- 1) формирование запасов материалов (планирование снабжения) под производственную программу;
- 2) определение приоритетов заказов клиентов для финансирования;
- 3) формирование сводного графика производства, позволяющего изготовить заказы в соответствии с установленными приоритетами с исключением конфликтов за ресурсы: время, персонал, оборудование и т.д.;
- 4) оптимизация затрат на транспортную логистику готовой продукции: выбор способа транспортировки, срок доставки и т.д. – в целях обеспечения доставки продукции точно в срок.

Как отмечает Д. Шервуд, если вы хотите понять систему и быть в состоянии пред-

сказывать ее поведение, необходимо изучить ее в целом; при разделении ее на части могут разрушиться связи и, следовательно, сама система; если вы хотите влиять на поведение системы и контролировать его, вы должны воздействовать на систему в целом; попытки настроить ее в одном месте в надежде на то, что в другом ничего не произойдет, обречены на провал [33].

Таким образом, управление портфелем заказов предприятия невозможно рассматривать отдельно в рамках управления запасами, финансированием, производством и логистикой. Управление портфелем заказов – это сквозной бизнес-процесс предприятия, и все указанные выше блоки должны быть интегрированы в процесс принятия решений, т. к. последний обусловлен, прежде всего циклическими взаимосвязями между ними.

У всех систем есть точка оптимума, в которой они работают с наибольшей эффективностью. Следовательно, задача управления портфелем заказов промышленного предприятия заключается в нахождении оптимального сочетания значений показателей работы предприятия, обеспечивающего выполнение заказов точно в срок. Процесс управления портфелем заказов итерационный. Данное условие налагает жесткое требование к математическому обоснованию причинно-следственных связей между показателями деятельности предприятия. Здесь необходимо обратиться к концепции управления по целям, предложенной П. Друкером, которая заключается в том, что определяется целевой показатель деятельности предприятия (KPI), далее цель транслируется всем подразделениям предприятия с установлением целевого показателя для каждого из них, которые оказывают влияние на интегральный целевой показатель через математическую запись причинно-следственных связей. Согласно Друкеру, эффективный контроль затрат

требует, чтобы весь бизнес рассматривался как единое целое, так же, как все входящие в него области результативности. В противном случае издержки будут сокращаться в одном месте просто в результате того, что их вытеснят в другое место, <...> однако, когда будут получены окончательные результаты, окажется, что затраты были больше, чем когда-либо ранее [34]. Друкер считает, что стремление сократить затраты на каком-то одном участке без рассмотрения предприятия как целого, может привести к их банальному перетоку из одного места возникновения в другое с возможным возрастанием совокупных издержек предприятия. Поэтому при выборе приоритетов финансирования заказов необходимо просчитывать всю логическую цепочку показателей предприятия и определять приоритеты исходя из эффективности работы предприятия в целом. Иначе издержки на финансирование неприоритетных заказов могут перерасти в непроизводительные издержки, связанные с упущенной выгодой, а также реальным раздутием сопутствующих затрат, самыми большими из которых, по верному замечанию Друкера, будут издержки «бездействия», вызванные задержками выполнения заказов, некомплектностью снабжения, а также следующими за ними сверхурочными работами. В другой своей работе – «Эффективный руководитель» – П. Друкер утверждает, что пределы производительности любого процесса устанавливаются самым скудным ресурсом. В процессе, который мы называем «достижение цели», этим ресурсом является время [35].

### Модель

Как справедливо отмечают А. В. Федосеев, Б. М. Карабанов, управление по показателям возможно только при наличии модели взаимосвязей показателей между собой и влияния каждого и их совокупности на интегральный показатель. Менеджмент

приобретает системные черты: управленец видит последствия изменений во всех частях системы и может оптимизировать достижение результата или расход ресурсов [36]. Аналогичная концепция была предложена Д. Нортеном и Р. Капланом в работе «Сбалансированная система показателей» [37], однако данная концепция рассматривает деятельность организации через призму других блоков.

В основе оптимизационного механизма, предлагаемого в исследовании, заложен кибернетический подход к проектированию предприятия, предложенный Н. Винером [38] и развиваемый Дж. Форрестером [39]. Задача исследования представляет собой одновременное решение целого комплекса оптимизационных задач математического программирования:

- задачи распределения ресурсов – задачи выбора наилучшего варианта распределения лимитированных ресурсов, при котором максимизируется величина получаемой прибыли или минимизируются затраты;
- задачи управления запасами – задачи оптимизации управления поступающими ресурсами, их хранения и потребления. Целью решения задачи является минимизация потерь от дефицита, затрат на складские операции, убытков порчи при хранении и морального старения;
- задачи упорядочения и согласования – задачи выбора дисциплины очереди в соответствии с некоторым выбранным критерием функционирования системы, стремящимся достичь экстремального значения.

Однако оперативная ситуация в деятельности по управлению портфелем заказов может стремительно меняться: один заказ может быть отложен по причине того, что заказчику в данный момент он не нужен (например, не подготовлена площадка

для монтажа оборудования) либо другой заказ просят отгрузить раньше и т.д., соответственно, оптимальное решение задачи о финансировании заказов может измениться, и требуется провести анализ модели на чувствительность. Как отмечает С. В. Прокопов, анализ полученной модели на чувствительность связан с исследованием возможных изменений полученного оптимизационного решения в результате изменения исходной модели. Это дает возможность ответить на вопрос, в каком интервале можно варьировать входными параметрами без существенного отклонения от найденного оптимума и без значительного нарушения структуры базиса, формирующего оптимальное решение [40].

Таким образом, предлагаемый автором научно-методологический подход к управлению выполнением портфеля заказов машиностроительного предприятия основан на комплексной оптимизации распределения ограниченных финансовых ресурсов между заказами в рамках сквозного плана-графика их выполнения, охватывающего цикл «финансирование-снабжение-производство-доставка на объект Заказчика», и построение интегрального плана выполнения портфеля заказов с возможностью его адаптивной перестройки под существующие на текущий момент финансовые условия. Научная новизна и отличие от существующих подходов авторского метода заключается в сквозном охвате плана выполнения каждого заказа в разрезе планов финансирования, планов обеспечения, планов изготовления и планов доставки. Кроме того, взаимосвязь планов обеспечивает возможность их синхронной актуализации при изменении плана финансирования заказов и поиска наилучшего варианта их очередности в целях минимизации срыва сроков их выполнения, максимизации объема денежных поступлений от заказов в единицу времени и повышения оборачиваемости ка-

питала. Также заложенные в основу подхода процедуры динамического программирования обеспечивают последовательную во времени (а не хаотично-ситуационную) оптимизацию.

Для того чтобы разработать алгоритм оптимизации деятельности предприятия в целях выполнения заказов точно в срок, необходимо четко сформулировать оптимизационную задачу в разрезе взаимообусловленных KPI подразделений. В этом может помочь нотация моделирования бизнес-процессов. Тем не менее среди существующих методологий моделирования бизнес-процессов, таких как SADT<sup>5</sup>, ARIS<sup>6</sup>, BPMN<sup>7</sup> и др., нет нотации, наиболее четко отражающей суть задачи оптимизации и взаимосвязь целевого KPI с ресурсами и ограничениями. В связи с этим автором предложена своя – параметрическая – нотация, изображенная на рис. 1.

По сути своей задача управления сводится к выбору наиболее подходящего для сложившейся ситуации варианта действий в условиях ограниченности ресурсов и возможностей, т. е. к задаче оптимизации.

Параметрическая нотация позволяет не только словесно сформулировать входы и выходы процесса, его целевой показатель и ограничения, но и дать им взаимосвязанное и взаимообусловленное математическое описание.

Итак, перейдем к построению математической модели первых двух процессов – Закупки и Финансы – рис. 2 и 3.

<sup>5</sup> SADT. Методология структурного анализа и проектирования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://or-rsv.narod.ru/SADT/SADT.htm> (дата обращения: 29.09.2018).

<sup>6</sup> Методология ARIS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ariscommunity.com/aris-express> (дата обращения: 29.09.2018).

<sup>7</sup> Business Process Model and Notation (BPMN). Version 2.0. Графический язык моделирования бизнес-процессов BPMN. Версия 2.0. Материалы сайта <http://bpnmn.org>.



Третьяков В.Д.

Логика построения нотации следующая.

1. Определяется целевой выход процесса (в данном случае – оптимальный реестр платежей). Далее в обратном порядке (справа налево) определяется управленческий процесс, выходом которого служит целевой выход. Для процесса устанавливаются основные ограничения и входы; определяется

целевой критерий оценки эффективности процесса.

2. Далее от входа процесса в обратном порядке определяется процесс, выходом которого он является. Для процесса также определяются ограничения, входы и целевой показатель эффективности. И так далее.

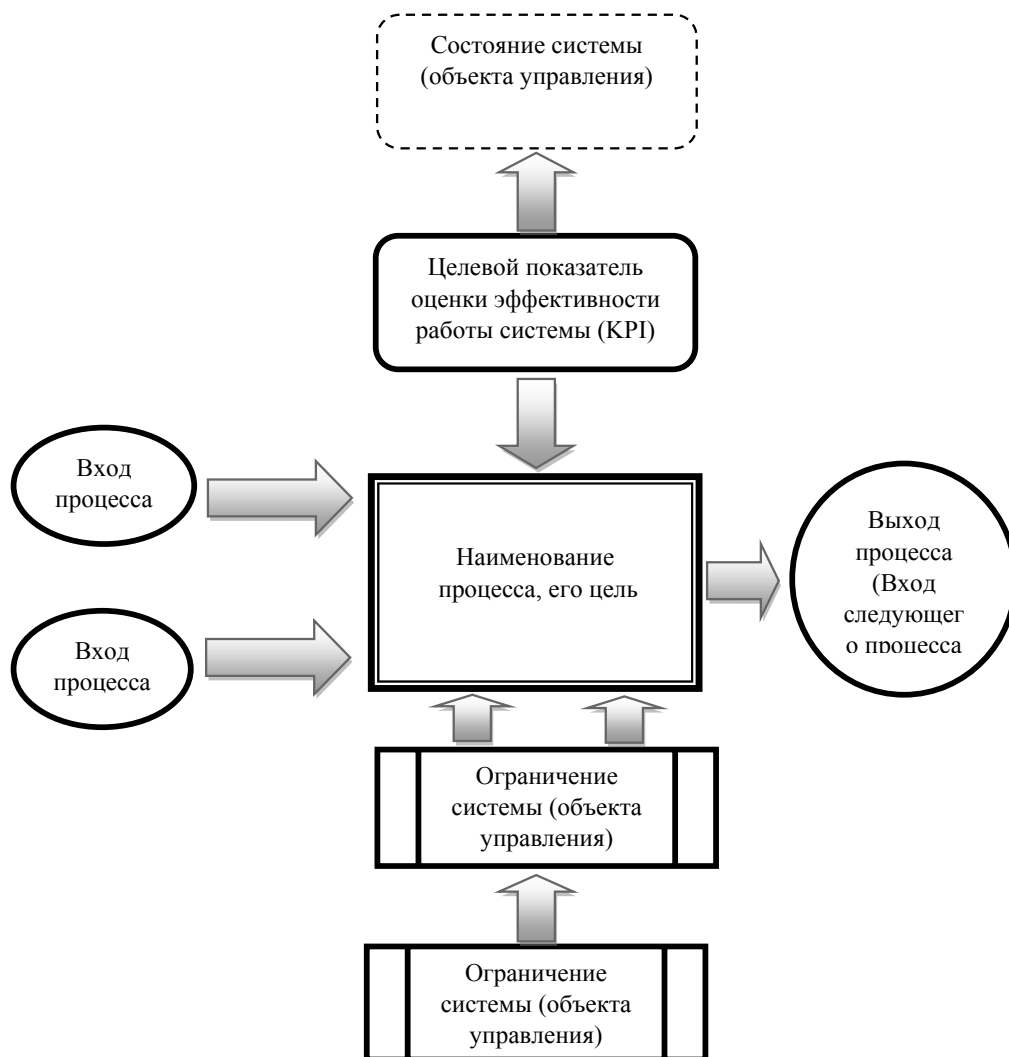


Рис. 1. Параметрическая нотация процесса управления

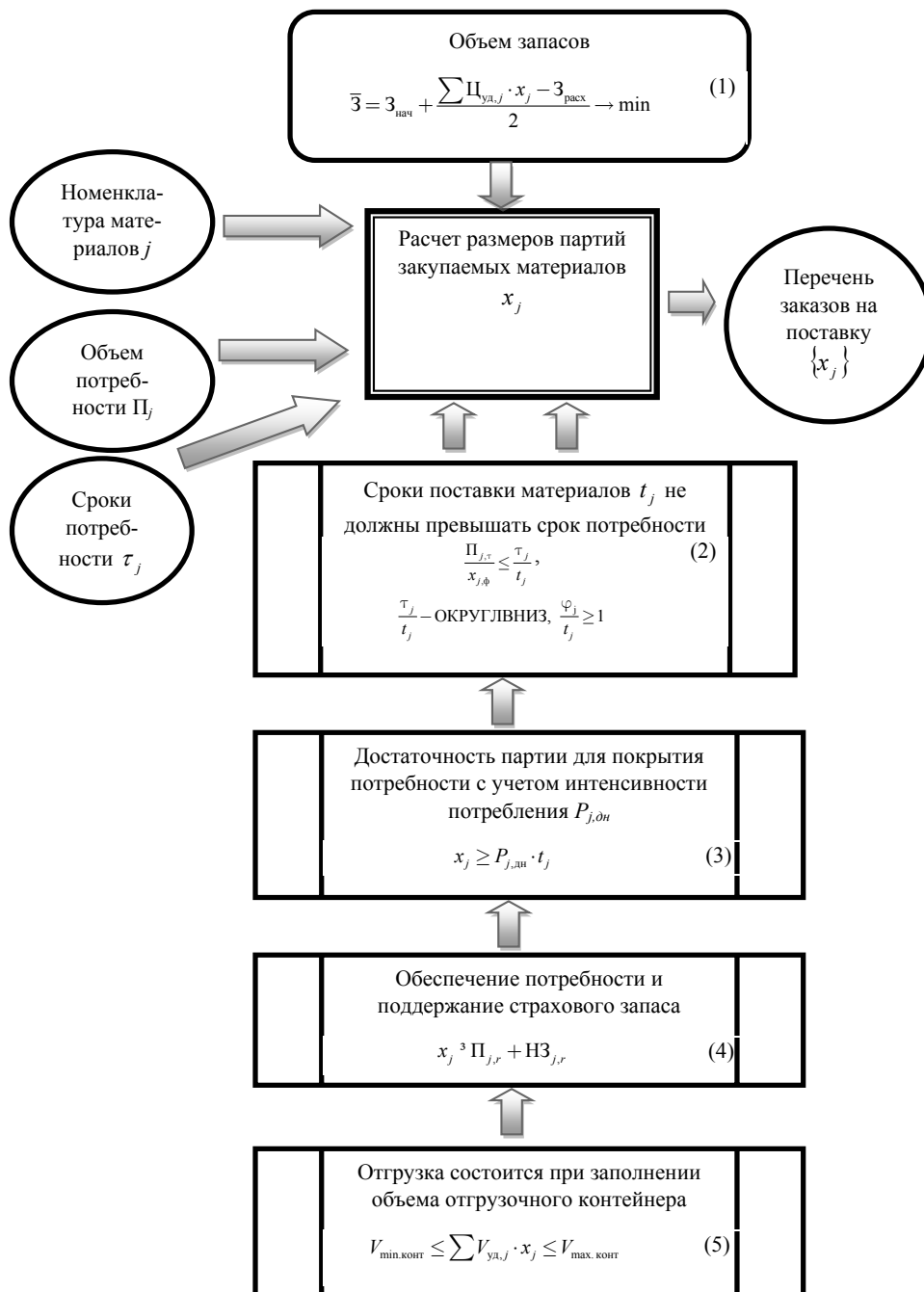


Рис. 2. Параметрическая нотация процесса Закупки

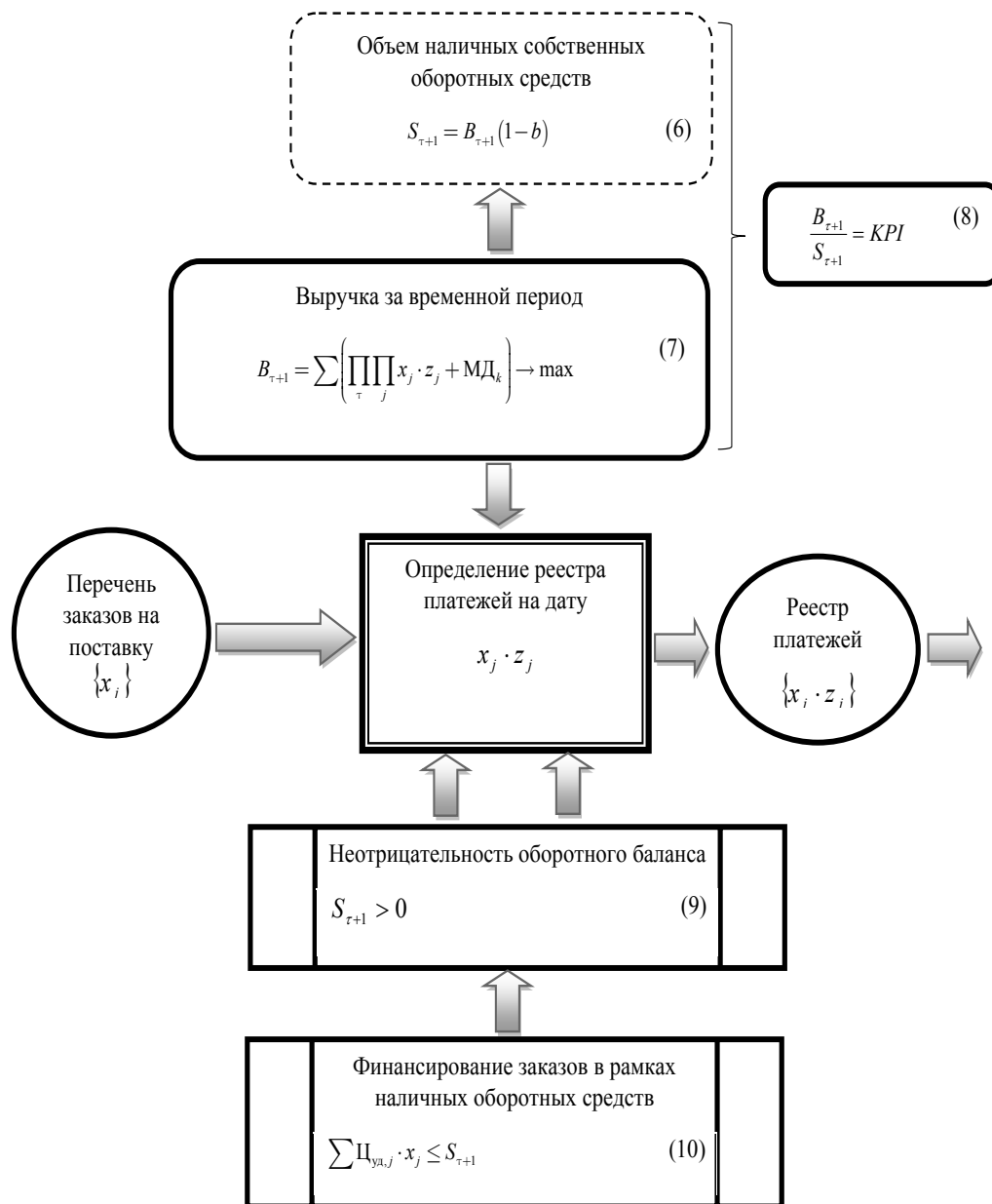


Рис. 3. Параметрическая нотация процесса Финансирование заказов:  
 $b$  – норматив отчислений от денежных поступлений на непроизводственные нужды;  
 $\text{МД}_k$  – маржинальный доход по  $k$ -му заказу;  
 $\text{Ц}_{уд,j}$  – удельная цена за единицу  $j$ -го материала

Цель моделирования – определение исходного параметра, на основании значений которого будут строиться показатели эффективности процессов. В данном случае это номенклатура материалов  $j$  и объем закупаемой партии.

3. Далее слева направо определяются формулы, выводящие зависимость целевых показателей процессов от исходного параметра. В данном случае это объем запасов и выручка за временной период, из которых определяются КРІ соответствующих процессов.

4. Если в ходе написания формул математических моделей появляется вторая группа независимых параметров, от процесса, в котором они участвуют (как вход или как выход), справа налево также строится причинно-следственное «ответвление» с определением второй группы исходных параметров.

В итоге получается совокупность формул, моделирующих значения КРІ процессов на основании причинно-следственных связей между параметрами и показателями процессов.

5. Далее слева направо определяются формулы, выводящие зависимость целевых показателей процессов от исходного параметра. В данном случае это объем запасов и выручка за временной период, из которых определяются КРІ соответствующих процессов.

6. Если в ходе написания формул математических моделей появляется вторая группа независимых параметров, от процесса, в котором они участвуют (как вход или как выход), справа налево также строится причинно-следственное «ответвление» с определением второй группы исходных параметров.

В итоге получается совокупность формул, моделирующих значения КРІ процессов на основании причинно-следственных связей между параметрами и показателями процессов.

Следует отметить, что прогноз поступлений денежных средств в зависимости от даты оплаты закупок материалов для заказов зависит еще от одной переменной величины – временем между финансированием закупок и поступлением денег за заказ. За это время «отвечают» два следующих процесса – Производство и Логистика.

Продолжим построение параметрических нотация для этих процессов – рис. 4 и 5.

Поясним алгоритм выстраивания оптимальной производственной программы. Производственная программа – это совокупность календарно-сетевых планов-графиков выполнения заказов, спланированная с учетом производственных возможностей, а также с минимальными временными разрывами между работами, в целях быстрого вытягивания каждого заказа.

Что касается логистики, то последняя планируется таким образом, чтобы обеспечить минимальное время доставки при минимальном бюджете.

Параметрическая нотация помогает сформировать условия оптимизационной задачи, которая решается с помощью программ-оптимизаторов. Одним из оптимизаторов служит пакет «Поиск решения» (Solver) Microsoft Excel. Однако для решения задач любой оптимизатор потребует отладки модели с учетом его математических особенностей.

Основные допущения методики формирования сбалансированного по ресурсам плана выполнения портфеля заказов предприятия следующие:

1. Покупатель (заказчик) своевременно платит за отгруженную продукцию. Если это условие не соблюдается, можно обеспечить поступление денежных средств в срок, используя факторинговые схемы продажи права требования.

2. План либо не изменяется совсем, либо изменения минимальны.

3. На предприятии осуществляется по-казанное (сквозное) планирование ресурсов.

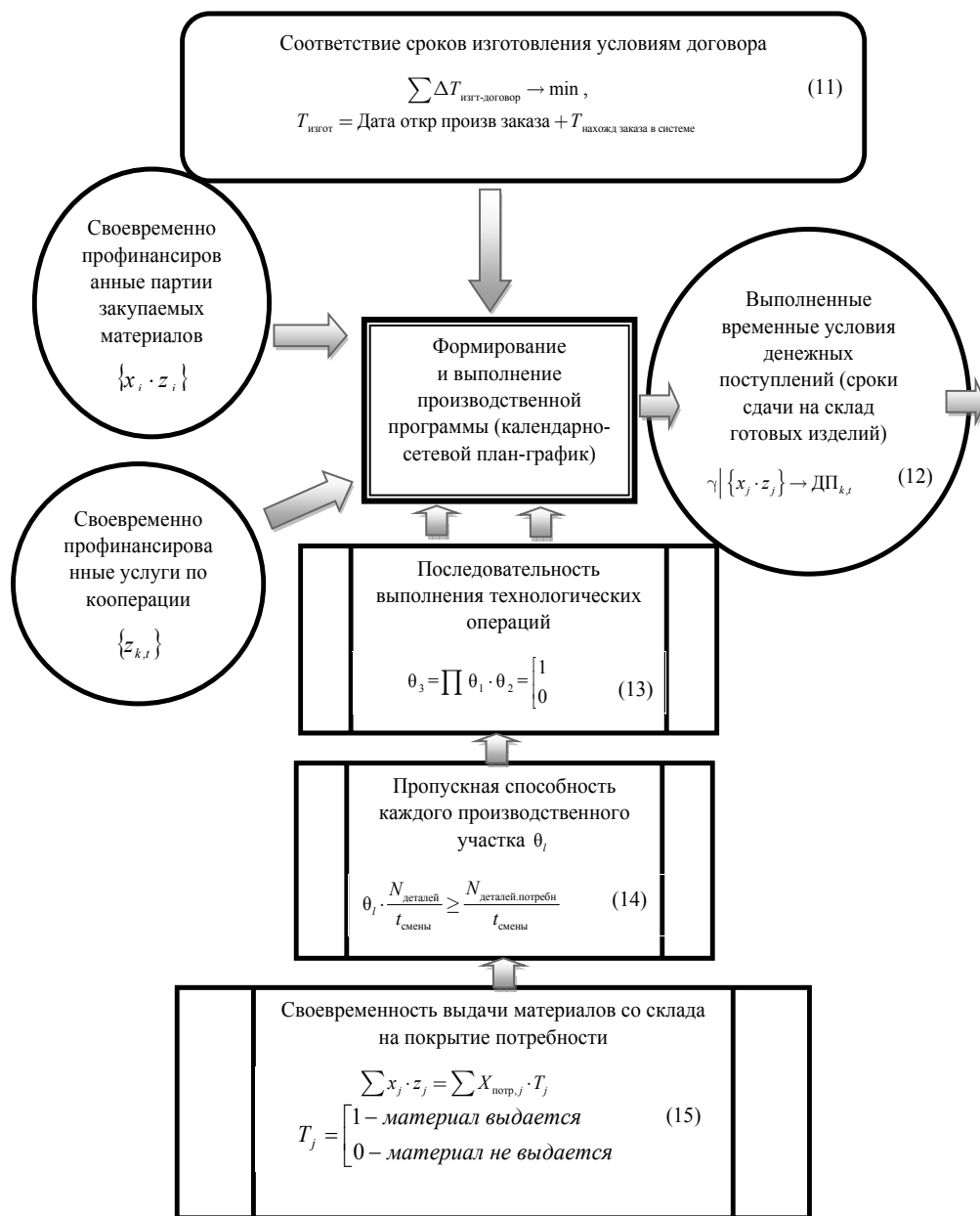


Рис. 4. Параметрическая нотация процесса Производство:  
 ДП<sub>k,t</sub> – объем денежных поступлений от k-го заказа за период t;  
 N<sub>деталей</sub> – план выпуска деталей на производственном участке;  
 N<sub>деталей.потребн</sub> – объем потребности в деталях;  
 X<sub>потр,j</sub> – объем потребности производства в j-м материале

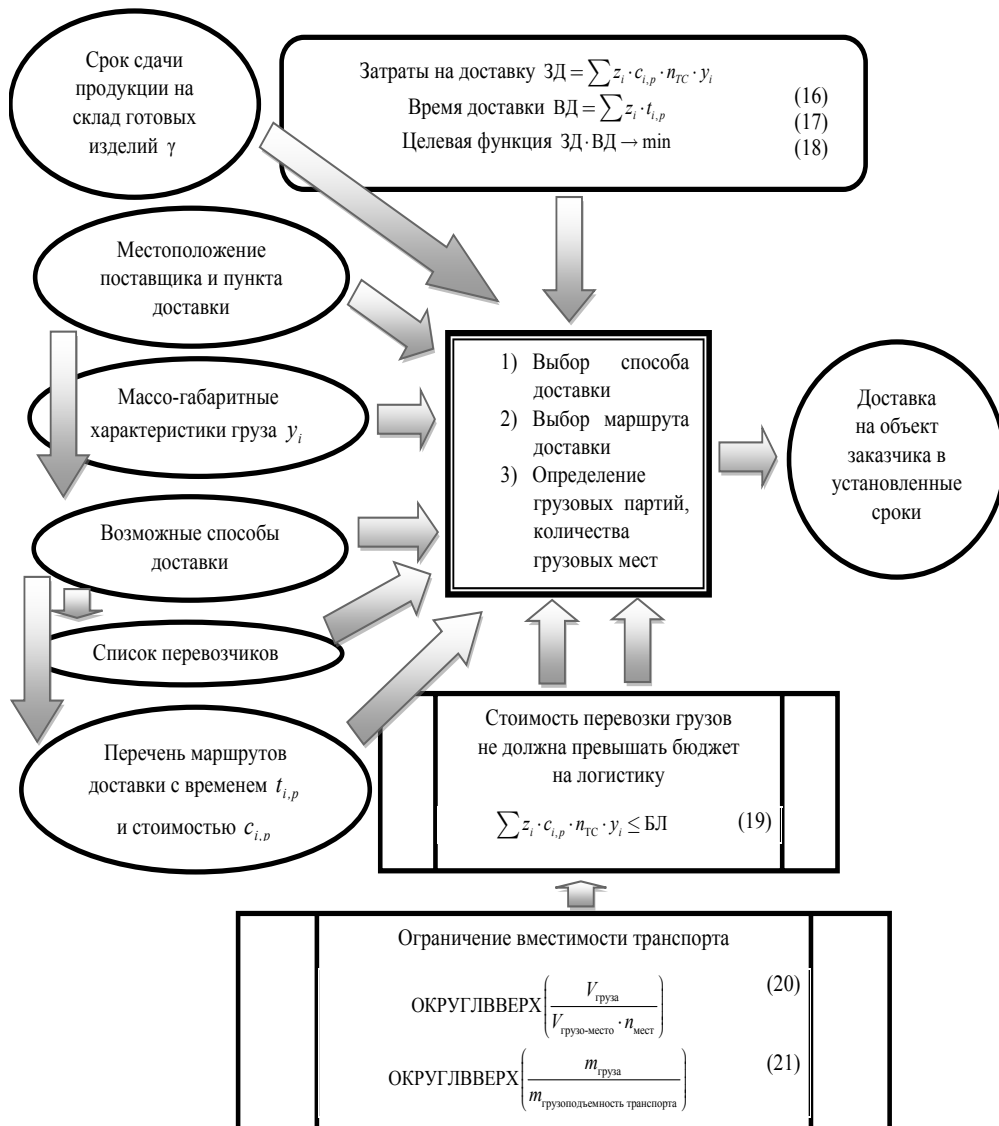


Рис. 5. Параметрическая нотация процесса Логистика:

$$z_i = \begin{cases} 1 - \text{перевозка осуществляется} \\ 0 - \text{перевозка не осуществляется} \end{cases}$$

$c_{i,p}$  – удельная стоимость перевозки  $p$ -м транспортным средством;

$t_{i,p}$  – время доставки  $p$ -м транспортным средством;

$n_{TCi,p}$  – количество  $p$ -х транспортных средств, везущих  $i$ -й груз;

$y_i$  – количество груза

4. Контракты заключаются в сроки, заложенные в плане заключения договоров.

Реалии деятельности любого завода сегодня таковы, что первоначально утвержденный план исполнения портфеля заказов меняется, и не один раз за год. Поэтому необходима адаптация представленного выше методического подхода к построению сбалансированного портфеля заказов. Прежде всего необходимо выделить основные причины изменений портфеля:

- 1) появление в портфеле нового заказа может повлечь полную перестановку ранее утвержденных приоритетов;
- 2) изменения условий закупок материалов и комплектующих: изменение объемов и сроков поставки (например, замена типов материалов); изменение условий финансирования (товарный кредит).

Мероприятия по управлению изменениями. При появлении нового заказа необходимо сделать следующее:

- а) попытаться встроить его в существующий портфель заказов без получения убытков на других заказах;
- б) если п. а) выполнить не удастся, нужно зафиксировать приоритетное выполнение наиболее важных заказов, а для остальных провести повторную расстановку приоритетов с учетом появления нового заказа; портфель заказов делится на «постоянную» (наиболее важные заказы, перенос сроков по которым недопустим) и «переменную» (заказы, которые можно переставлять/перепланировать в связи со сменой приоритетов) часть.

При исключении заказа из портфеля необходимо распределить высвободившиеся ресурсы между другими заказами без смены приоритетов.

При изменении условий закупок материалов и комплектующих. При изменении

сроков поставки (например, замена типов материалов, либо изменении сроков обеспечения в связи с исчерпанием запасов на складах поставщика и необходимости ожидания изготовления новой партии) в задачу оптимизации закупок необходимо включить следующее условие:

$$t_{j\tau_1} = a \text{ дней}$$

$$t_{j\tau_2} = b \text{ дней}$$

$$b \gg a.$$

Следовательно, справедлива система утверждений:

$$\begin{cases} \text{if } z_{\tau_1} = 1 \rightarrow t_{j\tau_1} = a, \\ f z_{\tau_2} = 1, f z_{\tau_1} = 0 \rightarrow t_{j\tau_2} = b \end{cases}$$

Изменение объемов поставки (например, при появлении нового приоритетного заказа, либо при переносе потребности на будущие периоды из-за недофинансирования) повлечет за собой изменение объемов финансирования, а значит, и сроки финансирования, что опять же повлечет смену приоритетов заказов. Чтобы избежать резких колебаний портфеля заказов, необходимо сделать то же самое, что и при необходимости перестановки приоритетов: зафиксировать постоянную часть портфеля, а варьировать переменную. Такой же алгоритм действий и при изменении сроков финансирования как в сторону ускорения, так и в сторону просрочки.

### Выводы

Предлагаемый в статье научно-методологический подход к оптимальному построению и актуализации плана выполнения портфеля заказов направлен на решение управленческих задач, стоящих перед машиностроительным предприятием, испытывающим дефицит собственных оборотных средств и имеющим кассовые разрывы. Ядром подхода является принцип сквозного выстраивания плана портфеля заказов на основе интеграции плана финансирования, плана снабжения, плана

изготовления и плана доставки на объект; математическое описание взаимосвязей указанных планов позволит обеспечить их синхронизированную актуализацию в текущих финансовых условиях. Также использование в подходе процедур динамического программирования обеспечивает преемственность каждого управленческого решения и последовательную оптимизацию планов.

Применение указанного подхода к оптимизации выполнения портфеля заказов позволит упростить, автоматизировать и повысить прозрачность процесса его выполнения. Кроме того, отказ от субъективного ручного планирования заказов позволит выстраивать портфель и производственную программу на основе объективных оценок выгодности и приоритетности заказов, цель которого – повысить оборачиваемость ограниченного количества оборотного капитала машиностроительного предприятия – и, соответственно, освободить резервы ресурсов

для поступательного увеличения рыночного присутствия и устойчивого развития.

Для построения математической модели задачи сквозной оптимизации плана автором применена разработанная Параметрическая нотация моделирования бизнес-процессов, позволяющая математически сформулировать оптимальное распределение ресурсов при их планировании и выполнении, с учетом взаимосвязей входов и выходов процессов, что также является элементом научной новизны.

В качестве направления дальнейшего исследования предполагается более детальное изучение и верификация моделей оптимизации закупок, финансов, производства и доставки в целях обеспечения выполнения уравнений ограничений и целевой функции; для этого планируется изучить методические подходы к построению соответствующих моделей и адаптировать их к условиям сводной оптимизационной задачи в рамках развиваемого методологического подхода.

### Список использованных источников

1. Джордж М.Л. Бережливое производство плюс шесть сигм: комбинируя качество шести сигм со скоростью бережливого производства / пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. 360 с.
2. Зинченко С. Сокращение времени выполнения заказа – «тайное оружие» успешной компании // Альманах «Управление производством» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.up-pro.ru/library/production\\_management/operations\\_management/sokrashenie\\_vrem.html](http://www.up-pro.ru/library/production_management/operations_management/sokrashenie_vrem.html) (дата обращения: 27.09.2018).
3. Академия Менеджмента. Виды потерь бережливого производства [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.am-lean.ru/lean/losses.php> (дата обращения: 07.10.2018).
4. Taylor F.W. The Principles of Scientific Management. New York: Harper Bros., 1911. 77 p.
5. Файоль А. Общее и промышленное управление / пер. с фр. Б.В. Бабина-Кореня. М.: Центральный институт труда, 1923. 122 с.
6. Форд Г. Моя жизнь, мои достижения. М.: Эксмо, 2018. 352 с.
7. Womack J.P., Jones D.T., Roos D. The Machine That Changed the World. N.Y.: Rawson Associates, 1990. 334 p.
8. Оно Т. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства / пер. с англ. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2005. 192 с.



9. Богданов А.А. Между человеком и машиной. О системе Тейлора. СПб.: Прибой, 1913. 20 с.
10. Гастев А.К. Как надо работать: Практическое введение в науку организации труда / под общ. ред. Н.М. Бахраха, Ю.А. Гастева, А.Г. Лосева, Е.А. Петрова. Изд. 3-е. М.: ЛИБРОКОМ, 2011. 480 с.
11. Ерманский О.А. Теория и практика рационализации. М.-Л., 1930. Режим доступа: <http://www.malb.ru/literatura/racionalizacia.html>.
12. Родов А., Крутянский Д. План, поток, ритм. Ростов-на-Дону: Ростовское книжное издательство, 1964. 73 с.
13. Голдратт Э., Кокс Дж. Цель: процесс непрерывного улучшения / пер. с англ. Е. Федурко. 3-е изд. Минск: Попурри, 2016. 400 с.
14. Preve L.A., Sarria-Allende V. Working Capital Management. Oxford University Press, 2010. 174 p.
15. Похвалов А.С. Формирование оптимальной производственной программы промышленного предприятия в условиях дефицита собственных оборотных средств : автореф. дисс. ... канд. экон. наук: 08. 00.05. Пенза, 2003. 24 с.
16. Никулина Е.Н. Управление оборотным капиталом на предприятиях с длительным производственным циклом : автореф. дисс. ... канд. экон. наук: 08.00.05. М., 2003. 23 с.
17. Мищенко А.В., Джамай Е.В. Динамическая задача определения оптимальной производственной программы // Менеджмент в России и за рубежом. 2002. № 2. С. 129–136.
18. Швец И.Б., Бондарева И.А. Управление производственными запасами на предприятии : монография. Донецк: Институт экономики промышленности, 2003. 182 с.
19. Wallace T.F., Kremzar M.H. ERP: Making It Happen. The Implementer's Guide to Success with Enterprise Resource Planning. NY: John Wiley & Sons, Inc., 2001. 385 p.
20. Питеркин С.В., Оладов Н.А., Исаев Д.В. Точно вовремя для России. Практика применения ERP-систем. М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. 368 с.
21. APICS Dictionary. 13<sup>th</sup> edition (revised) / edited by J.H. Blackstone. University of Georgia, 2010. 177 p.
22. Mahesh V., Reddy A.C., Rao C.S.P. Advanced Planning and Scheduling for Responsive Manufacturing Systems – an Overview // National Conference on Factory Automation, Robotics and Soft Computing. 18-19 January, 2007 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://jntuhceh.org/web/tutorials/faculty/755\\_nc62-2007.pdf](http://jntuhceh.org/web/tutorials/faculty/755_nc62-2007.pdf) (дата обращения: 09.05.2018).
23. Фролов Е.Б., Загидуллин Р.Р. MES-системы, как они есть, или эволюция систем планирования производства. // Металлообрабатывающее оборудование. 2008. № 10 (55). С. 31–37.
24. Bertalanffy L. General System Theory – A Critical Review // General Systems. 1962. Vol. VII. P. 1–20.
25. Бертуланфи Л. Общая теория систем: критический обзор // Исследования по общей теории систем / под ред. В.Н. Садовского, Э.Г. Юдина. М.: Прогресс, 1969. С. 23–82.
26. Богданов А.А. Тектология: (Всеобщая организационная наука) : в 2-х кн. Кн. 1 / отв. ред. Л.И. Абалкин. М.: Экономика, 1989. 304 с.

27. Богданов А.А. Тектология: (Всеобщая организационная наука) : в 2-х кн. Кн. 2 / отв. ред. Л.И. Абалкин. М.: Экономика, 1989. 178 с.
28. Щедровицкий Г.П. Избранные труды. М.: Шк.Культ.Полит., 1995. 800 с.
29. Ackoff R.L. Systems, Organizations and Interdisciplinary Research // *Systems: Research and Design* / edited by D.P. Eckman. N.Y.: John Wiley and Sons, Inc., 1960. P. 26–42.
30. Янг С. Системное управление организацией / пер. с англ. под ред. С.П. Никанорова, С.А. Батасова. М.: «Советское радио», 1972. 456 с.
31. Теория систем и системный анализ в управлении организацией: справочник : учеб. пособие / под ред. В.Н. Волковой, А.А. Емельянова. М.: Финансы и статистика, 2006. 848 с.
32. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. М.: Изд-во «Наука», 1974. 280 с.
33. Шервуд Д. Видеть лес за деревьями. Системный подход для совершенствования бизнес-модели. М.: Альпина Паблишер, 2012. 344 с.
34. Друкер П.Ф. Эффективное управление предприятием / пер. с англ. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. 224 с.
35. Друкер П.Ф. Эффективный руководитель / пер. с англ. 7-е изд. М.: Манн, Иванов и Фербер; Эксмо, 2018. 240 с.
36. Федосеев А.В., Карабанов Б.М. Битва за эффективность. 1-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2013. 288 с.
37. Каплан Р.С., Нортон Д.П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003. 214 с.
38. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине / пер. с англ. под ред. Г.Н. Поварова. М.: Издательство «Советское радио», 1958. 216 с.
39. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://readli.net/osnovy-kibernetiki-predpriyatiya/> (дата обращения: 12.09.2018).
40. Прокопов С.В. Экономико-математическое моделирование в производственном менеджменте : учебник. Киев: ИМСО, 2017. 438 с.

Tretyakov V.D.

*Joint-Stock Company “Uralelectrotyazhmash”,  
Ekaterinburg, Russia*

## SCIENTIFIC METHODOLOGICAL APPROACH TO OPTIMIZATION OF MACHINE-BUILDING ENTERPRISE’S ORDER PORTFOLIO EXECUTION PLAN IN THE CONDITIONS OF DEFICIENCY OF CIRCULATING ASSETS

**Abstract.** To date, there is a sufficient number of scientific approaches to building and optimizing order execution plans (both in terms of production organization and supply planning), but they do not take into account the situation of the shortage of working capital to finance orders in accordance with the current register for payment and, therefore, do not ensure the relevance of plans. It is necessary to develop a scientific approach that takes into account fluctuations in working cash when planning the execution of the order portfolio. The article proposes a scientific approach to increasing the capital turnover of a large machine-building enterprise in a situation of cash deficit, based on building a plan for the implementation of the portfolio of orders on the basis of the principle of prioritization. The cost of each order and the urgency of the payments for it are proposed to be considered a criterion of optimization. Consequently, cash turnover is enhanced by the optimal allocation of scarce financial resources. The algorithm of turnover increase is based on the system approach considering the enterprise as a set of interrelated and interacting elements structured in blocks: supply, finances, production, delivery to the customer. Domestic and global developments for the specified and related topics (both theoretical and methodological designs and specialized software) have been analyzed. The analysis revealed a lack of consideration for this issue in the studied scientific material. Interrelated optimization of the parameters of these blocks is proposed as a fundamental factor in ensuring the execution of orders just in time and, consequently, increasing turnover and cash flow for the company. The paper proposes the author’s own approach: parametric notation of business process modeling, by means of which the performance indicators of the above blocks are determined and formulas describing their relationship are derived. The results of the work are: 1) the parametric notation of business processes modeling proposed by the author, with the help of which it is possible to form an interconnected system of indicators for assessing their effectiveness; 2) a system of interrelated indicators for planning and evaluating the activities of a machine-building enterprise, obtained with the help of parametric notation.

**Key words:** parametric notation; the system of interrelated indicators; optimization; the system approach; business processes; the increase of turnover; machine-building enterprise.

### References

1. George, M. (2002). *Lean Six Sigma. Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed*. McGraw-Hill. [Reducing Lead Time – A ‘Secret Weapon’ of a Successful Company]. *Upravlenie proizvodstvom [Production Management]*. Available at: [http://www.up-pro.ru/library/production\\_management/operations\\_](http://www.up-pro.ru/library/production_management/operations_)
2. Zinchenko, S. (2010). Sokrashchenie vremeni vypolneniia zakaza – «tainoe oruzhie» uspeshnoi kompanii

- management/sokrashenie\_vrem.html.
3. *Akademiia Menedzhmenta. Vidy poter' berezh livogo proizvodstva [Management Academy. Losses in Lean Production]*. Available at: <http://www.am-lean.ru/lean/losses.php>.
  4. Taylor, F.W. (1911). *The Principles of Scientific Management*. New York, Harper Bros., 77 p.
  5. Fayol, H. (1917). *Administration industrielle et générale: prévoyance, organisation, commandement, coordination, contrôle*. Dunod&Pinad.
  6. Ford, H. (1922). *My Life and Work*. New York, Garden City.
  7. Womack, J.P., Jones, D.T., Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*. N.Y., Rawson Associates, 334 p.
  8. Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
  9. Bogdanov, A.A. (1913). *Mezhdru chelovekom i mashinoy. O sisteme Teilora [Between Man and Machine. On Taylorism]*. St Petersburg, Priboi.
  10. Gastev, A.K. (2011). *Kak nado rabotat': Prakticheskoe vvedenie v nauku organizatsii truda [Principles of Work: Practical Introduction to the Science of Labor]*. Moscow, LIBROKOM.
  11. Ermansky, O.A. (1930). *Teoriia i praktika ratsionalizatsii [Theory and Practice of Rationalization]*. Moscow-Leningrad. Available at: <http://www.malb.ru/literatura/racionalizacia.html>.
  12. Rodov, A., Krutiatsky, D. (1964). *Plan, potok, ritm [Plan, Flow, Rhythm]*. Rostov-na-Donu, Rostov Publishing House.
  13. Goldratt, E., Cox, J. (2014). *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. North River Press.
  14. Preve, L.A., Sarria-Allende, V. (2010). *Working Capital Management*. Oxford University Press, 174 p.
  15. Pokhvalov, A.S. (2003). *Formirovanie optimal'noi proizvodstvennoi programmy promyshlennogo predpriiatiia v usloviakh defitsita sobstvennykh oborotnykh sredstv [Forming an optimum production programme for a manufacturing company amid a shortage of working capital]*. Extended thesis of PhD dissertation in economics. Penza.
  16. Nikulina, E.N. (2004). *Upravlenie oborotnym kapitalom na predpriiatiakh s dlitel'nyim proizvodstvennym tsiklom [Working Capital Management at Companies with a Long Production Cycle]*. Extended thesis of PhD dissertation in economics. Moscow.
  17. Mishchenko, A.V., Dzhamai, E.V. (2002). *Dinamicheskaya zadacha opredeleniia optimal'noi proizvodstvennoi programmy [Dynamic Task of Forming an Optimum Production Plan]*. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom [Management in Russia and Abroad]*, No. 2, 129–136.
  18. Shvets, I.B., Bondareva, I.A. (2003). *Upravlenie proizvodstvennymi zapasami na predpriatii [Stock Management at a Manufacturing Company]*. Donetsk, Industrial Economics Institute.
  19. Wallace, T.F., Kremzar, M.H. (2001). *ERP: Making It Happen. The Implementer's Guide to Success with Enterprise Resource Planning*. NY, John Wiley & Sons, Inc., 385 p.
  20. Piterkin, S.V., Oladov, N.A., Isaev, D.V. (2005). *Tochno vovremia dlia Rossii. Praktika primeneniia ERP-sistem [Just-In-Time Production for Russia. The Application of ERP-Systems]*. Moscow, Alpina Biznes Buks.

21. APICS Dictionary (2010). 13<sup>th</sup> edition (revised). Edited by J.H. Blackstone. University of Georgia, 177 p.
22. Mahesh, V., Reddy, A.C., Rao, C.S.P. (2007). *Advanced Planning and Scheduling for Responsive Manufacturing Systems – an Overview*. National Conference on Factory Automation, Robotics and Soft Computing. Available at: [http://jntuhceh.org/web/tutorials/faculty/755\\_nc62-2007.pdf](http://jntuhceh.org/web/tutorials/faculty/755_nc62-2007.pdf).
23. Frolov, E.B., Zagidullin, R.R. (2008). MES-sistemy, kak oni est', ili evoliutsiia sistem planirovaniia proizvodstva [MES-Systems, or The Evolution of Production Planning Systems]. *Metalloobrabatvavaiushchee oborudovanie [Metal-Working Machinery]*, No. 10 (55), 31–37.
24. Bertalanffy, L. (1962). General System Theory – A Critical Review. *General Systems*, Vol. VII, 1–20.
25. Bertalanffy, L. (1962). General System Theory – A Critical Review. *General Systems*.
26. Bogdanov, A.A. (1989). *Tektologiya: (Vseobshchaia organizatsionnaia nauka) [Tektology. Universal organizational science]*. Vol. 1. Moscow, Ekonomika.
27. Bogdanov, A.A. (1989). *Tektologiya: (Vseobshchaia organizatsionnaia nauka) [Tektology. Universal organizational science]*. Vol. 2. Moscow, Ekonomika.
28. Shchedrovitsky, G.P. (1995). *Izbrannye trudy [Selected Works]*. Moscow, Shk. Kul't.Polit.
29. Ackoff, R.L. (1960). Systems, Organizations and Interdisciplinary Research. *Sistems: Research and Design*. Edited by D.P. Eckman. N.Y., John Wiley and Sons, Inc., 26–42.
30. Young, S. (1966). *Management: a systems analysis*. Scott, Foresman.
31. Volkova, V.N., Emelyanov, A.A. (edt.) (2006). *Teoriia sistem i sistemnyi analiz v upravlenii organizatsiei: spravochnik [Systems Theory and Systems Analysis in Corporate Management]*. Moscow, Finansy i statistika.
32. Sadovsky, V.N. (1974). *Osnovaniia obshchei teorii sistem. Logiko-metodologicheskii analiz [Fundamentals of the General Systems Theory. Logical and Methodological Analysis]*. Moscow, Nauka.
33. Sherwood, D. (2002) *Seeing the Forest for the Trees: A Manager's Guide to Applying Systems Thinking*. Nicholas Brealey.
34. Drucker, P. (2006). *Managing for Results*. Harper Business.
35. Drucker, P. (2006). *The Effective Executive. The Definitive Guide to Getting the Right Things Done*. Harper.
36. Fedoseev, A.V., Karabanov, B.M. (2013). *Bitva za effektivnost' [The battle for efficiency]*. Moscow, Alpina Publisher.
37. Kaplan, R., Norton, D. (1996). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Harvard Business Review Press.
38. Wiener, N. (1948). *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Paris, Hermann & Cie; Cambridge, MIT Press.
39. Forrester, J. (1961). *Industrial Dynamics*. Cambridge, Mass., M.I.T. Press; New York, Wiley.
40. Prokopov, S.V. (2017). *Ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie v proizvodstvennom menedzhmente [Economic and mathematical modelling in production management]*. Kiev, IMSO.

### Information about the author

**Tretyakov Vasilii Dmitrievich** – Candidate of Economic Sciences, Head of the Project Office, Joint-Stock Company “Uralelektrotyazhmash”, Ekaterinburg, Russia (620017, Ekaterinburg, Frontovyykh Brigad street, 22); e-mail: vdtretyakov@mail.ru.

**Для цитирования:** Третьяков В.Д. Научно-методологический подход к оптимизации плана выполнения портфеля заказов машиностроительного предприятия в условиях дефицита оборотных средств // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2019. Т. 18, № 2. С. 210–231. DOI: 10.15826/vestnik.2019.18.2.011.

**For Citation:** Tretyakov V.D. Scientific Methodological Approach to Optimization of Machine-Building Enterprise’s Order Portfolio Execution Plan in the Conditions of Deficiency of Circulating Assets. *Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management*, 2019, Vol. 18, No. 2, 210–231. DOI: 10.15826/vestnik.2019.18.2.011.

**Информация о статье:** дата поступления 14 января 2019 г.; дата принятия к печати 5 февраля 2019 г.

**Article Info:** Received January 14, 2019; Accepted February 5, 2019.