

ПРАКТИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

DOI: 10.25065/1810-4894-2017-25-2-13-21

УДК 658.5

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НА ПРАКТИКЕ МЕТОДОВ ОПЕРАТИВНО-КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

М.А. Чаруйская

*ОЧУ ДПО «Московская высшая школа инжиниринга»
Россия, 119180, Москва, ул. Большая Якиманка, 21*

В условиях турбулентности и глобализации рынков потенциал улучшений промышленных предприятий может быть реализован за счет применения эффективных методов оперативно-календарного планирования и управления производством. Большинство промышленных предприятий испытывают трудности в организации оптимального процесса оперативно-календарного планирования и управления производством на практике.

В статье рассмотрены наиболее распространенные и исследованные методы оперативного планирования, а также выявлены факторы влияния успешности применения их на практике. В результате исследования была разработана матрица выбора методов планирования и управления производством в зависимости от специфики предприятия и целевых показателей операционной деятельности. Применение оптимального метода оперативно-календарного планирования и управления производством помогает рационализировать, стандартизировать и ускорить процесс принятия решений на предприятии. Разработанная матрица выбора метода планирования и управления производством помогает предприятию повысить контроль над процессом принятия решений, устранить несоответствие принятых решений основным производственным целям. Оптимальный метод, соответствующий характеристикам конкретного предприятия, позволит промышленной компании сократить производственные запасы и продолжительность производственного цикла при высоком уровне загрузки производственных мощностей

***Ключевые слова:** метод планирования, оперативно-календарное планирование, управление производством, принцип вытягивания, принцип выталкивания*

Для цитирования:

Чаруйская М.А Особенности применения на практике методов оперативно-календарного планирования и управления производством // Организатор производства. 2017. Т.25. №2. С. 13-21.

DOI: 10.25065/1810-4894-2017-25-2-13-21

THE PECULIARITIES OF PRACTICAL APPLICATION OF THE METHODS OF OPERATIONAL-CALENDAR PLANNING AND PRODUCTION MANAGEMENT

M.A. Charuyskaya

The Private Educational Institution of Supplementary Professional Education «Moscow Higher School of Engineering»
21, Bolshaya Yakimanka St., Moscow, Russia, 119180

Сведения об авторах:

Марианна Александровна Чаруйская (MBA, Dip-Mgmt, *charuyskay@mail.ru*), заместитель генерального директора.

On authors:

Marianna Alexandrovna Charuyskaya (Master of Business Administration, The Professional Diploma in Management, *charuyskay@mail.ru*), Deputy General Director.

Abstract

In the conditions of market turbulence and globalization, the potential for improvement of industrial enterprises can be realized through the use of effective methods of operational-calendar planning and production management. Most industrial enterprises have difficulties in organizing the optimal process of operational-calendar planning and production management in practice.

The article describes the most common and thoroughly investigated methods of operational planning, and reveals the impacts of their successful practical use. As a result of the research, the matrix was worked out for selecting the methods of planning and production management depending on the specific features of an enterprise and targets of operational activity. The application of the optimal method of operational-calendar planning and production management helps to rationalize, standardize and accelerate the process of decision-making at an enterprise. The devised matrix of selecting the method of planning and production management enables an enterprise to improve the control over decision-making and eliminate the discrepancy between the decisions taken and the basic industrial aims. The optimal method, matching the characteristics of a particular enterprise, will allow the industrial company to curtail the inventories and the duration of the production cycle with a high level of capacity utilization

Key words: method of planning, operational-calendar planning, production management, pull principle, push principle

For citing:

Charuyskaya M.A. (2017). Osobennosti primeneniya na praktike metodov operativno-kalendarного planirovaniya i upravleniya proizvodstvom [The peculiarities of practical application of the methods of operational-calendar planning and production management]. Organizator proizvodstva [Organizer of Production], 25 (2), 13-21.

DOI: 10.25065/1810-4894-2017-25-2-13-21 (in Russian)

Введение

В современных условиях динамических изменений, происходящих на рынках, процесс оперативно-календарного планирования и управления производством (ОКПиУП) обладает значительным потенциалом улучшения. В мировой практике существуют предприятия, самостоятельно разрабатывающие для себя принципы планирования и управления производством и достигающие при этом выдающихся результатов. В то же время у преобладающего числа промышленных компаний имеется значительное отставание в этой сфере. В данном контексте потенциал улучшений может быть реализован за счет применения оптимальных методов ОКПиУП в условиях конкретного предприятия. В этой связи, у компаний имеется возможность сократить производственные запасы, длительность поставок заказов клиенту и увеличить точность их соблюдения без дополнительных инвестиционных вложений.

Основные методы оперативно-календарного планирования и управления производством

В целом в распоряжении предприятий име-

ется значительный выбор методов оперативно-календарного планирования и управления производством, эффективность и содержание которых мало известно в России. Однако следует отметить, что представленные ниже методы позволяют стандартизировать решения, принимаемые в процессе производства, и оказывают большое влияние на его эффективность.

Рассмотрим подробнее содержание наиболее распространенных и исследованных методов ОКПиУП.

Канбан (Kanban) – это самоорганизующаяся децентрализованная система планирования и управления производством, построенная по принципу вытягивания. Этот метод был разработан компанией Тойота (Toyota) в середине XX века. При применении метода Канбан (Kanban) процесс производства стандартных изделий разделяется на несколько саморегулируемых технологических циклов с целью стабилизации незавершенного производства и минимизации запасов готовой продукции [1].

Метод Канбан (Kanban) может применяться только для массового производства со стабильным спросом и узкой ассортиментной линейкой.

Канбан (Kanban) ориентирован на малые размеры партий и высокие темпы производства. Он характеризуется высокой надежностью поставок заказов клиентам. В то же время при реализации данного метода на практике могут образовываться высокие запасы сырья и материалов [2].

Метод **Синхронизированной МРП (Sinchro MRP)** сочетает централизованное планирование и децентрализованное управление производством Канбан (Kanban) на основе принципа вытягивания. Данный метод был разработан в 80-х годах компанией Ямаха (Yamaha) [3]. Он обеспечивает интеграцию системы Канбан (Kanban) с тактическим уровнем планирования производства. Кроме того, эта система позволяет использовать Канбан (Kanban) для более широкого ассортимента. Процесс работает как двухкарточный Канбан (Kanban). Система базируется на двух компонентах: ежедневном плане производства и двух картах Канбан (Kanban) [3].

Метод синхронизированной МРП (Sinchro MRP) стабилизирует производственные запасы, обеспечивает высокую надежность поставок и низкие производственные затраты. Применение этого метода на практике возможно для сборочных производств массового или предприятий серийного типа с большим количеством вариантов продукции [4].

Конвип (ConWIP -Constant Work-In-Process) – это метод централизованного планирования, реализующий на практике принцип вытягивания. Он был разработан Хоппом (Hopf W.S.) и Спирманом (Spearman M.L.) в 80-х годах. Данный метод оперативно-календарного планирования и управления производством позволяет поддерживать запасы незавершенного производства на постоянном уровне. Он ориентирован на сокращение производственных затрат. Метод Конвип (ConWIP) обеспечивает задачу нового заказа в производство с помощью карты только в случае, если объем незавершенного производства в системе снизился до уровня меньше запланированного [5].

На практике метод применяется для поточных производств со стабильным спросом и ограниченным ассортиментом продукции, которым Конвип (ConWIP) обеспечивает высокую надежность поставок заказов клиентам [6].

Гибрид Канбан – Конвип (Kanban-ConWIP) – этот метод охватывает несколько уровней продукта и основывается на гибридном контуре планирования и управления производством. Он был описан Бонвиком (Bonwik A.M.) в

1997г. Гибридный контур сочетает в себе централизованное и децентрализованное планирование и управление производством [7]. Метод позволяет предприятиям достигнуть более высокой производительности, чем применение методов Канбан (Kanban) и Конвип (ConWIP). Система Канбан-Конвип (Kanban-ConWIP) функционирует в соответствии со следующей логикой: первая производственная операция работает в соответствии с картой Конвип (ConWIP), все остальные операции за исключением последней управляют системой Канбан (Kanban) [7].

На практике этот метод эффективно применяется на поточных производствах с повторяющейся средой и ограниченным ассортиментом. Он позволяет обеспечить стабильный уровень незавершенного производства и ориентирован на снижение производственных затрат [8].

Метод **БОА (BOA - Belastungsorientierten Auftragsfreigabe)** представляет собой позаказное планирование в соответствии с загрузкой производственных мощностей. Он был разработан Виндалем (Wiendahl H.-P.) в 1991г. БОА (BOA) является централизованным методом планирования, реализующим принцип выталкивания. В основу этого метода положен принцип «воронки» [9]. Согласно принципа «воронки», в производство отдается только такое количество заказов, и только тот ассортимент, которое может быть выполнено в условиях текущей загрузки производства. Эти заказы должны обеспечить строго запланированный уровень материальных запасов.

Метод БОА (BOA) применяется в основном для мелкосерийных и серийных производств с заказами, конкурирующими за существующие мощности, и большим разбросом длительностей производственных циклов [10].

Метод **теории ограничений (OPT - optimized production technology)** представляет собой систему оперативно-календарного планирования и управления производством, в основе которой лежит принцип организации непрерывной и эффективной работы с узкими местами производства. Метод теории ограничений (OPT) базируется на десяти правилах Голдрата (Goldratt E.M.) [11]. В рамках реализации метода на практике в первую очередь проводится анализ общей производственной системы. Движение всего материального потока определяется узкими местами системы. Для управления производством используется принцип «Барабан-Буфер-Веревка». Узкое место процесса является «барабаном», ко-

торый задает ритм всему производственному процессу и управляет всей системой с помощью так называемой «веревки». С целью снижения вероятности простоя узкого места перед «барабаном» организуется склад незавершенного производства - «буфер» [12].

Система ОРТ способствует повышению производительности предприятия, обеспечивает надежность производственного процесса и сокращение длительности выполнения заказов. В то же время реализация метода на практике может способствовать повышению уровня производственных запасов [6].

Метод **Полка (Polca - Paired-cell Overlapping Loops of Cards with Authorization)** является системой оперативно-календарного планирования и управления производством быстрого реагирования. Он был разработан Сури (Suri R.) в 1998г. Метод Полка (Polca) представляет собой накладывающиеся друг на друга циклы взаимодействия попарно соединенных ячеек при помощи карточек и авторизации. Полка (Polca) обеспечивает децентрализованное управление контурами производства (рис. 1). Сигнал о свободных мощностях подается соседней ячейке. Метод Полка (Polca) работает в паре системой МРП (MRP), которая планирует поток материала. В системе МРП (MRP) рассчитывается дата

начала выполнения заказа. В соответствии с методом Полка (Polca) в производство могут быть заданы только заказы сегодняшней даты начала или более ранней даты [13].

Метод Полка (Polca) обеспечивает контроль за сложным производством и своевременным выполнением заказов, способствует оптимизации загрузки мощностей и сокращению производственных затрат. Данный метод применяется для сегментированных предприятий, предприятий с единичным типом производства, изготавливающих сложные продукты [13].

Метод **Выталкивания / Вытягивания (Push/Pull)** – это гибридный метод оперативно-календарного планирования и управления производством, который подразумевает использование принципа вытягивания наряду с принципом выталкивания. Метод был описан в 1991 г. Ходгсоном (Hodgson T. G.) и Вангом (Wang D.). При реализации метода Выталкивания/Вытягивания (Push/Pull) на практике в начале производственного процесса обычно используется принцип вытягивания до точки заказа (точка перегиба), а затем применяется принцип выталкивания. Чаще всего точка заказа находится в узком месте процесса [14].

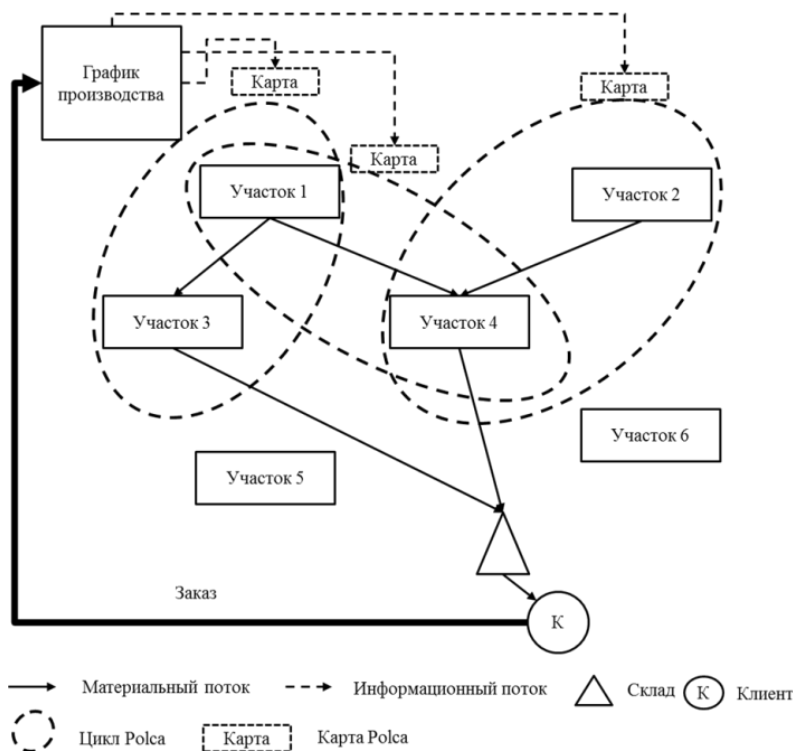


Рис. 1. Метод Полка (Polca) [4]

Данный метод обеспечивает высокую производительность, стабильную загрузку мощностей и высокую гибкость производства. Чаще всего метод применяется для серийных производств с широким ассортиментом продукции [14].

Метод **контракт-графика** применяется для планирования и управления заказами на сложных производствах и для выпуска специальных конструкций. Он был впервые описан в 1968 году Бурбиджем (Burbidge J.L.) Контракт-график представляет собой централизованный подход к планированию и управлению производством с помощью принципа выталкивания. В основе метода лежит принцип разделения крупного заказа на большое количество мелких заказов отдельных элементов. Для каждого мелкого заказа рассчитываются сроки поставок и его завершения. Контроль осуществляется на всех этапах – от проектирования до выпуска готовой продукции [15]. Метод контракт-графика обеспечивает высокую точность сроков выполнения заказа и высокую управляемость процессом [15].

Корма (Korma) (управление материальным потоком с учетом производственных мощностей) – метод ориентирован на производства, осуществляющие выпуск продукции, как на склад, так и на заказ (рис. 2). Метод Корма (Korma) был разработан в 1995 г. Шолтисеком (Scholtissek P.) и представляет собой централизованное планирование и управление производством на основе принципа выталкивания и направлен на равномерную загрузку оборудования. Этот метод основывается на следующих четырех компонентах: расчет вероятностного графика производства, запуск заказов в производство в соответствии с сбалансированной нагрузкой, расчет даты выпуска и сроков хранения заказов, перепланирования сроков производства заказов [16].

Метод Корма (Korma) применяется для сложных производств. Он обеспечивает высокую загрузку производственных мощностей, точность исполнения сроков поставок, низкий уровень незавершенного производства и сокращение длительности производственного цикла [16].

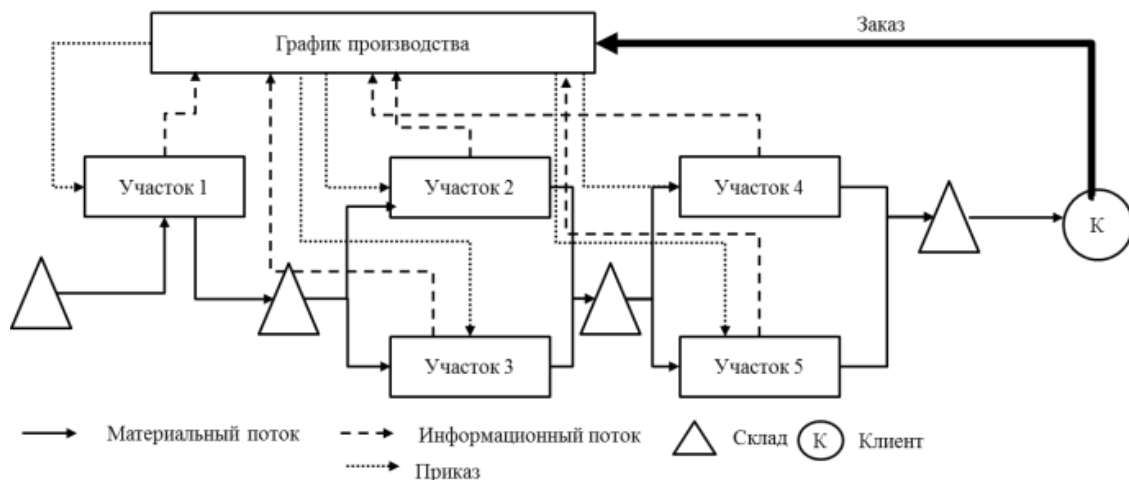


Рис. 2. Метод Корма (Korma) [4]

Факторы влияния на выбор оптимальных методов оперативно-календарного планирования и управления производством

Главными факторами выбора методов ОК-ПиУП производством является сложность материального потока и комплексность выпускаемого продукта [17], а также широта ассортиментной линейки. Данные показатели объединяются в характеристиках VATX классификации промышленных предприятий.

VATX классификация основывается на ОРГАНИЗАТОР ПРОИЗВОДСТВА. 2017. Т. 25. № 2

форме материального потока, так как каждый производственный процесс имеет свои уникальные контрольные точки [12,18]. Для каждого типа потока можно выделить свои характерные проблемы, которые могут быть решены с помощью правильно подобранного метода оперативно-календарного планирования. В соответствии с теорией ограничений выделяют V-, A- и T-потоки [12,18].

V-поток характеризуется небольшим количеством наименований входного сырья, большим

ассортиментом готовой продукции и стандартизированным процессом производства. Предприятия этого типа часто сталкиваются со следующими проблемами: высокий уровень производственных запасов, некачественное обслуживание потребителей, низкая гибкость производства, несвоевременные поставки готовой продукции [19].

А-поток характеризуется большим разнообразием входного сырья, материалов и комплектующих, и узкой ассортиментной линейкой. Предприятия типа А обычно сталкиваются со следующими производственными проблемами: низкая загрузка оборудования, дефицит комплектующих, трудности в управлении разнородными материалами, высокий уровень запасов [19].

Т-поток представляет собой несколько параллельных процессов производства узлов продукции и различных деталей, которые потом используются для сборки различных продуктов. Потребительские характеристики продукции задаются клиентами. Предприятиям этого типа характерны следующие проблемы: нарушение длительности производственного цикла, большие размеры партий, высокий уровень незавершенного производства и низкое качество продукции [19].

При проведении дополнительного исследования было выявлено, что представленная выше классификация охватывает не весь спектр промышленных предприятий. В результате был описан дополнительный тип предприятий с Х-потокком.

Х-поток отличается относительно большим количеством наименований входного сырья, которые в процессе производства преобразуются в малое количество видов полуфабрикатов. Полу-

фабрикаты в результате стандартного производственного процесса трансформируются в относительно широкий ассортимент готовой продукции. Х-поток характеризуется следующими проблемами: нестабильные производственные циклы, высокий уровень незавершенного производства и полуфабрикатов, большие производственные партии, низкая гибкость [18].

Представленные выше типы производства оказывают решающее значение при выборе предприятиями методов ОКПиУП. Кроме того, в ходе проведенного анализа было выявлено, что критическими факторами при выборе этих методов являются: тип производства (массовый, крупносерийный, серийный, мелкосерийный, единичный) и применяемый метод управления запасами (JIT, JIT+MRP, MRP, PERT). Проведенное исследование показало, что на эффективность применения методов планирования в производстве большое влияние оказывают выбранные целевые показатели операционной деятельности предприятия: качество, затраты, длительность выполнения заказов, гибкость, надежность, длительность вывода инновационного продукта на рынок и уровень обслуживания потребителей, которые обеспечивают устойчивое конкурентное преимущество промышленного предприятия.

Матрица выбора оптимального метода оперативно-календарного планирования и управления производством

Для решения задачи подбора оптимального подхода оперативно-календарного планирования и управления производством с учетом критических факторов влияния на рисунке 3 предлагается матрица выбора метода ОКПиУП.

	Т-поток массовый ЛП	А-поток Крупно- серийный ЛП+MRP	Т-поток Серийный ЛП+MRP	V-поток Массовый ЛП	Х-поток Массовый ЛП+MRP	V-поток Серийный ЛП+MRP	Т-поток мелко- серийный MRP	V-поток мелко- серийный MRP	Х-поток Серийный MRP	А-поток серийный MRP	Х-поток Мелко- серийный MRP / PERT	А-поток Единичный PERT
Загрязы				Conwip, OPT								
Надеж- ность	Kanban, Conwip, Гибрид	Synchro MRP, Conwip					BOA		Корма, BOA	Корма+ Polca, BOA	Polca, BOA	
Длитель- ность выполне- ния заказа					OPT, Push/Pull							
Качество			Synchro MRP, OPT									Контракт - график
Уровень обслужи- вания												
Гибкость	Гибрид		OPT				Корма					
Вывод инноваци- онного продукта на рынок										Корма + Polca		

Рис. 3. Матрица выбора метода оперативно-календарного планирования и управления производством

Результаты применения матрицы выбора ОКПиУП на практике

Применение оптимального метода оперативно-календарного планирования и управления производством помогает рационализировать, стандартизировать и ускорить принятие решений в процессе производства. Кроме того он позволяет снять с персонала большое количество рутинных задач [20].

Однако применение данных методов имеет свои недостатки: снижение контроля над процессом принятия решений, несоответствие принятых решений основным производственным целям [20]. Разработанная матрица выбора метода ОКПиУП помогает предприятию снизить вероятность возникновения данных рисков.

Заключение

Подводя итог, следует отметить, что характеристики идеального материального потока представляют собой компромисс целевых показателей операционной деятельности [21]. Методы ОКПиУП, соответствующие характеристикам конкретного предприятия, позволяют реализовать оптимальное с производственной точки зрения решение дилеммы между стремлением к сокращению производственных запасов и продолжительности производственного цикла с одной стороны, и обеспечением высокой загрузки про-

изводственных мощностей – с другой. Они упрощают систематический мониторинг и оценку параметров производственного процесса. Таким образом, определение и применение на практике эффективного метода оперативно-календарного планирования и управления производством вносит важный вклад в достижение основных целей предприятия и повышения его конкурентоспособности.

Библиографический список

1. Wiendahl H.P. Belastungsorientierte Fertigungssteuerung / München: Hanser. 1987. 425p.
2. Lödding, H. Handbook of Manufacturing Control / Berlin: Springer, 2012. 577p.
3. Hall R.W. Synchro MRP: combining Kanban and MRP. The Yamaha PYMAC system. Driving the productivity machine: production planning and control in Japan // Chicago: APICS. 1986, pp 43–56.
4. Lödding H., Verfahren der Fertigungssteuerung: Grundlagen, Beschreibung, Konfiguration / Berlin: Heidelberg Springer-Verlag. 2008, 579p.
5. Spearman M.L., Hopp, W.J., Woodruff D.L. A hierarchical control architecture for constant work-in-process (CONWIP) production systems // Journal of Manufacturing and Operations Management. 1989, №2(3), pp.147–171.

6. Schenk M., Wirth S., Müller E. *Fabrikplanung und Fabrikbetrieb/ Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. 2014, 840p.*
7. Bonvik, AM, Couch, CE and Gershwin, BS. A comparison of production-line control mechanisms // *International Journal of Production Research. 1997, №35(3), pp.789–804.*
8. Flavio Cesar Faria Fernandes and Moacir Godinho Filho *Production control systems: Literature review, classification, and insights regarding practical application // African Journal of Business Management. 2011, № 5(14), pp. 5573-5582*
9. Wiendahl H.P. *Anwendung der Belastungsorientierten Fertigungssteuerung / München: Hanser, 1991 – 389p.*
10. Wiendahl H.P. *Betriebsorganisation für Ingenieure, / München: Carl Hanser Verlag. 2010, 422p.*
11. Голдрат Элия М., Кокс Джефф Цель. *Процесс непрерывного совершенствования / Москва: Альпина-Паблицер, 2014. 480с.*
12. Чейз Р.Б., Эквилайн Н.Д., Якобс Р.Ф. *Производственный и операционный менеджмент / Москва: Издательский дом "Вильямс", 2004. 704с.*
13. Suri, R., Krishnamurthy, A. *How to plan and implement POLCA: a material control system for high-variety or custom-engineered products // Technical Report. Center for Quick Response Manufacturing, University of Wisconsin-Madison. 2003, pp. 1–17.*
14. Hodgson T.J., Wang D. *Optimal hybrid push/pull control strategies for a parallel multi-stage system: Part II // International Journal of Production Research. 1991, №29 (7), pp1453-1460.*
15. Burbidge J.L. *The use of period batch control (PBC) in the implosive industries.// Prod. Plann. Control. 1994, №5(1), pp. 97-102.*
16. Schönsleben, P., *Corma: capacity oriented materials management. // Proceedings of the APICS world symposium in Auckland, Australasian production and inventory control. 1995, pp160–164.*
17. Hadas L., Cyplik P. *Hybrid production planning system in make-to-order company – case study // Electronic Scientific Journal og Logistics. 2010, №5.*
18. Чаруйская М.А. *Выбор методов управления производственными запасами // Инновационное развитие современной науки: проблемы, закономерности перспективы: сборник статей II Международной научно-практической конференции, 2017. с.57-59*
19. Corbett, T. *Throughput accounting // North River Press Great Barrington, MA, 1998 – pp.160*
20. Lödding, H. *A Manufacturing Control Model. // International Journal of Production Research. 2012, №50 (22), pp.6311–6328.*
21. Чаруйская М.А. *Исследование взаимосвязи конкурентной стратегии, технологической стратегии и системы планирования и управления производством // Экономика и предпринимательство. 2016. №12. с.405-409.*

Поступила в редакцию – 30 мая 2016 г.

Принята в печать – 15 июня 2017 г.

References

1. Wiendahl H.P. (1987). *Belastungsorientierte Fertigungssteuerung. München: Hanser, 425p.*
2. Lödding H. (2012) *Handbook of Manufacturing Control. Berlin: Springer, 577p.*
3. Hall R.W. (1986). *Synchro MRP: combining Kanban and MRP. The Yamaha PYMAC system. Driving the productivity machine: production planning and control in Japan. Chicago: APICS, 43-56.*
4. Lödding H. (2008). *Verfahren der Fertigungssteuerung: Grundlagen, Beschreibung, Konfiguration. Berlin: Heidelberg Springer-Verlag, 579p.*
5. Spearman M.L., Hopp, W.J., Woodruff D.L. (1989). *A hierarchical control architecture for constant work-in-process (CONWIP) production systems. Journal of Manufacturing and Operations Management, 2(3), 147-171.*
6. Schenk M., Wirth S., Müller E. (2014). *Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 840p.*
7. Bonvik, A.M. (1997). *Couch, CE and Gershwin, BS. A comparison of production-line control mechanisms. International Journal of Production Research, 35(3), 789-804.*
8. Flavio Cesar Faria Fernandes and Moacir Godinho Filho (2011). *Production control systems: Literature*

ture review, classification, and insights regarding practical application. *African Journal of Business Management*, 5(14), 5573-5582.

9. Wiendahl H.P. (1991). *Anwendung der Belastungsorientierten Fertigungssteuerung*. München: Hanser, 389p.

10. Wiendahl H.P. (2010). *Betriebsorganisation für Ingenieure*. München: Carl Hanser Verlag, 422p.

11. Goldratt E.M., Cox J. (2014) *Tsel. Protzess nepreryvnogo sovershenstvovaniy*. [The Goal: Excellence in Manufacturing]. Moskva [Moscow]: Alpina-Publisher, 480p.

12. Chase R.B., Aquilano N.J., Jacobs R. F. (2004). *Poizvodstvenniy i operatsionniy menegment* [Production and operations management]. Moskva [Moscow]: Isdatelskiy dom "Williams" [Publishing house "Williams"], 704p.

13. Suri, R., Krishnamurthy, A. (2003). *How to plan and implement POLCA: a material control system for high-variety or custom-engineered products // Technical Report*. Center for Quick Response Manufacturing, University of Wisconsin-Madison, 1-17.

14. Hodgson T.J., Wang D. (1991). *Optimal hybrid push/pull control strategies for a parallel multi-stage system: Part II*. *International Journal of Production Research*, 29(7), 1453-1460.

15. Burbidge J.L. (1994). *The use of period batch control (PBC) in the implosive industries*. *Prod. Plann. Control*, 5(1), 97-102.

16. Schönsleben, P. (1995). *Corma: capacity oriented materials management*. *Proceedings of the APICS world symposium in Auckland, Australasian production and inventory control*, 160-164.

17. Hadas L., Cyplik P. (2010). *Hybrid production planning system in make-to-order company – case study*. *Electronic Scientific Journal of Logistics*, 5.

18. Charuskaya M.A. (2017). *Vybor metodov upravleniya proizvodstvennymi zapasami* [The choice of manufacturing inventory management methods]. *Innovatsionnoe razvitie sovremennoy nauki: problemy, zakonomernosty perspektivy: sbornik statey II Mezhdunarodnoy nauchno-practicheskoy konferentsii*. [Innovative development of modern science: problems, patterns of perspective: A collection of articles of the II International Scientific and Practical Conference], 57-59.

19. Corbett T. (1998). *Throughput accounting*. North River Press Great Barrington, MA., 160p.

20. Lödding, H. (2012). *A Manufacturing Control Model*. *International Journal of Production Research*, 50(22), 6311-6328.

21. Charuskaya M.A. (2016). *Issledovanie vzaimosvyasi konkurentnoy strategii, tehnologicheskoy strategii i sistemy planirovaniya i upravleniya proizvodstvom* [Research of correlation of competitive strategy, technology strategy and system planning and production control]. *Ekonomika i predprinimatelstvo* [An International Journal of Economy & Entrepreneurship], 12, 405-409.

Received – 30 May 2017.

Accepted for publication – 15 June 2017.