

**ОБОРАЧИВАЕМОСТЬ ОБОРОТНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СРЕДСТВ
КАК КЛЮЧЕВОЙ ИНДИКАТОР И ИЗМЕРИТЕЛЬ УРОВНЯ ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ**

© 2015 А.В. Артюхов

ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение» (ОАО «УМПО»)

Поступила в редакцию 15.07.2015

Опыт внедрения автоматизированных систем управления на крупных машиностроительных предприятиях показывает, что наиболее трудоемким и сложным разделом системы управления остается планирование, организация и управление производством. В статье рассматривается вопрос сравнительной оценки эффективности функционирования действующей на предприятии модели планирования, организации и управления производственным процессом с применением интегрального критерия эффективности – оборачиваемости оборотных производственных средств (ОПС). Сложность оценки эффективности таких моделей заключается в необходимости формализованного учета причинно-следственных связей между параметрами динамики производственных процессов и обеспечения их внутренней устойчивости процесса при воздействии различных возмущений на примере роста объемов производства. В статье показана прямая зависимость между показателями темпов роста объемов производства и темпов роста запасов, выраженных динамикой оборачиваемости ОПС. При этом, на основании статистических данных ОАО УМПО выявлена зависимость между ростом объемов производства и ростом информационной нагрузки при организации управления производством, а также показан пример регулирования информационной нагрузки методом изменения размеров партий запуска. Показано, что снижение информационной нагрузки создает наиболее действенные условия для увеличения оборачиваемости ОПС.

Ключевые слова: ERP-система; управление производством; интегральный критерий эффективности; индикатор и измеритель уровня организации управления; формальная модель; интегрированная обработка информации.

ВВЕДЕНИЕ

В глобальном смысле методическое решение поставленной задачи опирается на принципы теории ограничений Голдратта [1], в основе которых лежит идея нахождения и организации управления ключевым ограничением системы. Подход теории ограничений предполагает поиск и определение ограничений и стоящих за ним противоречий между элементами производственной системы. Найденное решение должно повысить эффективность всей системы, гармонизируя или не ухудшая показатели взаимодействия со смежными системами.

Понятие управляемости применительно к производственному процессу машиностроительного предприятия играет важную роль в понимании и определении целей и задач совершенствования системы планирования, организации и управления, в частности, управления уровнем оборотных производственных средств (ОПС) как основы стабильности и результативности процесса производства. В то же время, данное понятие может включать достаточно большое количество различных факторов, влияющих на эффективность организации процессов управления.

В общем виде понятие управляемости можно охарактеризовать как способность системы достигать некоторого конечного результата в условиях ограниченных ресурсов.

Ряд исследователей определяют управляемость как качественную характеристику системы, позволяющую социализированным субъектам устанавливать и достигать определенные цели во взаимодействии друг с другом. В то же время, исходя из количественного измерения управляемости, социологическая и управленческая теории стали акцентировать внимание на ее границах для конкретных субъектов и возможно достижимой мере. Такая управляемость по определению становится не качеством объекта, а качеством субъекта, его способностью и готовностью к формулировке и достижению целей, основанных на определенных ценностях [2].

Исходя из смыслового содержания понятия контроллинга, управляемость – это информационная прозрачность процессов, возможность их направлять и корректировать [3].

В работе [4] отмечается, что, как правило, управление рассматривается как процесс отдания сверху приказов и распоряжений, а управляемость – как их исполнение, что в теории и на практике не проводится четких границ между управлением и управляемостью.

*Артюхов Александр Викторович, управляющий директор.
E-mail: info@umpo.ru*

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В УПРАВЛЕНЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

Основная задача управления – организация процессов обеспечения ресурсами и их целенаправленного взаимодействия. При этом, организация процесса управления – это, прежде всего, информационный процесс, в рамках которого управляемость можно рассматривать как способность системы генерировать управляющие (информационные) воздействия, максимально способствующие достижению поставленных перед системой целей. В данном случае это – человеко-машинный процесс преобразования информации и принятия управленческих решений (рис. 1). При этом для каждого информационного объекта определяется структура его жизненного цикла, назначаются роли и их исполнители в соответствии с организационной структурой [5].

И тогда более предметно понятие управляемости можно сформулировать, как способность персонала переработать необходимый объем информации и принять решение, обеспечивающее достижение наилучшего конечного результата.

Абстрагируясь от целостного представления предприятия до уровня производственной логистической системы, можно выделить из полного списка, сформулированного в [6], два условия: своевременный, в запланированных количествах выпуск качественной продукции, отвечающей потребностям потребителей и обеспечение требуемых показателей прибыли и рентабельности. Автор включает в классическое понятие управляемой динамической системы (УДС) активный субъект управления (управляющую подсистему) и пассивный объект управления (управляе-

мую подсистему). Субъект оказывает на объект управляющее воздействие для достижения цели управления с учетом имеющихся ограничений. При этом, классическая модель УДС обобщается в виде модели иерархически управляемой динамической системы с обозначением субъекта верхнего уровня Ведущим, а субъекта нижнего уровня – Ведомым (рис. 2).

Объективная цель организации процесса управления определяется Ведущим и заключается в обеспечении некоторых объективных требований к состоянию УДС. Интересы Ведомого описываются стремлением к максимизации или оптимизации значения некоторой целевой функции, зависящей в общем случае от состояния системы и управляющих воздействий Ведомого и Ведущего. Множество допустимых управляющих воздействий Ведомого характеризует его возможности по управлению динамической системой. Как для ведущего, так и для Ведомого, их интересы выражаются в оптимизации некоторой функции полезности.

Понятие управляемости тесно связано с понятием гомеостаза производственной системы. В [7] отмечается, что для поддержания непрерывности деятельности организации необходимо принятие верного управленческого решения, основанного на базе знаний. Это подтверждает наличие скоординированных действий, а не спонтанного возникновения порядка в системе, следовательно, если говорить о процессах самоорганизации, происходящих в производственно-экономических структурах, целесообразно использовать понятие «гомеостаз». При этом, понятие гомеостаза формулируется, как способность открытой системы сохранять постоянство своего внутреннего состояния посредством ско-



Рис. 1. Процесс преобразования информации в управленческое решение

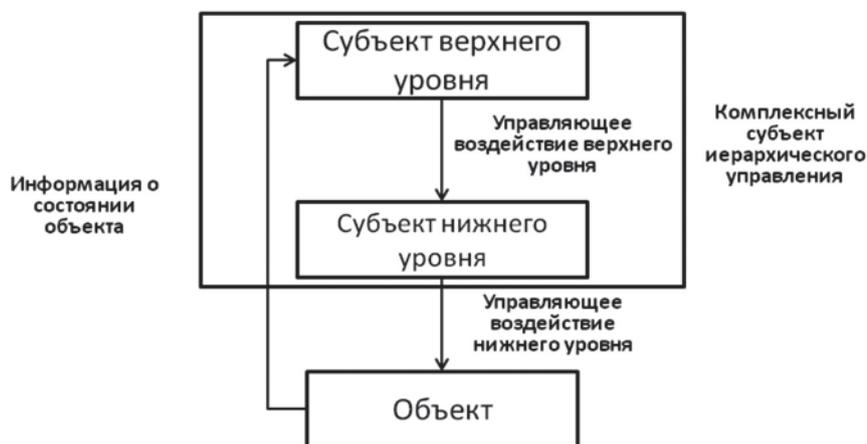


Рис. 2. Иерархически управляемая динамическая система [6]

ординированных действий, направленных на поддержание динамического равновесия. В [6] сформулирован ряд условий, обеспечивающих выполнение требований гомеостаза.

Абстрагируясь от субъективных интересов Ведущего и Ведомого, можно сказать, что принятие решения, наиболее соответствующего сформулированной цели системы, зависит от ряда факторов:

- адекватное восприятие Ведущим и Ведомым цели системы как отражения некоторой функции полезности;
- наличие достаточной информации для принятия наилучшего решения;
- знание и применение оптимального алгоритма принятия решения, которое в отсутствие формальных моделей принятия решения представляет собой накопленный опыт;
- ограничение мощности, т.е. способность Ведущего и Ведомого переработать объем информации, необходимый для принятия решений по всем событиям объекта управления (производственного процесса).

К событиям в данном случае относятся элементарные процессы взаимодействия субъектов системы, порождающие необходимость, как плановых воздействий, так и организационных воздействий, связанных с устранением отклонений от запланированных параметров функционирования системы. В терминах и понятиях теории управления логической модели события будет соответствовать модель объекта управления в структуре замкнутого контура управления. К таким событиям в реальном производстве в рамках данной работы можно отнести выполнение манипуляций с производственными заказами (выполнение технологических операций).

Можно утверждать, что объем перерабатываемой информации и количество принимаемых решений, связанных с запланированными событиями, будут пропорциональны количеству производственных заказов. Количество производственных заказов, в свою очередь, можно оценить через количество изготавливаемых предметов труда (ПТ) одного наименования, необходимых для производственной программы, деленных на средний размер производственного заказа и просуммированных по всей номенклатуре производимых ПТ. Если считать, что количество плановых событий в производственном процессе пропорционально количеству производственных заказов, то темпы роста объемов производства в условиях сохранения размера каждого производственного заказа будут вызывать аналогичный темп роста количества плановых событий и, соответственно, объема информации в системе планирования, организации и управления. При этом часть запланированных событий не выполняется в срок и порождает события, формулируемые как отклонения. А каждое отклонение порождает определенное количество отклонений по зависимым событиям.

Рост объемов производства увеличивает также загрузку мощностей и, как следствие, увеличивает количество отклонений. Причем, отклонения нарастают нелинейно в связи с тем, что количество критических (высоконагруженных) мощностей нарастает также нелинейно. Схематично зависимость темпа роста информационной нагрузки от темпа роста производства представлена на рис. 3, зона 1.

В определенный момент объем перерабатываемой информации достигает предельных возможностей системы управления, то есть вы-

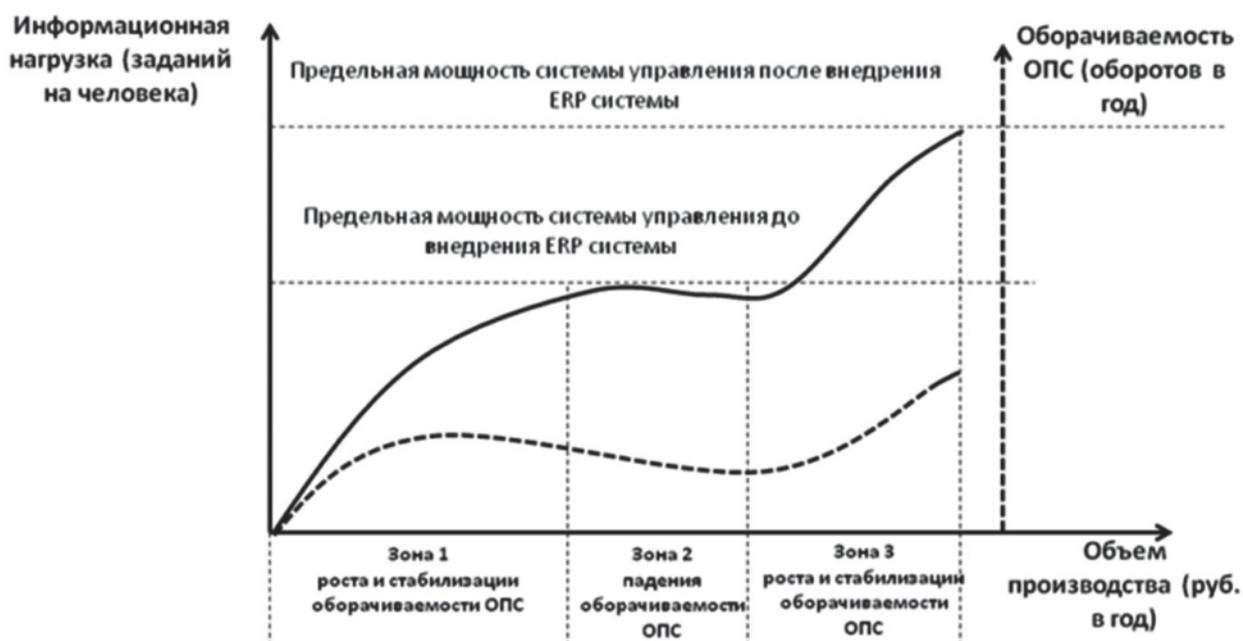


Рис. 3. Интерпретация системной модели предметной области

ходит на ключевое ограничение, результативность принимаемых решений перестает соответствовать целям системы и, как следствие, рост производства замедляется или прекращается. Именно в этот момент начинает проявляться принцип гомеостаза: система естественным или принудительным образом начинает увеличивать размеры производственных партий, ограничивая или снижая количество планируемых событий, и создавать дополнительные запасы перед «узкими местами» в производстве, увеличивая их пропускную способность и снижая количество отклонений от плана. Снижается общий уровень перерабатываемой информации, повышается качество (результативность) принимаемых решений, создаются условия для дальнейшего роста производства (зона 2 на рис. 3).

Как показывает практика, запасы по сравнению с объемами производства растут опережающими темпами, что противоречит цели повышения или сохранения эффективности расширенного производства. Проведенный на примере ОАО «УМПО» сравнительный анализ темпов роста объемов производства и запасов в условиях, когда система управления производством не претерпевает существенных улучшений, показывает, что темпы роста запасов объективно опережают темпы роста производства в 1,2–1,3 раза (рис. 4), что косвенно подтверждает нелинейный характер нарастания объемов информации, который необходимо компенсировать ростом запасов [8].

Внедрение новых технологий обработки информации и поддержки принятия решений,

внедрение ERP систем в процессы управления производством позволяет снизить информационную нагрузку на персонал, повысить результативность принимаемых решений и, соответственно, снизить или стабилизировать объем запасов ОПС на период до очередного достижения предельных возможностей системы управления (зона 3 на рис. 3).

Основным доступным параметром, позволяющим сравнить эффективность функционирования системы управления в зонах 1, 2 и 3, является оборачиваемость ОПС. В зоне 1 она увеличивается, в зоне 2 – снижается за счет увеличения размеров производственных партий и страховых запасов, и увеличивается в зоне 3 за счет снижения размеров производственных партий и страховых запасов или их стабилизации.

Надо отметить, что приведенные выше рассуждения носят концептуальный характер и не исключают учёта ряда других факторов, таких, например, как поломки оборудования, рост брака, и других, принципиально не меняя логики рассуждений.

Объективность приведенной выше логики подтверждается экспертной оценкой количества оформляемых производственных документов, отражающих динамику количества производственных партий (соответственно, динамику информационной нагрузки), с динамикой объемов производства и оборачиваемости ОПС за 2012–2014 годы (рис. 5). На графиках видно, что, несмотря на рост объемов производства, запасы растут опережающими темпами, снижая оборачиваемость ОПС, что соответствует нахождению предприятия в зоне 2 на рис. 3.

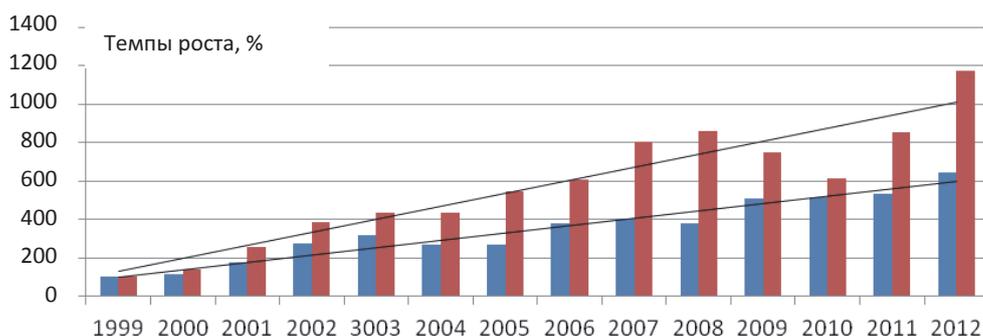


Рис. 4. Темпы роста объемов производства (нижняя линия тренда) и ОПС (верхняя линия тренда) по отношению к уровню 1999 года (по данным ОАО «УМПО»)

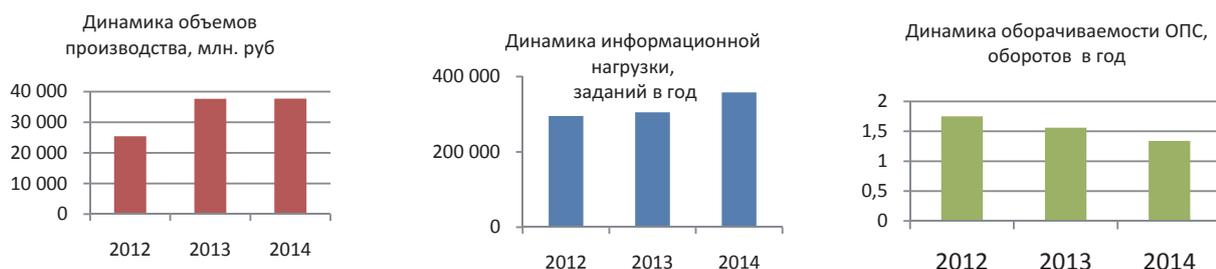


Рис. 5. Сравнение динамики объемов производства, информационной нагрузки и оборачиваемости ОПС (отчетные данные ОАО «УМПО»)

Анализ показывает, что при росте объемов производства за два года на 41%, информационная нагрузка выросла на 21%, а оборачиваемость запасов упала на 24%, что подтверждает вывод о поддержании стабильности системы путем компенсации возможного «информационного брака» при планировании, организации и управлении увеличением страховых запасов. Объективность представленных данных определяется высоким уровнем развития автоматизированной системы управления, обеспечивающей ежедневный пооперационный учет выполнения производственных заданий [9].

Таким образом, можно сделать вывод, что измерение информационной нагрузки методом оценки количества оформленных производственных заданий рабочим, которое пропорционально количеству производственных партий, позволяет оценить сравнительные показатели изменения информационной нагрузки и определить её возможные ограничения, которые должны быть компенсированы пропорциональным наращиванием запасов ОПС или модернизацией информационной системы.

Примером, подтверждающим взаимосвязь уровня управляемости и уровня запасов могут служить также положения выведенной экспериментально методики расчета нормативных размеров производственных партий [10], применяемой при планировании производства в многономенклатурных цехах ОАО УМПО.

Размер производственной партии является ключевым параметром процесса организации и планирования, на основе которого поддерживаются оптимальные пропорции запасов в

незавершенном производстве (НЗП). Многолетней практикой установлено, что основными ограничениями при выборе размеров партий в многономенклатурных цехах являются пропускная способность цеха по номенклатуре, которая ограничивает размер партий снизу, и объем НЗП в цехе, ограничивающий размер партий сверху. Имея в виду, что в цехах имеются определенные резервы мощностей, эти ограничения определяются, прежде всего, уровнем управляемости. Учитывая, что основная продукция предприятия – авиационные двигатели – не меняется, можно утверждать, что и основная типизация номенклатуры в многономенклатурных цехах также сохраняется.

На рис. 6 приведены графики зависимости объема НЗП и времени переналадки в зависимости от размеров партий и количества планируемой номенклатуры деталей и сборочных единиц (ДСЕ) в цехе.

Если, например, за цехом закреплено изготовление 600 позиций (K_{max}), то при работе годовыми партиями номенклатура ежемесячно планируемых позиций будет составлять примерно 1/12 часть от общей номенклатуры, т. е. около 50 позиций (K_{min}).

При этом, при установленной прошлым опытом пропускной способности цеха 200 позиций (K_{stat}) часть позиций можно задавать годовыми партиями, часть полугодовыми, часть квартальными, а часть позиций планировать ежемесячно. Чтобы при этом объем остатков НЗП был минимальным, большими партиями следует планировать детали с наименьшей стоимостью материальной составляющей в объеме годовой

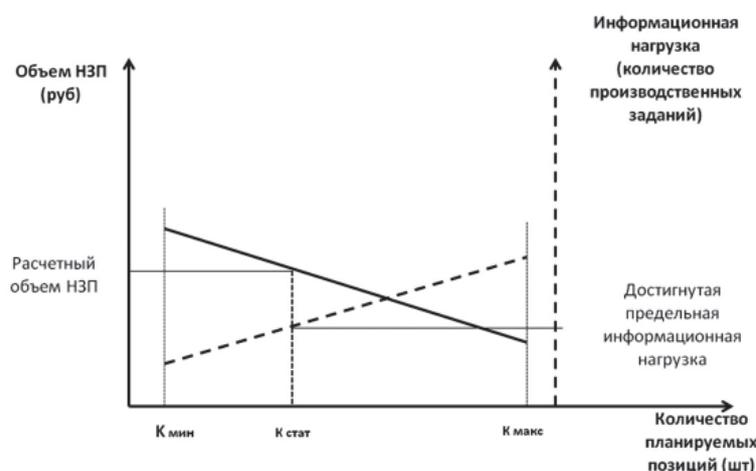


Рис. 6. Графики зависимости объема НЗП и информационной нагрузки:

- K_{min} – количество планируемых позиций при максимальных размерах партии;
- K_{max} – количество планируемых позиций при минимальных размерах партий (по потребности);
- K_{stat} – среднестатистическая пропускная способность цеха

программы, а меньшими партиями – более дорогие детали.

Задача оптимального определения партий заключается в том, чтобы разбить всю закрепленную за цехом номенклатуру по группам (типам) партий: годовые, полугодовые, квартальные, месячные. Причем разбить таким образом, чтобы количество ежемесячно планируемых позиций было равно среднестатистической пропускной способности цеха и при этом стоимость остатков НЗП была минимальной.

Логическая структура определения квази-оптимального размера партий

Номенклатура ДСЕ, закрепленных за цехом-
 $D = (d_1, \dots, d_n)$

Среднемесячная потребность по каждой ДСЕ
 $P = (p_1, \dots, p_n)$, которая определяется по формуле

$$p_i = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^{12} p_{ij}$$

где p_{ij} – потребность в i -й позиции ДСЕ в каждом месяце планируемого периода.

Величина материальных затрат на 1 штуку ДСЕ $S = (s_1, \dots, s_n)$.

Максимальное значение месячной номенклатуры выпуска – M .

Показатель M рассчитывается как среднее значение фактической максимальной номенклатуры выпуска ДСЕ цехом в трех месяцах года

$$M = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 m_j,$$

где m_i – фактическое значение номенклатуры сданной цехом.

В результате определения оптимального значения размеров партий необходимо все множество номенклатуры ДСЕ закрепленных за цехом разбить на четыре подмножества:

$$\begin{aligned} D_1 &= (d_1, \dots, d_{n_1}), \\ D_2 &= (d_{n_1+1}, \dots, d_{n_2}), \\ D_3 &= (d_{n_2+1}, \dots, d_{n_3}), \\ D_4 &= (d_{n_3+1}, \dots, d_n), \end{aligned}$$

соответствующих номенклатуре, выпускаемой годовыми, полугодовыми, квартальными и месячными партиями.

При назначении номенклатурным позициям типов партий должно проверяться выполнение условия:

$$\frac{1}{12} n_1 + \frac{1}{6} (n_2 - n_1) + \frac{1}{3} (n_3 - n_2) + (n - n_3) \leq M.$$

Если условие не выполняется, назначение для ДСЕ типов партий следует изменить.

Оценка суммарного объема НЗП соответствующего существующему распределению по

типам партий:

$$H3П = 12 \sum_{i=1}^{n_1} p_i S_i + 6 \sum_{i=n_1+1}^{n_2} p_i S_i + 3 \sum_{i=n_2+1}^{n_3} p_i S_i + \sum_{i=n_3+1}^n p_i S_i \rightarrow \min.$$

При назначении ДСЕ типов партий необходимо обеспечить минимально возможное значение НЗП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, понятие уровня управляемости производством можно определить как комплекс применяемых в конкретных условиях методов организации и управления, обеспечивающих достижение запланированного производственного результата с учетом имеющихся условий и ограничений. При этом, в случае относительно стабильных или сравнимых условий и ограничений как в рамках одного предприятия, так и для некоторого подмножества однородных предприятий, уровень управляемости для различных объектов или временных периодов может быть достаточно корректно сравним на основе оценки оборачиваемости оборотных производственных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория ограничений [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Теория_ограничений/ (дата обращения 18.03.2015).
2. Рубцова М.В. Управляемость: теоретико-социологический анализ понятий // Социологические исследования, 2007. № 12. С. 32-38.
3. Манн Р., Майер Э. Контроллинг для начинающих. М.: Наука, 1995.
4. Белоус А.Б. Теория управляемости фирмы. СПб.: Изд-во С.-Петербур. акад. управления и экономики, 2010. 304 с.
5. Разработка формальной модели производственного процесса для организации проектного и производственного менеджмента с применением интеллектуальной КИС / А. В. Речкалов, Г. Г. Куликов, В. В. Антонов, А. В. Артюхов // Вестник ПНИПУ. 2014. № 11. С. 34-54.
6. Угольницкий Г. А. Устойчивое развитие организаций. Системный анализ, математические модели и информационные технологии управления. М.: Изд-во физ.-мат. лит., 2011. 320 с.
7. Сахаров Д.Е. Принципиальное отличие в понимании синергетики и гомеостаза в теории самоорганизации систем // Актуальные вопросы экономики и управления: матер. междунар. науч. конф. (Москва, апрель 2011). М.: РИОР, 2011. Т. 1. С. 15-16.
8. Артюхов А.В. Построение и эффективность ERP-системы на ОАО «УМПО» // Управление производством: Деловой портал [Электронный ресурс]. URL: <http://www.up-pro.ru> (дата обращения 08.02.2013).
9. Артюхов А.В., Христолюбов В.Л. Современные информационные технологии в авиадвигателе-

**THE TURNOVER OF A CURRENT PRODUCTION RESOURCES AS THE INDICATOR
AND MEASURING KEY INSTRUMENT OF A LEVEL OF A MANAGEMENT
OF CONTROL PROCESSES OF MANUFACTURING SYSTEMS**

© 2015 A.V. Artuhov

Ufa Engine Industrial Association (UMPO)

The experience of an introduction of an automated control systems at the large machine-building enterprises shows that the most difficult section of a control system there is a planning and a production management. In the article the question of creation of a formal model of a planning and management of a production with application of the integrated criterion of the efficiency – turnover is considered. The complexity of a creation of the such models consists in need of the formalized accounting of relationships of the cause and effect of a significant amount of the dynamic conditions of incomplete production and ensuring internal stability of process at action of the various indignations. The experience of an introduction of automated control systems at the large machine-building enterprises shows that the most difficult section of a control system there is an effective planning and a production management. In the article the question of creation of a formal model of an effective planning and management of a production is considered on basis by of the integrated criterion of the efficiency of the turnover and the information indicator. The complexities of such models have of the formalized accounting of the production operations. In the different dynamic conditions the management system must provide the internal stability of process.

Keywords: ERP system; production management; integrated criterion of efficiency; indicator and measuring instrument of a level of control management; formal model; integrated information processing.