

VisualTOC Manager – визуальный инструмент оценки эффективности производства

А.А. Москвитин, А.А. Подберёзный

В статье рассматриваются текущие проблемы существующих экономических методов анализа моделей процессного подхода при построении эффективных информационных систем (ИС) управления предприятием. Предлагается новый метод анализа эффективности экономической стороны модели, который лишён ограничений существующих, на основании быстро развивающейся теории ограничений Голдратта. Рассмотрена технология анализа деятельности предприятия (модель AS IS) в виде инструментального средства, реализующий этот метод.

Метод и технология были протестированы на фирме среднего размера «SOLOS» по производству стеллажных металлоконструкций.

Ключевые слова: эффективность производства, информационные системы, теория затрат, теория ограничений, Голдратт, проектирование ИС, методы анализа, бизнес-моделирование, VisualTOCManager.

1. Введение

В настоящее время в управление предприятием используется традиционный подход, основывающийся на теории затрат [1].

Основным понятием, которым оперирует теория затрат, является себестоимость продукта, калькулирующая прямые и косвенные затраты на его производство. Эта теория имеет ряд ограничений, так как она ориентирована на модель управления производством, предложенную Адамом Смитом в начале 20 века, когда основу производства составлял так называемый функциональный подход (низкий интеллектуальный уровень рабочих компенсировался делением всего процесса производства на ряд элементарных действий). Создаваемые при этом прямые и косвенные трудозатраты находились в соотношении 10 к 1, накладные расходы можно было распределить по продуктам с определённой точностью.

В настоящее же время косвенные затраты составляют большую долю затрат на производство, само производство ориентируется на процессный подход [2] (когда каждый рабочий должен представлять весь технологический этап изготовления изделия). Следствием этого стала непригодность информации, получаемой в теории затрат для принятия решения при управлении производством [3].

Теория затрат сосредотачивает свои силы на локальной эффективности, что не гарантирует глобальную эффективность производства для предприятия. По мере роста косвенных затрат стали появляться новые методы соотнесения тех или иных затрат производства с конечным продуктом. В каких-то случаях это позволяет достичь требуемой эффективности, а в каких-то – нет. Возросшая сложность вычислений не позволяет справиться с этим вручную. Довольно частый случай, когда информация, предоставленная традиционной теорией

затрат, приводит компанию к убыткам, хотя все показатели локальной эффективности говорят об обратном. Поэтому появилась потребность в использовании другого подхода, более радикального, чем модернизация методов устаревшего функционального подхода.

2. Существующие экономические средства анализа модели предприятия

Из-за разнородности затрат и продуктов часто бывает сложно определить, как распределить косвенные затраты предприятия на конечные продукты [4]. Например, как зарплату директора завода распределить между продуктами? Поэтому для ответа на этот вопрос были разработаны различные методы учёта затрат для калькулирования себестоимости продуктов. В каких-то областях деятельности они работают достаточно верно, в каких-то – дают искажённые оценки. Также важно заметить, что все они не тривиальны в расчётах и требуют учёта множества параметров, что затрудняет их анализ и результат становится неочевидным!

Вот некоторые из этих методов:

- нормативный;
- попроцессный;
- директ-костинг;
- стандарт-костинг;
- JIT (Just In Time);
- ABC.

Каждый из перечисленных методов использует собственный приём для калькулирования себестоимости продукта. Наиболее часто используется метод, получивший название ABC (Activity Based Costing). В буквальном смысле этот метод означает учёт затрат по работам. Создаваемый продукт, проходя определённые стадии производства, увеличивает свою себестоимость за счёт стоимости операций, совершаемых над ним. Например, статья «Заработная плата отдела снабжения» входит в стоимость операции «Снабжение». Согласно ABC, рабочая операция должна иметь индекс-измеритель выходного результата – КОСТ-ДРАЙВЕР. Например, кост-драйвером для статьи затрат «Снабжение» будет являться «Количество закупок».

Таким образом, анализ ABC-методом производится следующим образом:

1. составляем все процессы для производства продуктов;
2. распределяем статьи затрат по процессам;
3. рассчитываем кост-драйвер для каждого процесса и умножаем его на себестоимость единицы выхода работы;
4. суммируем стоимости работ.

Очевидно, что распределение статей и расчёт кост-драйверов могут зависеть от многих факторов и быть по-разному определены для одного случая.

Для автоматизированного анализа по ABC-методу существуют CASE-средства, одним из которых является подсистема ABC-анализа системы BPWIN для построения моделей предприятия.

3. Теория ограничений Голдратта

Theory of constraints (ТОС) – теория ограничений, разработанная физиком Элияху Голдраттом. В отличие от традиционной теории затрат, Голдратт предлагает косвенные затраты не распределять по продуктам, а относить их к операционным расходам предприятия. Тем

самым это избавляет нас от проблемы выбора метода и процесса калькуляции себестоимости, а также помогает избежать возможных искажений результирующих оценок.

Для этого Голдратт предлагает три показателя для оценки эффективности деятельности предприятия [5]:

- T(Throughput) – проход (маржинальная прибыль) от продажи продуктов;
- OE(Operation expenses) – постоянные операционные затраты;
- I (Investments) – инвестиции.

Расчёт этих показателей производится по следующим формулам:

Формула для расчёта прохода:

$$Tu = P - TVC ,$$

где Tu (*Throughput per unit*) – проход на единицу продукции;
 P (*Price*) – цена за единицу продукции;
 TVC (*Totally Variable Cost*) – полностью переменные затраты.

$$TTr = Tu * q ,$$

где
 TTr – суммарный проход по виду продукции;
 q – количество продукции, проданное в периоде.

$$T = \sum TTr ,$$

где T – суммарный проход

Формула для расчёта инвестиций:

$$OE = \sum PI ,$$

где PI (*Productive investment*) – вложение в производство.

Формула для расчёта операционных расходов:

$$OE = \sum IE ,$$

где IE (*Item of Expenses*) – статья расходов.

Для обеспечения эффективности производства необходимо первый показатель увеличивать, а второй и третий уменьшать. Цель – соотнести потребности рынка с возможностями производства. Важно заметить, что калькуляция этих показателей довольно проста.

Для того чтобы произвести анализ системы на основе этих трёх показателей, Голдратт предлагает представить деятельность предприятия в виде единой цепочки процессов. Существует одно слабое звено, которое не позволяет компании увеличивать проход T . В основе слабого звена лежит ограничение системы. Очевидно, что как только будет устранено огра-

ничение, автоматически проявится новое ограничение, иначе проход компании стал бы бесконечным.

Для того чтобы найти и устранить ограничение, Голдратт предлагает проделать следующие шаги:

1. идентифицировать ограничение;
2. решить, как эксплуатировать ограничение;
3. скоординировать все остальное с принятым решением;
4. увеличить пропускную способность ограничения;
5. если на предыдущем этапе ограничение было снято, переходим к первому этапу.

Как показали исследования, в настоящее время не существуют методов и тем более CASE-средств для проведения полноценного анализа предприятия по данному подходу, за исключением метода и CASE-средства, разработанного авторами данной статьи.

4. Метод анализа по ТОС

Разработанный автором данной статьи метод анализа эффективности производства позволяет найти самое слабое звено в цепи производства продукции, рассчитать параметры его усиления. Причём такие расчёты проводятся последовательно (в цикле) по всем звеньям до тех пор, пока возможности производства не совпадут с потребностями рынка. В этом случае миссия предприятия достигнута и его дальнейшее развитие возможно только при переходе на следующий уровень (смена выпускаемой продукции, расширение рынка сбыта, перефилирование и т.п.).

В основе метода поиска оптимума между потребностями рынка и возможностями производства лежит поиск ограничений системы по Голдратту. Выявления слабых звеньев в цепочках производства продуктов и их корректировки для достижения оптимума осуществляется с помощью 5 шагов.

Эффективность производства оценивается тремя показателями ТОС: Т, ОЕ, I, в основе которых лежит эффективность использования ограничения системы слабыми звеньями. Эффективность использования ограничения определяется количеством времени его работы от максимально возможного и стоимостью единицы времени его использования продуктами на производстве. Полный алгоритм работы по данному методу представлен на рис .1.

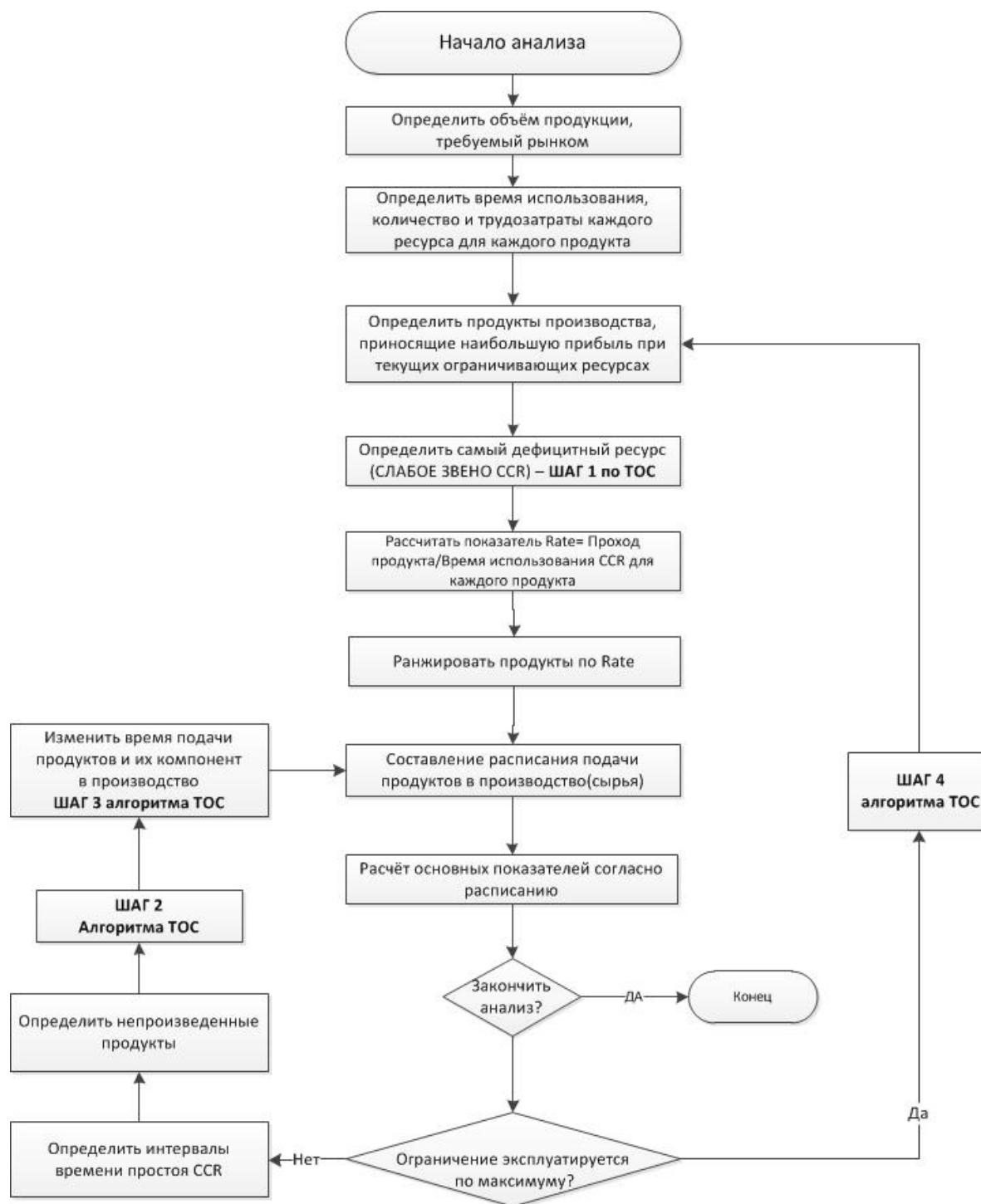


Рис. 1. Алгоритм работы по ТОС

На вход алгоритма подаются цепочки описания процессов производства всех продуктов.

На каждой итерации определяются продукты, которые нужно производить, приоритет подачи на производство и рассчитывается потребность в ресурсах для всех продуктов при максимальной работе ограничивающего ресурса. Далее идёт составление расписания подачи продуктов на производство.

Важным моментом в работе данного алгоритма является определение продуктов, которые будут влиять на ограничения системы, а также их расписание подачи на производство. Расписание задаёт программу использования ресурса продуктами. После завершения шага анализа сверяются полученные данные с ожидаемыми, и если они удовлетворяют аналитика, то на выходе получаем:

- последовательность ограничений и способ их устранения;
- показатели T, OE, I;
- список продуктов и расписание подачи их на производство.

5. Инструментальное средство анализа VisualTOCManager

Для практического использования представленного метода было создано инструментальное CASE-средство [6] VisualTOCManager. Алгоритм работы (рис. 1) обеспечивает пользователя необходимой информацией для определения слабого звена в цепи производства продукции. Вся работа разделена на ряд этапов. Сама модель производства (цепь) представлена в виде каузальной модели, понятной и хорошо интерпретируемой самим пользователем.

VisualTOCManager разработан под ОС Windows и использует платформу .NET framework [7].

На рис. 2, 3 и 4 показаны основные этапы работы VisualTOCManager.

5.1 Создание общего списка ресурсов

На первом этапе необходимо ввести информацию о используемых ресурсах. Для этого необходимо задать их тип, а также указать количество.

5.2 Ввод информации о технологических цепочках

На этом этапе необходимо описать технологический процесс производства конечных продуктов, которые могут состоять из других продуктов. Для этого существуют элементы, которые позволяют полностью описать весь процесс производства в виде последовательности узлов. Эти элементы доступны из панели инструментов. После добавления элементов в процесс их необходимо связать между собой с помощью соответствующего инструмента и задать соответствующие параметры поведения, включая используемые ресурсы.

5.3 Запуск анализа и следование по шагам алгоритма

На последнем этапе, после введения исчерпывающей информации о технологических процессах, система будет вести Вас по шагам алгоритма, выдавая промежуточные сообщения. В конце шагов система выдаст результат анализа.

Название	Тип	Ед.изм.	Кол-во
Лист тип 1	Сырьевой	шт	500
Лист тип 2	Сырьевой	шт	500
Краска1	Сырьевой	гр	100000
Краска2	Сырьевой	гр	100000
Краска3	Сырьевой	гр	100000
Сварочный цех	Трудовой	шт	3
Комплектовочный цех	Трудовой	шт	1
Профиль 34.23.77	Сырьевой	шт	10000

Ok Удалить

Рис. 2. Общий список ресурсов



Рис. 3. Технологические цепочки производства продукта

Название	Новое значение	Прошлое значение
☐ Объём готовой продукции (ед.)	7	7
Продукт А	0 из 5	0 из 5
Продукт Б	7 из 7	7 из 7
☐ Объём незавершённой продукции (ед.)	5	5
Продукт А	5 из 5	5 из 5
Продукт Б	0 из 7	0 из 7
☐ Маржинальная прибыль (проход)	21000	21000
Продукт А	0	0
Продукт Б	21000	21000
☐ Расход ресурсов		
Ножницы (час)	14,127 из 20	14,127 из 20

Рис. 4. Отчёт об анализе шага системы

6. Практическое моделирование и анализ на примере компании «SOLOS»

Тестирование технологии оценки эффективности деятельности предприятия было осуществлено на производстве стеллажных металлоконструкций компании «SOLOS» (г. Новосибирск).

В качестве исходных данных были представлены маршрутные карты операций, которые в совокупности составляли полный технологический процесс производства продуктов.

На рассмотрение были взяты 2 базовых продукты компании:

- продукт А;
- продукт Б.

Далее анализ выполнялся по следующему сценарию:

- 1) любое количество продуктов, которое можно произвести, рынок поглотит.
- 2) система калькулировала требуемые ресурсы для производства единицы каждой продукции, включая трудозатраты трудовых ресурсов (рис. 5 и 6).

Название	Новое значение
Ножницы (час)	3,228 из 20
Пресс (час)	3,549 из 20
Линия полимер. покр. (час)	9,054 из 60
Контактная сварка (час)	1,323 из 20
Упаковка (час)	0,45 из 20
Гидр. пресс (час)	0,617 из 20
Маркировка (час)	0,083 из 20
Штрипс уголков (шт)	236 из 1000
Лист тип 1 (шт)	120 из 500
Лист тип 2 (шт)	50 из 500
Краска1 (гр)	8576 из 100000

Рис. 5. Ресурсы для производства продукта «Продукт А»

Название	Новое значение
Пресс (час)	0,02 из 20
Линия полимер. покр. (час)	2,794 из 60
Упаковка (час)	0,54 из 20
Гидр. пресс (час)	0,02 из 20
Краска1 (гр)	3012 из 100000
Краска2 (гр)	3012 из 100000
Краска3 (гр)	3012 из 100000
Сварочный цех (час)	2,7 из 60
Комплектовочный цех (час)	0,14 из 20
Профиль (шт)	84 из 10000
Линия профилирования (час)	0,84 из 20

Рис. 6. Ресурсы для производства продукта «Продукт Б»

3) Предполагается, что рынок купит всё, что производим, следовательно надо произвести продукты, которые принесут наибольшую маржинальную прибыль (проход Т) при равной цене 3000 у.е. ввиду ограниченности ресурсов. Таким продуктом будет «Продукт Б» в количестве 21 единицы.

Ограничивающим ресурсом будет «**Линия полимерных покрытий**» (рис. 7), а узким местом в цепи производства будет «**Окрашивание**» (рис. 7).

Название	Новое значение
Пресс (час)	0,42 из 20
Линия полимер. покр. (час)	58,674 из 60
Упаковка (час)	11,34 из 20

Рис. 7. Ограничивающий ресурс «Линия полимерных покрытий»

Здесь ограничивающий ресурс – «Линия полимерных покрытий», а слабое звено – окрашивание (рис. 8).

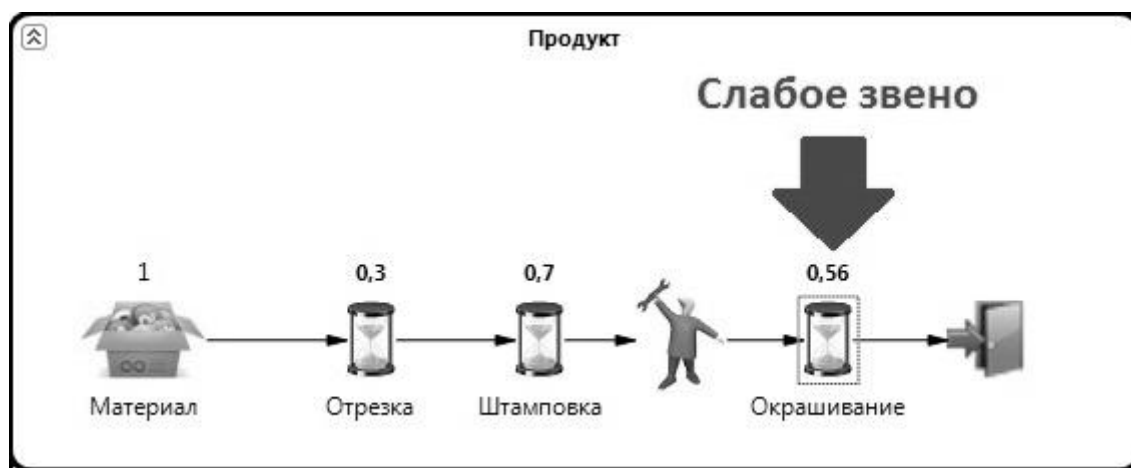


Рис. 8. Слабое звено «Окрашивание»

4) Составляем расписание подачи продуктов в производство.

5) Следующим этапом необходимо проверить, что расписание подачи продуктов на слабое звено не создаст ему простоев или использования ресурса другими продуктами, если бы таковые были.

В противном случае определяем, какие продукты были запущены в производство, но не завершены, и как использовался ограничивающий ресурс во времени.

Для этого система показывает результат своей работы при данном расписании (рис. 9).

Название	Новое значение	Прошрое значение
□Объём готовой продукции (ед.)	21	7
Продукт Б	21 из 21	7 из 7
Продукт А		0 из 5
□Объём незавершённой продукции (ед.)	0	5
□Маржинальная прибыль (проход)	21000	21000
□Расход ресурсов		
Ножницы (час)	0 из 20	14,127 из 20
Пресс (час)	0,42 из 20	15,536 из 20
Линия полимер. покр. (час)	58,674 из 60	58,35 из 60
Контактная сварка (час)	0 из 20	5,201 из 20
Упаковка (час)	11,34 из 20	5,718 из 20

Рис. 9. Результат работы системы

Из результата видно, что ограничение использовалось столько, сколько требовалось продуктами, все продукты были произведены.

Маржинальная прибыль составит 21000 у.е.

6) Ожидаемые результаты совпадают с смоделированными. Поскольку купить дополнительную линию полимерных покрытий мы не можем и изменить технологический процесс производства тоже, то на этом заканчиваем анализ.

Результаты анализа:

- продукты : 21 единица «Продукт Б»;
- максимальная маржинальная прибыль: 21000 у.е.;
- ограничивающий ресурс: «**Линия полимерных покрытий**», не устраняется;
- слабое звено : «**Окрашивание**».

7. Заключение

Рассмотренный метод оценки эффективности деятельности предприятия, работающего на основе процессного подхода, достигает требуемой эффективности производства в ходе его работы (на отдельных звеньях цепи), а не в конце цепи, как это делается при традиционном подходе, основанном на учёте затрат. Метод оценки деятельности предприятия на основе теории ограничений Голдратта апробирован на предприятие «SOLOS». В результате работы системы VisualTOCManager выявлен продукт, который позволяет достичь наибольшую маржинальную прибыль компании при имеющихся ограничивающих ресурсах.

Литература

1. Корбетт Томас. Управленческий учёт по ТОС /Пер. с англ. Д. Капранов - К.: Издательство «Необходимо и достаточно», 2009. 240 стр.
2. Калянов Г.Н. Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация бизнес-процессов, – М.: Финансы и статистика, 2006.
3. Eliyahu M. Goldratt. The Haystack Syndrome: Sifting Information Out of the Data Ocean. (1991) ISBN 0-88427-184-6
4. Жарикова Л.А. Управленческий учёт: Учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. 136 с.
5. Уильям Детмер. Теория ограничений Голдратта. Системный подход к непрерывному совершенствованию. – Альпина Бизнес Букс, 2007.
6. Вендров А.М. CASE-технологии. – М.: Финансы и статистика, 2008.
7. Дональд Мэтью. Windows Presentation Foundation в .NET 3.5 с примерами на C# 2008 для профессионалов. 2-е издание: Пер. с англ. - М.: ООО «И.Д. Вильямс». 2008. — 928 с.

Статья поступила в редакцию 12.04.2011.

Москвитин Анатолий Алексеевич

д.ф.-м.н., профессор кафедры вычислительных систем СибГУТИ
тел. служ. (383) 269-82-75, e-mail: moskvit47@mail.ru

Подберёзный Андрей Александрович

магистрант кафедры прикладной математики и кибернетики СибГУТИ
тел. моб. +7(923)243-90-30, e-mail: andreal@inbox.ru

VisualTOC Manager – Visual Instrument of Assessing the Efficiency of Production

A. A. Moskvitin, A. A. Podberezniy

This paper considers the current problems of the existing economical methods to analyze process approach models while developing effective information management systems (IMS). A new method to analyze the efficiency of model's economical aspect is suggested, having no limitations that exist in the rapidly developing Goldratt Theory of constraints. Also, a technology of break-even analysis is examined (The "AS IS" model) as an instrument implementing this method.

The method and the technology were tested at the company "SOLOS" dealing with the production of bookstand metal constructions.

Keywords: Production efficiency, information systems, theory of the expenses, theory of constraints, Goldratt, information systems designing, methods of analysis, business models.