

УДК 65.011.4, 65.011.8, 65.012.2 65.016.7

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ  
В СВЕТЕ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ БЕРЕЖЛИВОГО И УМНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

© 2013 И.Г.Абрамова<sup>1</sup>, Д.А. Абрамов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)

<sup>2</sup> ТЮФ Райнланд, Япония

Поступила в редакцию 02.12.2013

В статье приводится методический подход к выявлению производственных мощностей, подлежащих замене новым оборудованием в соответствии со стратегией вывода продукции на рынок. Результаты оценки эффективности станков нового поколения отражены с использованием методик определения технологической себестоимости и стоимости станко-часа.

Ключевые слова: механообрабатывающие станки, производственная мощность, эффективность, рентабельность, стратегия.

Первооружение промышленных предприятий России в настоящее время носит стратегический характер. Использование оборудования 20 – 30 летней давности на предприятиях машиностроения, авиационно-космической отрасли тормозит их развитие. Использование на производстве инновационного, высокоскоростного оборудования позволит получить высокие результаты производительности труда, качественного изготовления продукции, изменения кадровой политики в сторону омоложения промышленно – производственного персонала. Планы реконструкции основываются на крупных инвестициях, а их вложение должно быть оправдано выбранной стратегией развития предприятия.

Умное производство - это производство, организованное в едином информационном пространстве комплекса производственных процессов: его технической (конструкторской и технологической) подготовки, собственно производства, организационной, экономической подготовки и оперативного диспетчирования, управления всей производственно-хозяйственной деятельностью. Умное производство – это производство, которое использует системное решение для управления предприятием на основе интеграции средств ИТ-технологий, вытягивая на своем производстве цепочку:

CAD/CAE/CAM/PDM/FRP/MRP/MES/PLM/ERP-систем.

Однако, «умное производство» – не значит не «бережливое». Скорее наоборот: «бережливое»

*Абрамова Ирина Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры производства двигателей летательных аппаратов. E-mail: abi\_ssau@inbox.ru*

*Абрамов Дмитрий Александрович, ведущий аудитор.  
E-mail: dmitry.abramov@jpn.tut.com*

и плюс производство, используемое ресурсы сквозного единого информационного пространства – поэтому и «умное». Это производство, обеспечивающее качественный прорыв в технологии, организации и управлении производством в целом, апробированное на имитационных моделях, построенное на единой информационной основе с объединением реального и виртуального производства, т.е. срастанием материальной и информационной систем. Под последней фразой следует понимать как стратегию обновления старого станочного парка на оборудование, интегрируемое с системами поддержки ИТ-технологий, так и приобретение самих ИТ-систем управления предприятием. В начале цепочки изменений эффективности производства стоит обновление парка оборудования, на котором производится большая номенклатура изделий. Производство каких изделий даст отдачу в кратчайшие сроки? Определив стратегическую единицу бизнеса, можно перейти к формированию производственных мощностей для них.

Общая стратегия фирмы определяется на основе анализа сочетания стратегий единиц бизнеса. Критерий выбора – наиболее рентабельные условия роста предприятия. С учетом этого выбора конкретизируются стратегии развития отдельных товаров или единиц бизнеса, или стратегических зон хозяйствования.

В настоящее время наиболее популярна теория разработки базовых стратегий при помощи выделения стратегических зон хозяйствования.

Стратегическая зона хозяйствования (СЗХ) – это отдельный сегмент внешней среды предприятия, на который оно имеет (или хочет иметь) выход. СЗХ можно интерпретировать, как про-

изводственно – хозяйственную деятельность, которая сопровождает изготовление продукции определенного вида. Данный вид продукции впоследствии будет реализован на рынке продаж, за долю которого, как сегмента внешней среды, борется производственное предприятие.

Одним из известных и широко распространенных методов разработки стратегии развития фирмы является «Портфельный анализ» или «Матрица БКГ» – метод, разработанный американской консультационной фирмой «Бостон консалтинг групп» (англ. Boston Consulting Group, BCG). Среди достоинств матрицы БКГ, как инструмента стратегического управления, прежде всего, стоит отметить ее простоту. Матрица весьма полезна при выборе между различными СЗХ, определении стратегических позиций и при распределении ресурсов на ближайшую перспективу.

Наиболее значимые стратегические зоны хозяйствования и область их расположения на матрице БКГ рассмотрим на примере предприятия авиационного двигателестроения ОАО КУЗНЕЦОВ». Стратегическим проектом этого предприятия является разработка и организация серийного производства модельного ряда энергетических установок на базе газотурбинных двигателей марки НК, работающих на сжиженном природном газе и жидким водороде. Совокупная выручка предприятия от продаж несырьевой продукции на внутреннем и внешнем рынке за последний год составила 5182 млн. руб.

Поскольку ОАО «Кузнецова» является единственным в мире производителем двигателей для пилотируемых космических пусков монополистом в компетенции пилотируемых космических программ, монополистом в компетенции серийного производства, технического сопровождения в строю и ремонтов всего семейства двигателей для самолетов дальней стратегической авиации, то можно предположить, что вся линейка товаров будет занимать лидирующие позиции. Однако фактическое расположение линейки товаров на матрице БКГ сосредоточено не в одной области, определяющей лидирующие позиции.

В соответствии с Консолидированной программой производства и продаж Комплекса ОАО «Кузнецова» на плановый период 2012 – 2013 гг. (табл. 1) на рис. 1 построена матрица БКГ для линейки товарных групп: 1 – «Двигатели для авиации», 2 – «Энергетический дивизион», 3 – Космический дивизион, 4 – «Прочее».

На диаграмме матрицы БКГ рис. 1, построенной средствами Excel по методике [1], можно увидеть, что в правом нижнем квадранте располагаются две группы товаров СЗХ: «Космический дивизион» и «Энергетический дивизион». В

соответствии с терминологией, используемой в матрице БКГ эти две группы товаров можно отнести к сегментной группе «Денежная дойная корова». Группа товаров «Космический дивизион» занимает прочные позиции и, к сожалению, характеризуется замедлением темпа роста. Для СЗХ «Энергетический дивизион» характерно более высокое значение темпа роста, и это вселяет надежду вывода этой группы товаров на лидирующие позиции в область «Звезды». Группа товаров «Прочее» располагаются в левом верхнем квадранте, соответствующем СЗХ «Вопросительные знаки». Лишь группа товаров «Двигатели для авиации» располагаются в пограничных областях: «Вопросительные знаки» и «Звезды». Небольшая поддержка, в развитии двигателестроения для авиации и данный сегмент рынка может занять прочную позицию в области «Звезда». Группа товаров «Энергетический дивизион» тоже близко расположена к области «Звезда». Поэтому в настоящее время наиболее актуально вкладывать инвестиции в развитие именно этих категорий товаров, для получения наибольшей отдачи.

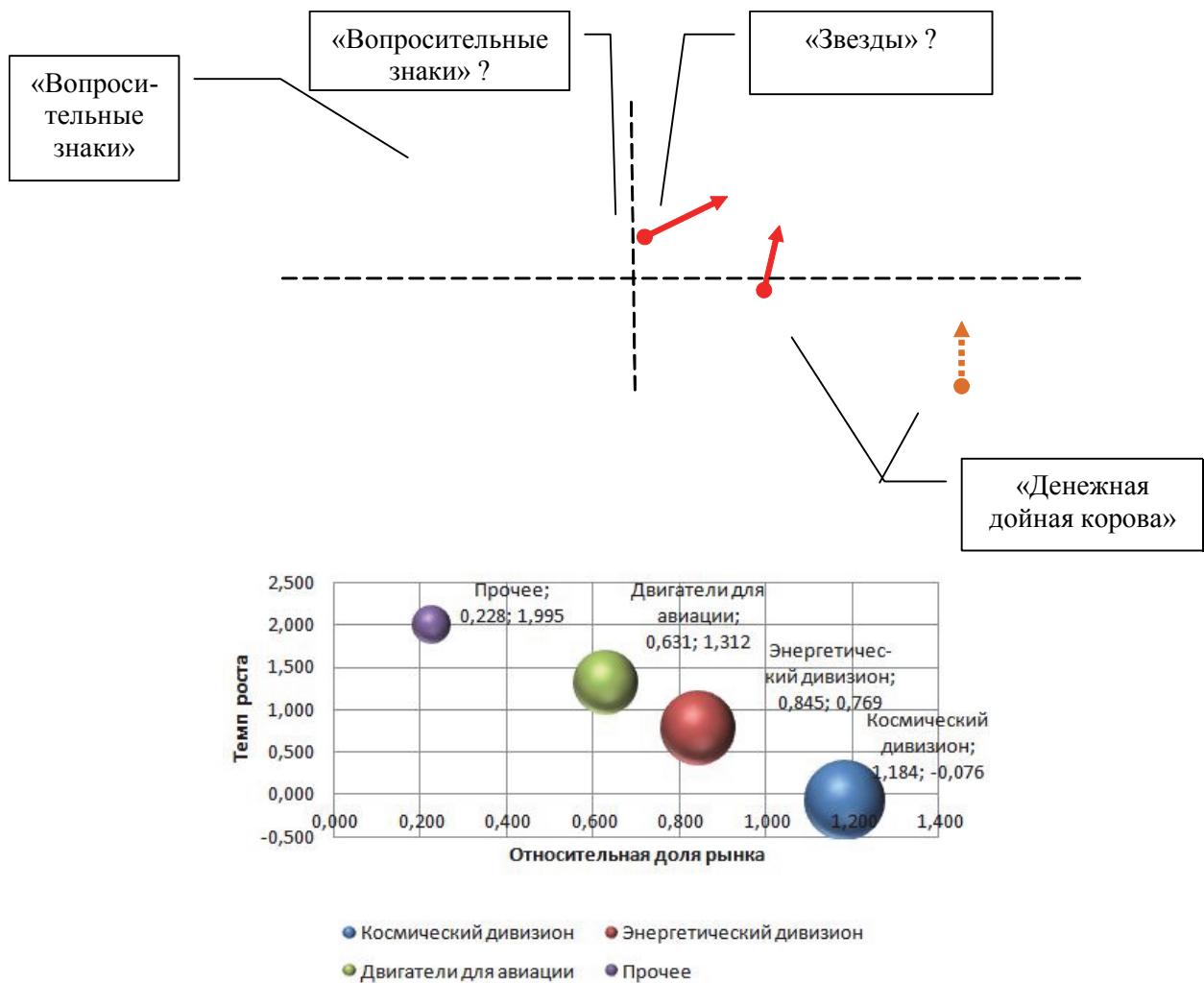
Препятствием развития этих сегментных групп может быть риск ограничения или прекращения поставок из-за рубежа ключевых материалов, комплектующих, инструментов. В качестве мероприятия и механизма по предотвращению риска может быть использовано расширение состава поставщиков, создание финансовых резервов, организация особых кредитных линий на случай непредвиденных затрат, создание страховых запасов ключевых материалов и комплектующих, создание новых производственных мощностей по производству новых современных материалов.

Созданию новых производственных мощностей, замене устаревшего парка оборудования в подразделениях предприятия, производящих выделенную линейку товаров уделяется особое внимание.

В настоящее время во многих цехах предприятия оборудование используется не на полную мощность. На одном из них коэффициент работоспособных станков составляет 95%, коэффициент использования машин из парка оборудования – 70%. Потери мощности очевидны – более 30%! В среднем возраст станков составляет более 18 лет, это подтверждает актуальность их замены на более современное оборудование. Станки с программным управлением занимают около 10% всего парка. В структуре оборудования цеха станки токарной группы занимают порядка 28%, фрезерной 25%, шлифовальной 12%, что в сумме составляет 65% всей производственной мощности цеха. В структуре активной части ос-

**Таблица 1.** Консолидированная программа производства и продаж Комплекса ОАО «Кузнецов» на плановый период 2012 – 2013 г.г. [2]

№ п/п	Наименование товарных групп	Выручка	
		2011 год, (тыс. руб.)	21012 год (тыс. руб.)
1	Двигатели для авиации	681 126	1 574 992
2	Энергетический дивизион	1 192 284	2 109 348
3	Космический дивизион	2 701 070	2 497 120
4	Прочее	190 424	570 226

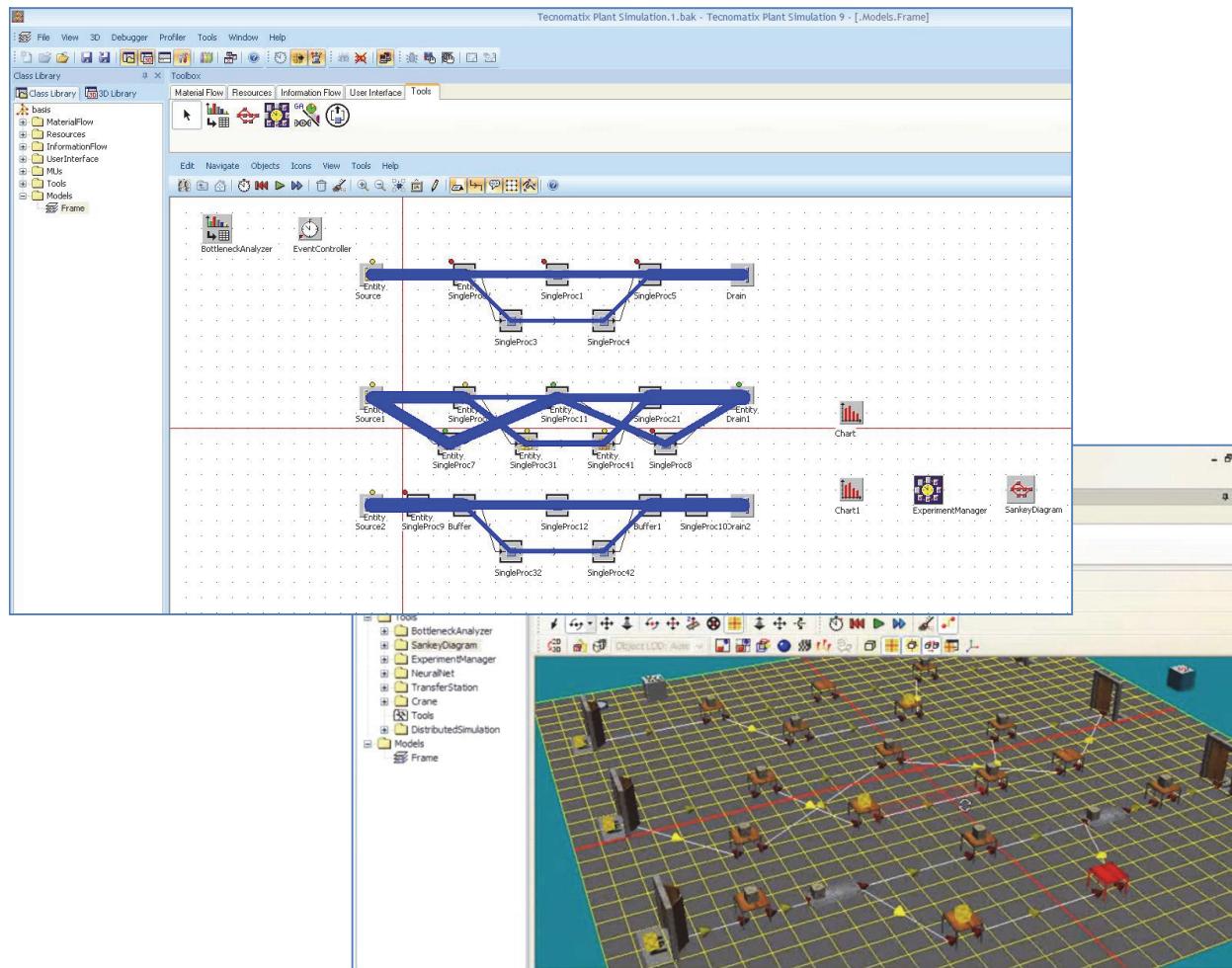


**Рис. 1.** Матрица БКГ для линейки товарных групп ОАО «Кузнецов»

новых производственных фондов предприятия ОАО «КУЗНЕЦОВ» механообрабатывающее оборудование составляет 93,92% (на 2012 год), а фондоотдача на 1 рубль активной части ОПФ составляет 0,366 руб. [2], что также подтверждает низкую эффективность оборудования и необходимость её роста.

Одним из резервов повышения эффективности производственных мощностей по принципам бережливого производства является ликвидация непроизводительных потерь. В условиях работы универсального оборудования старого парка станков большая доля непроизводительных затрат теряется на транспортирование, межоперационное пролеживание и контроль в структуре затрат

времени производственного цикла. Снижению таких затрат способствуют оперативные методы производства, основанные на исследованиях в области имитационного моделирования. Так, например, изучалось распределение нагрузки между рабочими местами - станочными модулями в целях снижения оборотных заделов и сокращения сроков изготовления продукции. Представленные иллюстрации (рис. 1, 2) демонстрируют возможности системы Tecnomatix Plant Simulation отображать потоки производства и регулировать их. Методы оптимизации оборотных заделов на производстве и их имитационное моделирование с использованием указанной программы действенны в большей степени в условиях использования стан-



**Рис. 2.** Визуализация процесса передачи деталей по рабочим местам в соответствии с технологическим процессом с помощью Sankey Diagram в системе Tecnomatix Plant Simulation средствами 2D и 3D – моделирования

ков универсальных. В результате использования имитационных моделей, выявления «узких» мест и перераспределения потоков деталей сокращение сроков выпуска продукции отмечалось на 10 – 15%.

Другим видом повышения эффективности производственных мощностей по принципам бережливого производства является ликвидация непроизводительных потерь от применения станков нового поколения. Время переналадки оборудования, транспортирования деталей между станками стремительно сокращается за счет возможностей станков: многоосевой обработки, автоматической смены инструмента и пр. Современные быстропереналаживаемые высокопроизводительные станки многокоординатной обработки, такие как: Traub TNA 300, INDEX G160, DMU 60 FD, Mikron UCP 800 DURO, Mikron UCP 600 Vario Torque, Mikron VCE 600 Pro, Mikron 1200 и др. постепенно заменяют старый парк оборудования. На эти станки переводится широкая номенклатура деталей вида «корпус», «цапфа», «крышка», «каркас», «лопатка», «патрубок», «полуфланец», «втулка» и др. Данные детали входят в структуру номенклатурных

позиций «космического дивизиона», «энергетического дивизиона». В таблице 2 приведены данные себестоимости операций существующего и нового технологического процесса. Себестоимости операций рассчитаны на примере изготовления определенной детали типа «корпус» на имеющемся оборудовании и новом оборудовании, заменяющем 10 операций.

Сравнение показывает, что технологическая себестоимость нового варианта технологического процесса более чем в два раза ниже технологической себестоимости существующего процесса.

Это вызвано несколькими факторами: снижение заработка платы производственных рабочих и наладчиков, что обусловлено сокращением их численности; снижение затрат на ремонт и модернизацию в связи с отсутствием необходимости ремонтировать новое оборудование; снижение затрат на эксплуатацию и ремонт режущих инструментов вследствие уменьшения количества используемого оборудования и других затрат.

Используя методику расчета стоимости станко-часа можно также показать преимущество использования станков нового поколения. Сто-

**Таблица 2.** Технологическая себестоимость операций изготовления детали типа «корпус» по вариантам «существующего» и «нового» технологического процесса.

Существующий технологический процесс			
№ оп.	Название операции	Показатели	
		Себестоимость, руб.	ΣС
10	Сверление отверстий	16,02	446,52
15	Зачистка заусенцев	12,96	
20	Подрезка торца	70,62	
25	Сверление отверстий	127,87	
30	Слесарная обработка	22,22	
35	Притирка торца	15,20	
40	Расточка отверстий и канавки	143,71	
45	Сверление отверстий и нарезание резьбы	20,20	
50	Слесарная обработка	7,56	
55	Фрезерование	30,16	
Новый технологический процесс			
15	Сверлильно-фрезерная	207,56	207,56

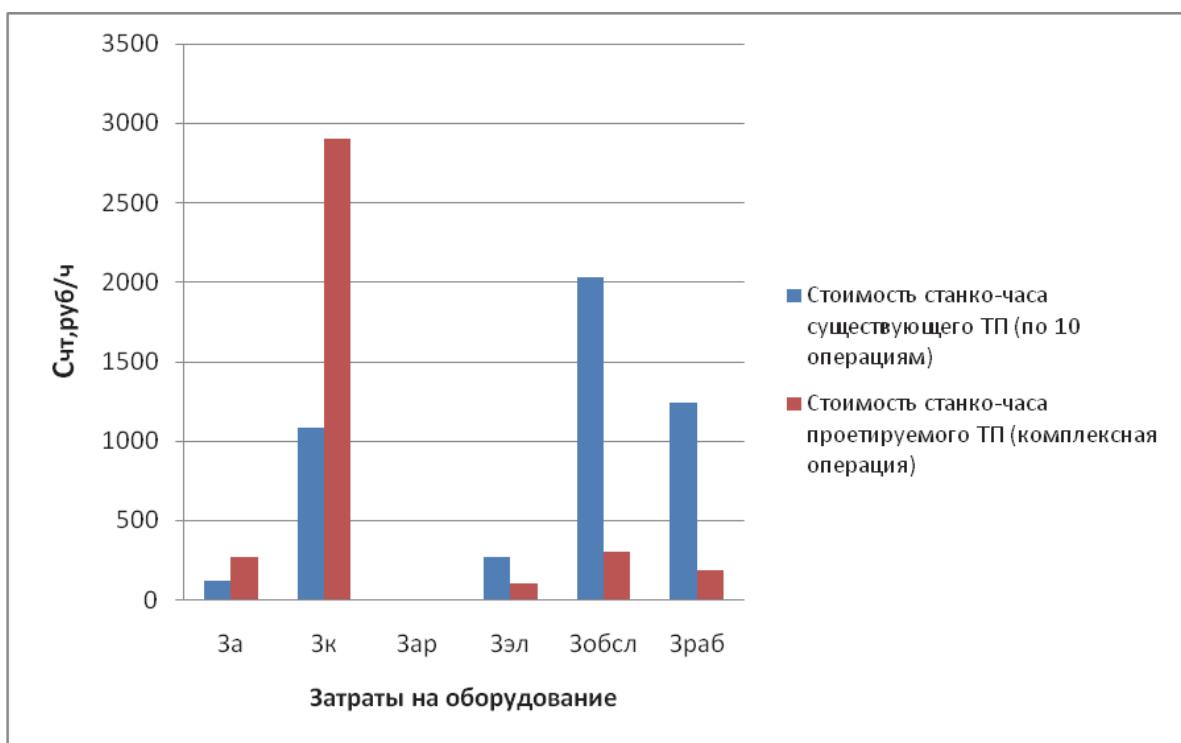
имость часа работы станка ( $C_{cu}$ , руб/час) определяется суммой следующих затрат: на амортизацию (За); затрат, связанных с выплатой кредитов (Зк); затрат на аренду (Зар); затрат на энергоносители (Зэн); затрат на обслуживание (Зобсл); затраты на заработную плату оператору станка (Зраб).

По существующему технологическому процессу обработка детали производилась на станках: 1К62, КС-12-500, АТ220В4, 2Б118, 24К40, верстак, притир. Суммарная стоимость станко-часа существующего технологического процесса (по

10 операциям) равна: 4734,82 руб/ч.

Суммарная стоимость станко-часа работы современного фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ Mikron UCP 800 Duro составляет 3740, 64 руб/ч.

Таким образом, стоимость станко-часа сокращается в 1,3 раза, относительное изменение станко-часа работы нового оборудования (на примере Mikron UCP 800 Duro) по сравнению с базовым значением (4734,82 руб/ч) сокращается на 20%, соответственно эффективность использования станков нового поколения адекватно возрастает.



**Рис. 4.** Диаграмма станко-часа работы станков по существующему и новому технологическим процессам

## **ВЫВОДЫ**

Плановая замена производственных мощностей обусловлена стратегией развития предприятия, реализация которой наглядно может быть представлена одним из инструментом исследования активной ассортиментной политики и проведения портфолио-анализа – «матрица БКГ». На примере линейки товаров ОАО «КУЗНЕЦОВ» с помощью матрицы БКГ выделена группа товаров «Энергетический дивизион», которая претендует на лидирующие позиции сегмента рынка «Звезда».

Определение наиболее прибыльной группы товаров помогает сформировать номенклатурный ряд деталей, произвести отбор технологий и наметить пути повышения эффективности существующих производственных мощностей, в том числе с использованием имитационного моделирования системы Tecnomatix Plant Simulation, и, кроме того, выявить очередность замены оборудования в структуре производственной мощности.

В свете реализации принципов бережливого и умного производства на современном этапе возрастает необходимость использования механообрабатывающих высокоскоростных многокоординатных станков нового поколения. Результаты расчета технологической себестоимости показывают сокращение затрат почти в два раза, кроме того, расчеты стоимости станко-часа также подтверждают эффективность подобного оборудования, поскольку относительное изменение станко-часа по сравнению с базовым значением составляет 20%.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Определение стратегических позиций предприятия на рынке товаров с применением матрицы БКГ и построение её с помощью средств MicroSoft Exel: метод. Указания. Сост.: Абрамова И. Г., Абрамов Д. А. Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2013. 44 с.
2. Официальный сайт ОАО «КУЗНЕЦОВ». Акционерам и инвесторам. URL: <http://kuznetsov-motors.ru/shareholders-and-investors/Information/reports1> (дата обращения 11.11.2013).

## **IMPROVING PRODUCTION CAPACITY IN THE LIGHT OF THE IMPLEMENTATION OF LEAN AND SMART PRODUCTION TECHNOLOGIES**

© 2013 I.G. Abramova<sup>1</sup>, D.A. Abramov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Samara State Aerospace University named after Academician S.P. Korolyov  
(National Research University)

<sup>2</sup> TUV Rheinland Japan

The article provides a methodical approach to identifying the production facilities to be replaced with new equipment in accordance with the strategy-to-market. Results of the evaluation of the effectiveness of a new generation of machines are using techniques to determine the process cost and value of machine-hours.  
Keywords: mechanic processing machines, production capacity, efficiency, profitability, strategy.

---

*Irina Abramova, Candidate of Technics, Associate Professor at the Production of Aircraft Engines Department.  
E-mail: abi\_ssau@inbox.ru*  
*Dmitry Abramov, Lead auditor.  
E-mail: dmitry.abramov@jpn.tuv.com*