

УДК 621.007.004

doi:10.18720/SPBPU/2/id24-121

Г.Б. Бурдо<sup>1</sup>, А.Н. Болотов<sup>2</sup>

## **БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В МАШИНОСТРОЕНИИ: КАК ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ?**



<sup>1</sup>Георгий Борисович Бурдо  
Тверской государственный технический университет  
Россия, Тверь  
Тел.: (4822) 78-55-65, E-mail: gbtms@yandex.ru



<sup>2</sup>Александр Николаевич Болотов  
Тверской государственный технический университет  
Россия, Тверь  
Тел.: (4822) 78-89-71, E-mail: alnikbltov@rambler.ru

### **Аннотация**

Рассмотрены причины интереса к системам бережливого производства и управления качеством в машиностроительных производственных системах. Показано, что указанные системы в настоящее время работают без надлежащей эффективности. Рассмотрена суть концептуальных понятий бережливого производства и управления качеством. Проанализированы основные ошибки в их понимании и применении. Установлено, что внедрение указанных систем целесообразно осуществлять на основе исследования процессов деятельности организации. Рассмотрена иерархия организационно-технологических систем и показаны основные задачи, решаемые в рамках систем бережливого производства и управления качеством. Предложены инструменты бережливого производства и управления качеством, которые целесообразно использовать при обеспечении высокоэффективного машиностроительного производства. Даны предложения по перестройке структуры инженерных подразделений машиностроительных предприятий.

*Ключевые слова:* машиностроительное производство, управление качеством, бережливое производство, процессы деятельности, системный подход, иерархия производственных машиностроительных систем.

## **Введение**

На протяжении последних 15 лет весьма активно в машиностроении продвигаются вопросы, связанные с системами бережливого производства (второе название - производственные системы) и системами управления качества. Имеется множество фирм, предлагающих услуги по внедрению таких систем в производстве, что в конце концов привело к созданию на предприятиях советующих одноименных подразделений, разрабатывалась необходимая (для отчетности, аттестации, но не для реалий производства) нормативная база. Однако, когда дело доходило до представления конкретных результатов деятельности подразделений по организации функционирования указанных систем, и конкретных результатов по улучшению деятельности организации, - ожидаемые результаты не достигались.

Очевидно, причина состоит в системной ошибке при создании и функционирования систем Бережливого производства (БП) [9-14] и управления качеством (УК) [1-8, 15]. Поэтому целью настоящего исследования явилось выявление методологических основ реализации концепций БП и УК.

### **Суть концепций бережливого производства и управления качеством и основные ошибки в их понимании и применении**

Давайте остановимся на понимании концепции и идеологии Бережливого производства (БП) и Управления качеством (УК). На взгляд автора, в практической реализации исходили из того факта, что это какие-то отдельные процессы, которые каким-то образом улучшают производственные процессы предприятия. Отсюда и стремление иметь в административной структуре предприятия подразделения БП и УК с не вполне конкретными функциями.

*Здесь мы подходим к первой ошибке*, суть которой сводится к тому, что системы БП и УК рассматриваются, как некие самостоятельные надсистемы, «надзирающие» за основным функциональным процессом предприятия, не всегда понимающими его (процесса) суть (напомним, что основной функциональный процесс предприятия охватывает конструкторскую подготовку производства, технологическую подготовку производства, планирование производства, изготовление изделий, выходной контроль).

По нашему мнению, [5,6,14], следует говорить об элементах БП и УК, используемых при реализации основного функционального процесса (ОФП) предприятия, то есть инструменты БП и УК должны использоваться в своей повседневной работе участниками ОФП (конструкторы, технологи,

персонал диспетчерских служб и цехового управления). Это абсолютно не противоречит реалиям производства, так как известно, что цель ОФП – выпуск продукции заданного качества (тут пригодятся инструменты УК), в заданном количестве, в заданные сроки с минимально необходимыми затратами материальных и трудовых ресурсов (инструментарий БП).

**То есть БП и УК не отдельные системы предприятия, а некие функции, реализуемые участниками ОФП.**

Самое интересное состоит в том, что и основополагающие вещи БП и УК были заложены в методиках функционально-стоимостного анализа (СССР, Россия) и методиках оптимизации деятельности фирмы (Тойота, Япония), при это всегда разговор шел именно об инструментах, но не о неких автономных системах.

*Суть второй ошибки* состоит в том, что деятельность, связанная с БП и УК рассматривается, как правило, лишь на этапе изготовления продукции [9,12]. При этом, обычно, абсолютно не анализируется деятельность этапе технической подготовки, и связанная с системой высшего управления организацией. Так, если говорить с позиций БП, то в неизмеримо большей степени (по сравнению с ОФП) эффективность деятельности предприятия определяется тактикой продаж (какой смысл, если готовая продукция неделями будет пролеживать на складе без оплаты за проделанную работу), тактикой закупок материалов, комплектующих, инструмента (смысл вкладывать деньги в запасы на несколько месяцев (а то и кварталов), а не закупать их под конкретный заказ). То есть смысл говорить логической увязанности планов по продажам с планами выпуска, а планов выпуска с планами закупок материалов и т.п. Понятно, что выгоднее изготавливать и продавать изделия небольшими партиями, а не накапливать готовые изделия, вкладывая в них трудовые и материальные ресурсы. Если оценивать действия системы управления организацией с точки зрения УК, то ее функция – задание требуемого уровня качества изделия, который обеспечивается при выполнении ОФП. Понятно, что неверное задание уровня качества продукции приведет либо к излишним затратам (завышенный уровень качества), либо к отсутствию спроса на продукции (при заниженном уровне качества). Трудность здесь состоит в том, что уровень качества должен задаваться с точки зрения потребителя продукции.

***Таким образом, инструменты БП и УК должны применяться во всех процессах деятельности организации, понимая и помня об их взаимосвязях и взаимовлиянии.***

*Третья ошибка*, на взгляд авторов, состоит в том, что, анализируя технические решения, их не рассматривают комплексно, всесторонне, без взаимосвязи и взаимовлияния.

К примеру, желание сократить перемещения изделий, и межоперационное пролеживание может привести к формированию

специализированных технологических линий, но при этом вырастет потребное количество станков и рабочих.

Желание закрепить рабочих на определенном рабочем месте противоречит идеям бригадного подряда, да и в корне неверно рабочего привязывать к операции. Рабочий – не придаток оборудования, а управляющий им. То есть оборудование и рабочие места привязываются к работнику, развивая в нем навыки работы на группе станков, что позволяет закрывать возникающие «узкие места».

Какие - либо мероприятия при изготовлении в рамках БП для конкретных изделий нецелесообразно рассматривать в отрыве от других, учитывая общность технологической системы, в которой реализуются технологические процессы.

То есть, если говорить о БП, надо постепенно охватывать деятельность в рамках всех процессов деятельности. Скажем, непроизводительные потери времени при информационных обменах увеличат и технологический цикл изготовления продукции, сроки конструкторской подготовки и т.д.

Ведя речь об управлении качеством, нельзя говорить о нем вообще, без привязки к конкретным изделиям. То есть следует рассматривать процедуры управления качеством начиная с конструкторской подготовки и заканчивая контролем и испытанием [5].

*То есть говоря о реализации каких-то мероприятий в рамках бережливого производства и управления качеством, необходимо анализировать их результаты не только для рассматриваемого изделия (заказа), но и других, выпускаемых на данном предприятии.*

**Четвертая ошибка** связана с тем фактом, что подходы к использованию элементов БП и УК рассматриваются независимо от целевой функции конкретного заказа. На самом же деле различные целевые функции приводят нас к необходимости расставлять приоритеты по экономии ресурсов (например, целевой функции – минимум длительности технологического цикла, будет соответствовать приоритетное сокращение затрат времени (или станкочасов) на операцию и времен пролеживания деталей между операциями, но никак не сокращение материальных, трудовых или денежных затрат).

*То есть можно говорить о неких комплексных (то есть интегрированно учитывающих все стороны результативности мероприятий по УК и БП) модифицируемых (в зависимости от целевой функции заказа) критериях результативности мероприятий по БП и УК).*

Рассмотрим методику реализации инструментов БП и УК в машиностроительных организационно – технологических системах.

## Исследовано и выявление процессов деятельности предприятия

Выявление процессов деятельности организации необходимо для установления их иерархии и определение мест, где происходит оценка эффективности мероприятий по бережливому производству и обеспечению качества продукции заданного уровня [9-12].

В первую очередь определим, что мы будем понимать под структурой производственного процесса. Как системный объект, структуру производственного процесса можно определить следующим образом:

$$PP = \{F, K, I, S, T\},$$

где –  $F$  – основная функция производственного процесса, являющаяся логическим объединением частных функций  $f_j$  каждого процесса,  $F = \bigvee_1^K f_j$ ;

$K$  – число процессов в производственном процессе;

$I$  – иерархия процессов;

$S$  – функциональные связи между процессами (функциональная структура);

$T$  – временные связи между процессами (временная структура).

Следует иметь в виду, что процессы не ограничиваются рамками одного структурного подразделения [12]. Очевидно, структуру производственного процесса следует строить, начиная с основного функционального процесса. Как мы определили выше, основной функциональный процесс (процесс первого уровня иерархии) включает процессы технической подготовки производства (включает процессы конструкторской, технологической и организационной подготовки) и технологические процессы по выпуску и испытаниям продукции.

Этот процесс определяет временной параметр и вспомогательные процессы, сопровождающие основной функциональный. Такими вспомогательными процессами являются процессы финансового обеспечения, материального обеспечения, кадрового обеспечения, организационного обеспечения. Эти процессы непосредственно необходимы для реализации основного функционального, и функционально с ним связаны. Они будут процессами второго уровня иерархии.

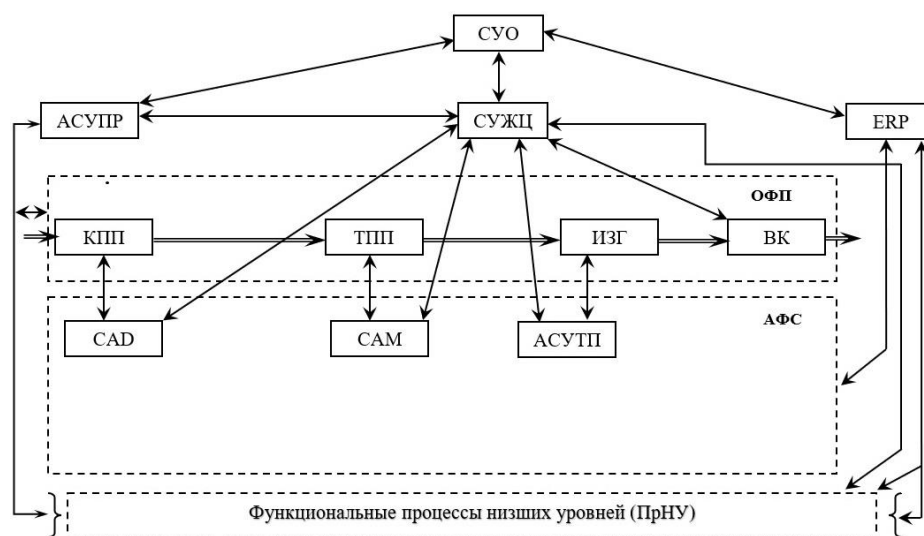
В свою очередь процессы второго уровня также определяют процессы третьего уровня иерархии, функционально связанные с процессами второго уровня иерархии, и необходимые для их реализации.

Например, для реализации технологических процессов, необходимо иметь соответствующие материалы и полуфабрикаты (процессы материально-технического обеспечения, второй уровень иерархии). Для их реализации необходимо предусмотреть определенные финансовые резервы, своевременно произвести оплату, то есть осуществить процессы третьего

уровня. Глубина расчленения процессов определяется возможностью управления ими в рамках конкретной организации.

Процессы каждого уровня необходимо расчленить на операции, то есть определить степень детализации процессов в пределах каждого уровня. Рекомендуется такое разбиение производить исходя из возможности оценки промежуточных результатов и исходя из смысловой завершенности операции. Например, с точки зрения БП и УК степень дифференциации следует выполнять исходя из возможности оценки влияния промежуточного результата на конечный результат процесса.

Представление всей деятельности предприятия в виде процессов определит их иерархическую структуру и временные связи (рис. 1).



**Рис. 1.** Функциональные процессы предприятия и организация обмена информацией

Вне сомнения, все процессы, реализуемые на предприятии, должны подлежать управлению.

Основной функциональный процесс (ОФП) представлены следующими основными этапами: КПП - конструкторская подготовка производства, ТПП – технологическая подготовка производства, ИЗГ - изготовление продукции, ВК - выходной контроль.

Система управления организацией (СУО) определяет способы и методы реализации всех видов действий, осуществляемых в организации.

Автоматизированная система управления процессами (АСУПР) имеет прямые и обратные информационные связи с СУО и непосредственно управляет основными и вспомогательными процессами. Технологическая АСУПР имеет информационные связи с системой управления жизненным циклом изделия (СУЖЦ).

СУЖЦ осуществляет аккумуляцию и распределение информации между пользователями (СУО; основной функциональный процесс; процессы низших уровней (ПНУ); основные автоматизированные функциональные системы (АФС): САД (конструкторская подготовка производства), САМ (технологическая подготовка производства), АСУТП (управление технологическими процессами), АСУПР, ERP-система). Основные автоматизированные функциональные системы обеспечивают автоматизацию инженерной деятельности в рамках ОФП. Основные автоматизированные функциональные системы непосредственно встроены в основной функциональный процесс. ERP-системы обслуживают основные и вспомогательные производственные процессы машиностроительного производства и обмениваются информацией с САД, САМ и АСУТП через СУЖЦ.

Рассмотрим способ представления процессов в виде операций. КПП целесообразно представить в виде следующих операций, отражающих принятую в машиностроении последовательность действий: техническое задание, НИР (при необходимости), техническое предложение, эскизный проект, технический проект, рабочая документация.

ТПП целесообразно представить в виде следующих операции: ознакомление с конструкторской документацией на изделие и определение типа производства, анализ технологичности конструкции изделия с точки зрения сборки, определение методов обеспечения точности при сборке, разработка технологической схемы сборки, проектирование сборочных операций, закрепление сборочных операций за рабочими местами - маршрутизация (проектирование участков сборки), ознакомление с рабочими чертежами деталей, анализ технологичности конструкции каждой детали с точки зрения механической обработки, проектирование маршрутной технологии изготовления каждой детали, разработка операционной технологии каждой детали, разработка управляющих программ, привязка операций к рабочим местам - маршрутизация (проектирование участка механической обработки). Процесс изготовления может быть представлен операциями календарным планированием, оперативным планированием, собственно изготовлением, и диспетчированием.

***Смысл такого представления процессов в виде операций состоит в том, что после выполнения каждой из них проектировщик (конструктор, технолог, цеховой управленческий персонал) или группа проектировщиков (при сложных задачах) оценивает полученные решения с точки зрения обеспечения качества изделия и достаточности реализованных инструментов бережливого производства.***

Общее руководство такой оценкой следует возложить на руководителя функционального подразделения, ответственного за выполнение операции ОФП.

### **Уровни организационно-технической системы** ***Состав уровней***

Ранее мы говорили, что вопросы, связанные с БП и УК необходимо рассматривать не только на этапе изготовления. Сытой целью охарактеризуем уровни организационно-технической системы (ОТС), от деятельности, на которых зависит эффективность работы предприятия и качество продукции.

1 уровень - уровень управления и настройки процессов деятельности организации (реализует высшее управленческое звено предприятия).

11 уровень - уровень разработки технических решений (проектно-технологический уровень, реализуют ИТР, выполняющие КПП и ТПП).

111 уровень – уровень изготовления изделий (производственный, реализуется цеховым персоналом).

Такое представление позволит более четко разграничить инструменты БП и УК, реализуемые на каждом из них.

### **Функции, реализуемые на уровнях ОТС**

***Уровень управления и настройки процессов деятельности*** организации отвечает за выполнение следующих основных функций (с точки зрения рассматриваемой нами проблематики):

- а) определение заданий по номенклатуре выпускаемых изделий;
- б) определение заданий по срокам выпуска изделий;
- в) определение стратегий продаж изделий по номенклатуре и срокам;
- г) определение стратегии закупок материалов, комплектующих, изнашиваемого инструмента, оснастки и т.п.;
- д) определение критериев качества выпускаемых изделий;
- е) определение допустимого уровня незавершенного тпроизводства;
- ж) управление процессами организации.

***На проектно – технологическом уровне*** реализуются следующие основные функции:

- а) разработка проекта изделия требуемого качества при допустимом уровне затрат на его изготовление;
- б) разработка технологических процессов изготовления изделия, обеспечивающих его заданное качество;



в) оптимизация конструкций и технологий в целях сокращения трудовых, материальных и финансовых затрат при обеспечении заданного уровня качества;

г) определение потребных производственных мощностей;

д) маршрутизация технологических операций по рабочим местам с учетом загрузки оборудования и минимизации внутрицеховых и внутризаводских перемещений;

е) организация рабочих мест станочников, сборщиков;

ж) выбор подъемно-транспортных средств и средств механизации и автоматизации технологических операций.

**На производственном уровне** реализуются следующие наиболее важные функции:

а) определение календарных планов выпуска продукции в соответствии с установленными сроками выпуска на основе стратегии продаж;

б) обеспечение качества изделий на этапе производства;

г) определение потребности в трудовых ресурсах;

в) обеспечение необходимых производственных мощностей;

г) обеспечение работоспособности парка оборудования;

д) разработка календарных планов – графиков и диспетчирование;

е) обеспечение плана выпуска по номенклатуре и срокам;

ж) обеспечение минимизации суммарного пути перемещения изготавливаемых объектов;

з) обеспечение надлежащего уровня организации труда на рабочих местах.

### **Ресурсы для реализации проекта по выпуску изделия**

Виды ресурсов, необходимых для реализации проекта по выпуску изделия, и определяющие эффективность производства с точки зрения качества и идеологии бережливого производства (по сути, объекты управления в укрупненном виде), можно разделить на следующие пять групп.

1. Трудовые (людские) ресурсы, определяются количеством человеко – часов, необходимых для реализации основного функционального процесса.

2. Производственные (оборудование, площади) ресурсы, определяющие производственные мощности.

3. Материальные ресурсы (материалы, полуфабрикаты, покупные комплектующие, изнашиваемые орудия труда).

4. Интеллектуальные ресурсы (квалификация проектировщиков, задействованных в ОФП и управленческо – административного персонала, и автоматизированные системы автоматизации и интеллектуализации труда).

5. Финансовые ресурсы двух видов, необходимые для реализации проекта:

- а) заработная плата участников проекта;
- б) доступные денежные средства, которые можно обменять на ресурсы видов 1-4.

Между уровнями организационно - технической системы имеется определённое разделение зон ответственности по управлению ресурсами, которое можно представить нижеприведённым способом.

**Ответственность за управление ресурсами и инструменты БП и УК**  
**Уровень управления и настройки процессов деятельности**  
 организации отвечает за следующие результаты деятельности:

- определение стратегии продаж (разбивка изделий по номенклатуре, количеству и срокам продаж);
- утверждение объемных и календарных планов по выпуску изделий в соответствии со стратегией продаж;
- определение стратегии закупок материалов, комплектующих и т.п.;
- обеспечение заработной платы;
- обеспечение деятельности трудовыми, производственными, финансовыми и интеллектуальными ресурсами;
- обеспечение производственных мощностей;
- утверждение параметров качества изделия (техническое задание).

Рассмотрим каким образом на этом уровне можно добиться экономии ресурсов различных видов. Для удобства сведём мероприятия в таблицу 1.

**Таблица 1.** Инструменты БП и УК на уровне управления

Мероприятие	Инструменты БП и УК	Виды экономии ресурсов
1. Определение рациональной стратегии продаж	1. Уменьшение объема готовой продукции на складах	1. Уменьшение оборотных средств 2. Уменьшение незавершенного производства
2. Обеспечение стратегии закупок материалов, комплектующих и т.п в соответствии с планами продаж	1. Уменьшение запасов материалов, комплектующих и т.п	1. Уменьшение оборотных средств (финансовые ресурсы)
3. Обеспечение объемных и календарных планов по выпуску изделий в соответствии со стратегией продаж;	1. Уменьшение объема готовой продукции на складах	1. Уменьшение оборотных средств (финансовые ресурсы) 2. Уменьшение незавершенного производства (финансовые, трудовые и материальные ресурсы)

4. Обеспечение интеллектуальных ресурсов	1. Подбор и рациональная расстановка кадров управленческого звена 2. Обеспечение деятельности программными продуктами	1. Повышение качества принимаемых управленческих решений (см. пункты 1-3, 5) 2. Сокращение сроков выработки управленческих решений (см. пункты 1-3, 5)
5. Обеспечение требуемых параметров качества изделия в техническом задании	1. Обеспечение технически-обоснованного качества изделия	1. Обеспечение хороших продаж изделия при определённой ценовой политике (выручка) 2. Отсутствие избыточной трудоемкости и себестоимости изделия (трудовые, материальные, производственные финансовые ресурсы) 3. Отсутствие избыточных трудовых ресурсов

**Уровень разработки технических решений** отвечает за следующие результаты деятельности:

- проектирование изделия в соответствии с параметрами ее качества, отраженным в техническом задании;
- анализ соответствия норм точности на изделие его служебному назначению;
- разработка технологических процессов механической обработки и сборки, надежно обеспечивающих заданные чертежами технические требования;
- оптимизация конструкций и технологий;
- определение последовательности перемещения деталей и сборочных единиц по рабочим местам;
- рациональная организация рабочих мест, оснащение их средствами автоматизации и механизации;
- подбор грамотных, и повышение квалификации ИТР; оснащение рабочих мест ИТР средствами автоматизации и интеллектуализации труда.

Рассмотрим каким образом на этом уровне можно добиться экономии ресурсов различных видов. Для удобства сведем мероприятия в таблицу 2.

**Таблица 2.** Инструменты БП и УК на уровне разработки технических решений

Мероприятие	Инструменты БП и УК	Виды экономии ресурсов
1. Обеспечение конструкции изделия в соответствии с параметрами ее	1. Обеспечение технически-обоснованного качества изделия	1. Обеспечение хороших продаж изделия при определённой ценовой политике (выручка)

качества отраженным в техническом задании	2. Конструкторский надзор при изготовлении	2. Отсутствие избыточной трудоемкости и себестоимости изделия (трудовые, материальные, производственные и финансовые ресурсы) 3. Отсутствие избыточных трудовых ресурсов
2. Оптимизация конструкции изделия	1. Обоснование параметров точности изделия, применяемых материалов, уровня технологичности	1. Предотвращение избыточной трудоемкости изготовления 2. Предотвращение необоснованного выбора материалов (материальные и финансовые ресурсы) 3. Обеспечение технологичности (уменьшение трудовых, финансовых и материальных затрат на этапах жизненного цикла изделия)
3. Обеспечение грамотной разработки технологических решений	1. Обеспечение надежности (по качеству) технологических процессов сборки и механической обработки 2. Технологический надзор при изготовлении 3. Управление точностью обработки	1. Уменьшение потерь по браку (трудовые, материальные, финансовые) 2. Уменьшение потребных трудовых и производственных ресурсов 3. Сокращение технологических циклов - уменьшение незавершенного производства (трудовые, материальные, производственные и финансовые ресурсы) 4. Сокращение материалоемкости изделия за счет рационального определения размеров заготовки (трудовые, материальные и финансовые ресурсы)
4. Определение последовательности перемещения деталей и сборочных единиц по рабочим местам	1. Анализ длины маршрутов перемещения деталей и изделий 1. Анализ производственных мощностей	1. Сокращение суммарного времени перемещения деталей и изделий (сокращение незавершенного производства) 2. Сокращение длительности технологических циклов (сокращение незавершенного производства) 3. Сокращение производственных ресурсов

<p>5. Обеспечение рациональной организации рабочих мест, оснащение их средствами автоматизации и механизации</p>	<p>1. Специализация рабочих мест путем закрепления за ними определенных деталей-операций для минимизации времен переналадок  2. Оснащение рабочих мест необходимым мерительным, вспомогательным и режущим инструментом  3. Обеспечение комфортности на рабочем месте  4. Автоматизация и механизация работ на рабочих местах</p>	<p>1. Уменьшение суммарной трудоемкости и себестоимости изготовления (трудовые, производственные и финансовые ресурсы)  2. Уменьшение потребности в трудовых ресурсах</p>
<p>6. Обеспечение профессионализма работников, оснащение средствами интеллектуализации и автоматизации инженерного труда</p>	<p>1. Постоянное повышение квалификации ИТР  2. Обучение работе с современными программными продуктами и их внедрение</p>	<p>1. Повышение качества и сокращение сроков выработки технических решений (п. 1-5 Мероприятий)</p>

Производственный уровень отвечает за следующие результаты деятельности:

- а) обеспечение фактических календарных планов выпуска продукции в соответствии с расчетными планами по номенклатуре и срокам;
- б) обеспечение потребных производственных мощностей;
- в) обеспечение потребности в трудовых ресурсах;
- г) обеспечение работоспособности парка оборудования;
- д) обеспечение минимизации суммарного пути перемещения изготавливаемых объектов;
- е) обеспечение надлежащего уровня организации труда на рабочих местах.
- ж) обеспечение квалифицированными кадрами и средствами автоматизации и интеллектуализации инженерного труда.

з) обеспечение качества изделий на этапе производства.

В таблице 3 приведем инструменты БП и УК, обеспечивающие сокращение всех видов затрат на этапе производства.

**Таблица 3.** Инструменты БП и УК на производственном уровне

Мероприятие	Инструменты БП и УК	Виды экономии ресурсов
1. Обеспечение фактических календарных планов выпуска продукции в соответствии с расчетными планами по номенклатуре и срокам	1. Управление длительностью технологических циклов 2. Определение последовательностей прохождения деталей по операциям на основе приоритетных схем 3. Диспетчирование технологических процессов	1. Обеспечение отсутствия избыточных запасов готовой продукции (материальные, финансовые, производственные и трудовые ресурсы) 2. Обеспечение отсутствия избыточных производственных ресурсов 3. Увеличение загрузки рабочих мест (трудовые и финансовые ресурсы)
2. Обеспечение производственных мощностей	1. Расчеты производственных мощностей 2. Реализация системы планово-предупредительного ремонта оборудования	1. Предотвращение избыточных производственных мощностей
3. Обеспечение потребности в трудовых ресурсах	1. Расчеты трудоемкостей технологических операций	1. Обоснованное определение численности рабочих (трудовые ресурсы)
4. Обеспечение минимизации суммарного пути перемещения изготавливаемых объектов	1. Анализ длины маршрутов перемещения деталей и изделий 1. Анализ производственных мощностей	1. Сокращение суммарного времени перемещения деталей и изделий (сокращение незавершенного производства) 2. Сокращение длительности технологических циклов (сокращение незавершенного производства)
5. Обеспечение рациональной организации рабочих мест, оснащение их средствами автоматизации и механизации	1. Специализация рабочих мест путем закрепления за ними определенных деталей-операций для минимизации времен переналадок 2. Оснащение рабочих мест необходимым мерительным, вспомогательным и режущим инструментом 3. Обеспечение комфортности на рабочем месте 4. Автоматизация и механизация работ на рабочих местах	1. Уменьшение суммарной трудоемкости и себестоимости изготовления (трудовые, производственные и финансовые ресурсы) 2. Уменьшение потребности в трудовых ресурсах
6. Обеспечение профессионализма работников,	1. Постоянное повышение квалификации ИТР и рабочих	1. Повышение качества и сокращение сроков выработки технических

оснащение средствами интеллектуализации и автоматизации инженерного труда	2. Обучение ИТР работе с современными программными продуктами и их внедрение	решений (п. 1-5 Мероприятий)
7. Обеспечение качества изделий на этапе производства	1. Помощь в организации конструкторского надзора и контроля за соблюдением технологической дисциплины. 2. Обеспечение входного и выходного контроля 3. Организация работ по выявлению причин брака	1. Изготовление продукции в соответствии с техническими требованиями 2. Уменьшение брака (материальные, финансовые и трудовые ресурсы)

### **Подразделения бережливого производства и управления качеством: как быть?**

Возникает резонный вопрос, а что делать с имеющимися на предприятии с административными структурами БП и УК?

В этой связи хочу напомнить, *что реальные результаты зависят не от наличия определенных административных структур предприятий, а от того, насколько качественно отрабатываются функциональные обязанности участников ОФП.*

Позволим высказать несколько «непопулярных» соображений.

Наиболее просто, на наш взгляд, обстоит дело с представителями БП. Их, в значительно уменьшенном виде, можно передать в отдел технического обучения, вменив им функции повышения квалификации и пропаганды знаний среди ИТР и рабочих в области ресурсосберегающих технологий, методов работы, организации труда и т.д. (то есть направленных на сокращение всех видов затрат).

Функции по использованию инструментов БП следует конкретно записать в должностных обязанностях участников ОФП.

С административным подразделением по УК вопрос несколько сложнее в связи с тем, что требуется наличие определенной документации, отражающей суть процедур по управлению качеством продукции.

На наш взгляд, такую документацию могла бы готовить группа, административно и функционально подчиненная руководителю ОФП, желательно из работников конструкторских, технологических и производственных подразделений. Группа занимается разработкой и описанием *реально работающих* процедур (от проектирования до испытания изделия) в рамках ОФП.

## Заключение

Понимая, что статья носит полемический, отчасти спорный характер, все-таки остановимся на некоторых соображениях.

Подобное представление процедур сбережения ресурсов и обеспечения качества продукции логично вписывается в функциональную структуру процессов деятельности организации, и не «разрывает» одну функцию между несколькими исполнителями. *Это избегает дублирование действий и ответственных за тот, либо иной результат деятельности, то есть позволяет соблюсти принцип: кто принимает решение, тот и отвечает.*

Также одним из важных соображений является придание высокой степени важности кадровой политике в организации. Именно политике, то есть подбор, непрерывное обучение и расстановка инженерных и рабочих кадров на всех уровнях процессов деятельности организации. *Кадры – важнейший ресурс организации.*

Немаловажным является и готовность руководства организации на изменение функциональных процессов (и административной структуры) предприятия. Важнейшей задачей руководства организации является увязка по времени всех функциональных процессов организации.

Очевидно, что подобная реконструкция процессов управления качеством и ресурсосбережения не может выполняться одновременно, требуется время и подготовка кадров, но на взгляд авторов, выигрыш может быть весьма серьезным.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Международный стандарт ИСО 9004 Системы менеджмента качества. Руководство по улучшению деятельности. – изд. ISO – 2000
- [2] Международный стандарт ИСО 9001 Системы менеджмента качества. Требования. –200-12-15. ISO – 2000.
- [3] Никитин В. А. Управление качеством на базе стандартов ИСО 9000: 2000 – СПб.: Питер, 2016. -214 с.
- [4] Окрепилов В.В. Управление качеством. М.: Экономика, 20015.-183 с.
- [5] Шевчук Д. А. Управление качеством. — М.: Гросс-Медиа, 2022. — 216 с.
- [6] Бурдо Г.Б., Семенов Н.А., Сорокин А.Ю. Принципы оценки решений в автоматизированной системе управления качеством машиностроительной продукции //Программные продукты и системы, 2016. №2(114). С. 113-118.
- [7] Burdo G. Basic Approaches to Creating Automated Design and Control Systems in a Machine-Building Industry. Advances in Intelligent Systems and Computing: Proceedings of the third international scientific conference



- intelligent information technologies for industry (ИТ-И'19). 2020, 1156 AISC, с. 281-288.
- [8] Управление качеством / Под ред. С.Д. Ильенковой. - М.: Юнити, 2016. - 287 с.
- [9] Антонова, И.И. Всеобщее управление качеством. Основоположники всеобщего менеджмента качества / И.И. Антонова, В.А. Смирнов, С.А. Антонов. - М.: Русайнс, 2016. - 16 с.
- [10] Чейз Р., Эквилайн Н., Якобс Р. Производственный и операционный менеджмент. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2011.-173 с.
- [11] Вумек, Д. П. Бережливое производство: как избавиться от потерь добиться процветания ва-шей компании / Джеймс П. Вумек, Дениэл Т. Джонс; пер. с англ. 3-е изд. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2015. – 473 с.
- [12] Имаи, М. Гемба кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества / Масааки Имаи; пер. с англ. – 4-е изд. – М.: Альпина Паблшерз, 2019. – 345 с.
- [13] Ротер, М. Учись видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потоков создания ценности / Майк Ротер, Джон Шук ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс : CBSD, Центр развития деловых навыков, 2016. – 144 с..
- [14] Синго, С. Быстрая переналадка: Революционная технология оптимизации производства / Сигео Синго ; пер. с англ. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. – 344 с.
- [15] Фомичев, С. К. Бережливое управление: управление потоками создания ценности / С. К. Фомичев, Н. И. Скрыбина, О. Ю. Уразлина // Методы менеджмента качества. – 2004. – № 7. – С. 15-22.
- [16] Burdo G. Automated quality management system in mechanical engineering. Advances in Intelligent Systems and Computing: Proceedings of the third international scientific conference intelligent information technologies for industry (ИТИ'18). VOL 2. 2019. Т. 875. с. 218-224.
- [17] Детмер У. Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствовани. Пер. с англ. — 2-е изд. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. — 444 с.
- [18] Shigeo Shingo. Kaizen and The Art of Creative Thinking, Enna Product Corporation and PCS Inc, 2007.

## LEAN MANUFACTURING AND QUALITY MANAGEMENT IN MECHANICAL ENGINEERING: HOW TO INCREASE EFFICIENCY?

Tver state technical University, Russia

### Abstract

The reasons for the interest in lean manufacturing and quality management systems in machine-building production systems are considered. It is shown that these systems currently operate without proper efficiency. The essence of the conceptual concepts of lean manufacturing and quality management is considered. The main errors in their understanding and application are analyzed. It is established that the implementation of these systems is advisable to carry out on the basis of a study of the processes of the organization's activities. The hierarchy of organizational and technological systems is considered and the main tasks solved within the framework of lean production and quality management systems are shown. Lean manufacturing and quality management tools are proposed, which are advisable to use in ensuring highly efficient machine-building production. Proposals for restructuring the structure of engineering departments of machine-building enterprises are given.

*Key words:* engineering production, quality management, lean manufacturing, business processes, system approach, hierarchy of production engineering systems.

### REFERENCES

- [1] Mezhdunarodnyj standart ISO 9004 Sistemy menedzhmenta kachestva. Rukovodstvo po uluchsheniyu deyatel'nosti. – izd. ISO – 2000 (rus.)
- [2] Mezhdunarodnyj standart ISO 9001 Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya. –200-12-15. ISO – 2000. (rus.)
- [3] Nikitin V. A. Upravlenie kachestvom na baze standartov ISO 9000: 2000 – SPb.: Piter, 2016. -214 p. (rus.)
- [4] Okrepilov V.V. Upravlenie kachestvom. M.: Ekonomika, 20015.-183 s.
- [5] SHEvchuk D. A. Upravlenie kachestvom. — M.: Gross-Media, 2022. — 216 p. (rus.)
- [6] Burdo G.B., Semenov N.A., Sorokin A.YU. Principy ocenki reshenij v avtomatizirovannoj sisteme upravleniya kachestvom mashinostroitel'noj produkcii //Programmnye produkty i sistemy, 2016. №2(114). pp. 113-118.
- [7] Burdo G. Basic Approaches to Creating Automated Design and Control Systems in a Machine-Building Industry. Advances in Intelligent Systems

- and Computing: Proceedings of the third international scientific conference intelligent information technologies for industry (IIT-I'19). 2020, 1156 AISC, pp. 281-288.
- [8] Upravlenie kachestvom / Pod red. S.D. Il'enkovoj. - M.: YUniti, 2016. – 287 p. (rus.)
- [9] Antonova, I.I. Vseobshchee upravlenie kachestvom. Osnovopolozhniki vseobshchego menedzhmenta kachestva / I.I. Antonova, V.A. Smirnov, S.A. Antonov. - M.: Rusajns, 2016. - 16 p. (rus.)
- [10] CHEjz R., Ekvilajn N., YAkobs R. Proizvodstvennyj i operacionnyj menedzhment. – M.: Izdatel'skij dom «Vil'yams», 2011.-173 p. (rus.)
- [11] Vumek, D. P. Berezhlivoe proizvodstvo: kak izbavit'sya ot poter' dobit'sya procvetaniya va-shej kompanii / Dzhejms P. Vumek, Deniel T. Dzhons; per. s angl. 3-e izd. – M. : Al'pina Biznes Buks, 2015. – 473 p. (rus.)
- [12] Imai, M. Gemba kajdzen: Put' k snizheniyu zatrat i povysheniyu kachestva / Masaaki Imai; per. s angl. – 4-e izd. – M.: Al'pina Pablisherz, 2019. – 345 p.
- [13] Roter, M. Uchites' videt' biznes-processy. Praktika postroeniya kart potokov sozdaniya cennosti / Majk Roter, Dzhon SHuk ; per. s angl. – M. : Al'pina Biznes Buks : CBSD, Centr razvitiya delovyh navykov, 2016. – 144 p. (rus.)
- [14] Singo, S. Bystraya perenaladka: Revolyucionnaya tekhnologiya optimizacii proizvodstva / Sigeo Singo ; per. s angl. – M. : Al'pina Biznes Buks, 2006. – 344 p. (rus.)
- [15] Fomichev, C. K. Berezhlivoe upravlenie: upravlenie potokami sozdaniya cennosti / S. K. Fomichev, N. I. Skryabina, O. YU. Urazlina // Metody menedzhmenta kachestva. – 2004. – № 7. – pp. 15-22. (rus.)
- [16] Burdo G. Automated quality management system in mechanical engineering. Advances in Intelligent Systems and Computing: Proceedings of the third international scientific conference intelligent information technologies for industry (IITI'18). VOL 2. 2019. T. 875. pp. 218-224.
- [17] Detmer U. Teoriya ogranichenij Goldratta: Sistemnyj podhod k nepreryvnomu sovershenstvovani. Per. s angl. — 2-e izd. — M.: Al'pina Biznes Buks, 2008. — 444 p.
- [18] Shigeo Shingo. Kaizen and The Art of Creative Thinking, Enna Product Corporation and PCS Inc, 2007.