

**доц. д-р ТОДОР ИВ. ТОДОРОВ**

СТОПАНСКА АКАДЕМИЯ "Д. А. ЦЕНОВ, Свищов

**СТАТИСТИЧЕСКИ МЕТОДИ ЗА КОНТРОЛ НА КАЧЕСТВОТО И  
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТ НА БИЗНЕС ЕДИНИЦИТЕ**

**STATISTICAL METHODS FOR CONTROL OF QUALITY AND COMPETITIVENESS OF  
BUSINESS UNITS**

**Associate Prof. Dr. TODOR IV. TODOROV**

**"D. A. TSENOV" ACADEMY OF ECONOMICS, SVISHTOV**

**Abstract:** The problem of competitiveness of the Bulgarian firms is an essential task for the new based on knowledge economy. The integration in the European structures is unthinkable without a sharp increase of the competitiveness of our business units, which at the present moment is at an unsatisfactory level. The practice of the leading world companies confirms the statement that a higher quality of the produced goods means a more stable competitiveness. In this regard, one of the preconditions for increasing the quality comes into the face of the implementation of statistical methods for control in the management system for the technological processes and for control of the produced goods.

**Key words:** quality, competitiveness, economy of knowledge, statistical methods for control, six sigma

В статията се разисква въпросът за връзката "статистически методи за контрол – качество на произвежданата продукция – конкурентоспособност на фирмите" в условията на новата икономика. Защишава се тезата, че в развитите страни използването на статистическите методи за контрол върху качеството и технологичните процеси по безспорен начин е доказало тяхната ефективност във връзка с повишаване на качеството и на конкурентоспособността.

**I**

Проблемите за анализа и контрола на технологичните процеси и качеството на произвежданата продукция в съвременното производство имат особено важно значение във връзка с конкурентоспособността на родната икономика чрез производство на висококачествена продукция. Това е така, защото именно в процеса на производството се създават свойствата на изделията, които ги правят годни за употреба или биват третирани като брак. Този въпрос е с двойствен характер: от

една страна той има чисто **техническа страна**, зависеща от спазването на параметрите на съответния технологичен процес, а от друга - **информационна страна**, свързана със събирането и обработката на голямо количество информация за качеството и регулирането на процесите. И в двата случая (особено във втория) възниква необходимостта от използване на статистически методи за контрол, анализ и регулиране на технологичните процеси и качеството на произвежданата продукция.

Конкурентоспособността е оценка за потенциала на бизнес единиците да постигат висока ефективност чрез иновативен подход към човешките ресурси, капитала и физическите активи. По-високата конкурентоспособност означава по-високи икономически показатели и по-безпроблемно справяне с конкурентния натиск. Конкурентоспособността на фирмите е комплексна икономическа категория, която се определя от множество фактори - макроикономическа конюнктура, степен на отвореност на икономиката,

ефективно управление, добра законова рамка в страната, стабилни институции, равнище на производителността на труда, качество на произвежданата продукция и др. Всички тези фактори в различна степен оказват влияние върху конкурентоспособността на икономическите субекти на националната икономика. Обикновено конкурентоспособността се свързва с дадени характеристики на фирмата, която ѝ позволяват да се конкурира ефективно с други фирми, т.е. тя оценява дадена стока, услуга, фирма, страна и др., от гледна точка на способността им да се конкурират успешно на пазара, а това на практика се реализира чрез оценка на качеството на произвежданите стоки и услуги.

В унисон с европейските стандарти качеството е основен приоритет за производителите и обект на непрекъсната оценка от страна на пазара. Конкурентоспособността на българските бизнес единици – били те големи, средни или малки предприятия – до голяма степен се определя от качеството на произвежданите от тях продукти и услуги. Днес в условията на повсеместна конкуренция капацитетът на компаниите бързо да реагират на промените в потребителското търсене на по-качествени изделия и да въвеждат иновации е тяхно предимство в посока на постигане на по-високо ниво на конкурентоспособност.

Високото качество на произвежданата продукция е условие за повишаване на конкурентоспособността на фирмите, за увеличаване на нейната полезност, за снижаване на производствените разходи и за по-пълноценно задоволяване потребностите на потребителите. Повишаването на качеството има краткосрочен и дългосрочен ефект. В краткосрочен план този ефект се изразява във възможността да се повиши цената на продукцията без да се намаляват продажбите ѝ. В дългосрочен план ефектът се изразява във възможността да се поддържат високи

цени продължително време без опасност от ценови войни и загуба на пазарен дял. Това на свой ред води до увеличаване на приходите и печалбата на фирмите. Дългосрочна благоприятна последица от подобряването на качеството е формирането на потребителна лоялност и добър фирмен имидж, на благоприятно взаимно отношение между всички участници в разменния процес.

В терминологията на икономическата наука понятието “конкурентоспособност” се свързва не само със стойността на продуктите, но и с тяхната потребителна стойност, т.е. с тяхното качество. Най-често срещаното тълкувание на ученико-икономисти относно **конкурентоспособността на продукцията** е следното: колкото потребителната стойност, изразена чрез качеството на определен продукт, е по-висока и удовлетворява повече потребности и неговата стойност, представена чрез разходите му, е по-малка, толкова по-конкурентоспособен е той.<sup>1</sup> С други думи, конкурентоспособността на бизнес организациите се определя от способността им да задоволяват по-ефективно потребностите на населението от конкретни продукти при определени измерители, съпоставени с тези на конкурентите. Това означава да се предоставят на потребителите по-евтини и по-качествени стоки и услуги, което ще стимулира тяхното търсене, а оттук ще се създадат предпоставки за по-високо равнище на конкурентоспособност на самите бизнес субекти. В случая тази релация по естествен начин се вписва в израза: **“чрез качество към конкурентоспособност”**.

От предходните разсъждения става ясно, че по отношение на конкурентоспособността, качеството е в

<sup>1</sup> Виж: <http://www.cqmex.org/?81&02&962>; Проект BG 2003/004.937.11.03-01.25 “Постигане на конкурентност на МСП чрез Център за управление на качеството и бизнес съвършенство (CQMEX)”.

началото на релацията, т.е. то е определящото при формиране на показателя “индекс на конкурентоспособност”, като зависимостта е определено положителна, право пропорционална: по-високо ниво на конкурентоспособност на бизнес субектите. С други думи, по-високото качество на произвежданата продукция позволява фирмите да продават по-скъпо своите изделия, да разширяват своя пазарен дял, да излязат на международните пазари, което означава повече приходи и следователно по-голяма печалба. Преведена на езика на статистиката, **тази връзка по своето съдържание е регресионно-корелационна, като качеството играе ролята на независима променлива (явление-фактор), а конкурентоспособността – зависима променлива (явление-резултат).**

## II

Повсеместно разпространено е убеждението, че качеството на продукцията трябва непрекъснато да бъде подобрявано. Това е свързано с естествения стремеж на хората да живеят все по-добре и по-богато, да задоволяват своите разнообразни потребности с все по-качествени храни, облекла, домакински уреди и битова техника, здравни, транспортни и др. услуги и т.н. **Един от подходите, който гарантира реално повишаване равнището на качеството на произвежданата продукция (продукти и услуги), е въвеждането в управлението на бизнес субектите на статистическите методи за контрол върху технологичните процеси и качеството.** Това е всепризнат факт във високоразвитите страни, където е масова практиката за използване на статистическите методи и техники в процеса на приемателния контрол на произведената продукция и на регулирането на технологичните процеси

и операции, с цел внасянето на своевременни корекции по отношение на отклоненията, свързани с качествените параметри на производството.

Статистическите методи за контрол на производствените процеси и качеството са с доказан значителен положителен ефект, изразяващ се в повишено равнище на качеството, намалени производствени разходи и увеличен размер на приходите. Във водещите световни компании тяхното въвеждане е факт и ефективното им функциониране е ярко доказателство за техните предимства.

Имайки предвид световният авангарден опит по използването на статистическите методи за контрол на качеството и на технологичните процеси, със сигурност може да се заключи, че тяхното практическо приложение носи на бизнес единиците, а и на икономиката като цяло, определени ползи, изразяващи се в по-висока ефективност на производството, имащо за резултат производството на по-качествена продукция, намален процент на дефектните изделия, по-конкурентен профил на местните, регионалните и международните пазари, както и наличието на условия за трайно устойчиво конкурентоспособно развитие.

По най-безспорен начин е доказан ефектът от приложението на статистическите методи в управлението на качеството и затова те заемат все по-трайно място сред „арсенала” от методи и подходи, използвани в управлението на съвременните фирми и корпорации.<sup>1</sup> Би могло образно да се каже, че ако равнището на качеството в дадена фирма е повишено с 5 на сто, то със сигурност поне половината от това увеличение се дължи на въведените в практиката съвременни статистически методи за контрол на качеството. **Въвеждането на статистическите**

<sup>1</sup> Тасев, Г. и др. Приложение на статистическите методи в системите за управление на качеството. Шумен, Издателство ХИМЕРА, 2007 г.

методи за управление на качеството е високо доходна инвестиция, защото разходите по тяхното внедряване и приложението са нищожни в сравнение с увеличените приходи от повишеното равнище на качеството, което ще последва след тяхното практическо използване. Тъй като приложението на статистическите методи е особено успешно при ситуации, в които съществува неопределеност и при които трябва да се вземат управленски решения именно в такива условия, тяхното използване за анализ и контрол върху технологичните процеси и качеството е просто наложително. При технологичните изследвания се изучават проблеми, на базата на данни, получени при специално организирани за целта експериментални наблюдения, при което безспорно се допускат известни стохастични грешки. Именно статистическите методи дават възможност тези грешки да бъдат оценявани и контролирани. Разбира се единствено статистическите методи не са достатъчни, за да се извърши пълноценен анализ и контрол върху цялостния технологичен процес, но при всички случаи те са едни от най-използваните надеждни инструменти за управлението на технологичните процеси и качеството на продукцията.

Статистическите методи създават възможност за оценка на параметрите на технологичните процеси и за проверка на хипотези на основата на данни от извадки относно качеството на продукцията. Освен това те подпомагат извеждането на оценки и формулирането на регулационни управленски решения относно точността, стабилността и настройването на технологичните процеси и регулирането на качеството в хода на производствения процес. За целта статистическите методи са математизирани в доста висока степен, като се ползват редица техники на математическата статистика и в частност – на теорията на вероятностите.

**Статистическите методи за контрол на качеството и технологичните процеси в цял свят се въвеждат в практиката, защото дават много по-добри възможности от остарелите традиционни методи, за да бъдат:**

а) изследвани параметрите на произвежданата продукция и производствените процеси;

б) анализирани и открити несъответствията в параметрите на качеството и причините за тяхното допускане;

в) прогнозираните общите и специфичните условия за работа на отделните процеси на бизнес организациите, както и факторите, чрез които да се предотврати допускането на несъответствия;

г) интегрирани организационните усилия за усъвършенстване на системите за управление на качеството;

д) разработени подходи за коригиране на допуснати несъответствия и усъвършенстване на продуктите, процесите и организацията на системата за контрол на качеството;

е) създадени бази данни, които да служат като инструмент за непрекъснато усъвършенстване на целия производствен процес, с цел бъдещо постоянно повишаване равнището на качеството.

### III

Статистическите методи за контрол върху технологичните процеси и качеството на произвежданата продукция са подходящи за решаването на разнообразни по характер, предназначение и важност задачи в хода на съвременния мениджмънт. Използването на статистическите методи в управлението на качеството намира приложение на-често в следните няколко направления:<sup>1</sup>

#### **1. Статистически анализ на качеството на продукцията**

<sup>1</sup> Подробноности виж в: Данов, Т. Статистически методи за управление на качеството. С., Техника, 1987 г., с. 7-9.

Статистическият анализ на качеството на продукцията е количествена оценка на равнището на качеството на произвежданата продукция, съпроводена с качествен и количествен анализ на факторите, които го обуславят. Много известни методи за тази цел са прилаганите в Япония, САЩ и някои развити страни в Европа и Азия диаграма на Парето и модела „рибена кост“ на Ишикава. Чрез използването на статистическия анализ в управлението на качеството става възможно да се формулират обективни изводи за възможностите на машините и съоръженията да осигурят нормално протичане на технологичните процеси, за получените отклонения от допустимите норми и причините за тях, за характера на изменение на качеството на продукцията.

## **2. Статистически анализ на точността и стабилността на технологичните процеси и операции**

Статистическият анализ на точността и стабилността на технологичните процеси и операции решава следните по-важни задачи:

- установяване на факторите, които водят до изменение в точността на оборудването;
- определяне значимостта на влияние на различните фактори върху точността на обработката;
- установяване на степента на съответствие на точностните характеристики на оборудването със зададените норми на точност в нормативно-техническата документация;
- определяне на показатели, характеризиращи точността и стабилността на технологичните процеси и операции;

Ефективността от извършването на статистически анализ на технологичните процеси и операции е в пряка зависимост от степента на познаване на протичането им. Задълбоченото познаване на конкретната производствена ситуация дава

възможност по-бързо да се премине от регистриране на отклоненията към разкриване на доминиращите фактори, да се разработят конкретни инженерно-технически мероприятия за ограничаване на влиянието им. Този вид анализи се извършват периодично при внедряване на ново оборудване, след извършен основен ремонт, при внедряване на нов технологичен процес и при въвеждането на статистическо регулиране и статистически контрол. Статистическият анализ дава възможност да се сравняват отделни аналогични процеси и операции, да се избере оптимален вариант за разпределението на технологичните операции по машини, да се разработи най-целесъобразна от икономическа гледна точка технология, осигуряваща високо качество на продукцията, да се установи надеждността и дълготрайността на отделните елементи и възли, а така също и на изделието като цяло, да не се прилагат скъпо струващи изпитвания.

## **3. Статистическо регулиране на технологичните процеси и операции**

Чрез статистическото регулиране на технологичните процеси и операции се регистрират всички отклонения извън границите на предвидените норми и се подава съответен сигнал при поява на систематични грешки с цел бързото им отстраняване, преди да са довели до появата на брак. Главният принцип при статистическото регулиране е профилактиката. Сигналите за наличие на систематични грешки се подават, когато отклоненията превишат границите на регулиране, но все още са в рамките на допустимото ниво. В повечето случаи статистическото регулиране на технологичните процеси се осъществява с контролни карти, които всъщност представляват интервал на доверителност на оценката на временния ред от стойности на изследвания признак, а границите на регулиране – съответните нива на значимост. Много важен момент е

изборът на границите на регулиране. Когато те са много тесни, се налага да се търсят несъществуващи причини за нарушената регулация на процеса. Когато пък са много широки, съществува опасност отклоненията на изследваните процеси да не бъдат установени навреме. Контролните карти нагледно отразяват протичането на процесите и дават възможност да се натрупа обективна информация за особеностите им.

#### **4. Статистически приемателен контрол**

Статистическият приемателен контрол се прилага по време на различни етапи на производствения процес и се основава на ефективни извадкови планове. При разработката и приложението на приемателните планове обезателно се отчита и влиянието на икономическите фактори. Чрез статистическият приемателен контрол се установява реалното качество на проверяваните партии, намалява се рискът за вземане на неправилни решения, свежда се до минимум броят на проверяваните изделия, може да се въздейства по-активно върху производството в случаите, когато качеството е непостоянно. На практика се прилагат приемателни планове, които се различават един от друг по обема на извадката или по метода на формиране на извадката. Приемането на по-голям или на по-малък обем на извадката е свързано с увеличаване или намаляване на разходите за контрол на качеството и съществено влияе върху границите на регулирането.

#### **5. Прогнозиране на равнището на качеството и моделиране на обектите**

Прогнозирането на равнището на качеството и моделирането на обектите (изделия или технологични процеси) има специфичен характер и е свързано с икономическата страна на качеството. Използването на статистическите методи при управлението на качеството на продукцията съдейства за свързване в

едно цяло на контрола на готовата продукция с контрола и регулирането на технологичните процеси и операции.

### **IV**

Проспериращите световни компании постигат по-висока конкурентоспособност не толкова с икономии, а със стъпки за постигане на най-ефективни технологични решения, гарантиращи високо качество на произвежданата от тях продукция. А това е постижимо, когато предприятието успява да отдели отчисления за технологично развитие и подмяна на техниката, за обучение и мотивиране на своите специалисти. Времето на машините Second Hand, както и на самоуките майстори отдавна е отминало. Днес водещите световни фирми въвеждат съвременни системи за управление на качеството (**Quality Management Systems - QMSys**), интегрирани с подсистеми за **компютърно управление на качеството (CAQ)**, чийто основа са именно статистическите методи за контрол на качеството.

Изграждайки гръбнакът на новите производствени структури на българската икономика, повече от належащо е да се използва авангардният световен опит и широко да бъде внедряван в нашите бизнес единици. Въвеждането на съвременните системи за управление на качеството **QMSys-CAQ**, трябва да бъде приоритет поради следните причини:<sup>1</sup>:

- **голям обем информация по управление на качеството-** обработването на информацията, която се генерира ежедневно в действащата система за управление на качеството, е немислимо и невъзможно без компютри и специализиран софтуер, като системата **QMSys**;
- **повишени изисквания по отношение на документирано**

<sup>1</sup> Подробности виж в:

<http://www.qsyst.com/qualisyst.htm>

**осигуряване на качеството**- например изискването за идентификация и проследимост на продуктите, документиране на историята на произвеждане на продукта и историята на използваните материали. Когато тези данни се управляват с **QMSys**, проследимостта на по-късен етап не е проблем, осъществява се бързо и се спестява излишна работа и време;

- **нарастване на отговорността на производствения персонал за осигуряване на качеството** – целта е повишаване на мотивацията въвеждане на самоконтрола като проверка на резултатите от извършената работа, използване на данните от контрола за управление на процесите;

- **законови изисквания по отношение качеството на продуктите**, водещи до неотложно изграждане на СУК, която чрез провеждане на необходимите действия да осигури безопасни и качествени продукти;

- **конкурентоспособност на фирмата/организацията** - създаването, запазването и подобряването на качеството е приоритетна задача и основен показател за конкурентоспособността на фирмата. Чрез внедряване на CAQ се изпълняват постоянно нарастващите изисквания на клиентите, без да са необходими допълнителни ресурси.

Експертите от “Квалисист” ООД – гр. Габрово например твърдят, че инвестициите за **QMSys** се изплащат за период от 6 до 12 месеца. Фирмите, въвели системата, много бързо чувстват положителното въздействие от тази инвестиция: прозрачност и ефективност в производствените процеси, разкриване и отстраняване на причините за повтарящи се несъответствия са първите ефекти от въвеждане на **QMSys**. На следващ етап в резултат на регистриране и управление на всички задачи и дейности по отношение на качеството се редуцират до 60 % неефективните действия и до 40 % доработките. Чрез статистическия

контрол на конкретни показатели за качеството се намаляват производствените разходи от 5 до 25 %.

При някои фирми чрез въвеждане на статистическо управление на процесите се постига до 40% редуциране на разходите за провеждане на контрола върху качеството. При използването на статистическите методи за контрол на качеството се намалява значително вътрешният брак и рекламираните количества от клиентите.

Въвеждането на **QMSys** е съпроводено с увеличаване на обема от дейности за превантивно осигуряване на качеството. Инвестирането в предпазване от несъответствия води до редуциране на грешките и намаляване на разходите от некачествени продукти, изразяващо се в намаляване на общите производствени разходи, увеличаване на печалбата и приходите от продажби, което е равносилно на устойчиво и конкурентоспособно развитие на фирмите.

Без наличието на **QMSys-CAQ**, приложението на статистическите методи за контрол на качеството е почти невъзможно или частично възможно, при това икономически неизгодно и неефективно. Въвеждането на подобни системи за управление на качеството и технологичните процеси има за резултат рязко подобряване на качеството на продукцията и генерира непрекъснато положителни ефекти, известни в литературата като “верижна реакция на Деминг”,<sup>1</sup> изразяващи се в:

а) редуциране на разходите чрез намаляване на доработките;

б) намаляване на грешките, неочакваните препятствия и закъснения, по-ефективно използване на материално-производствените ресурси;

в) повишаване на производителността на труда, намаляване на

---

<sup>1</sup> Виж: Deming, W. E. (1982). Out of the Iris: Quality, Produktivity and Competitive Position. ISBN 0-521-30553-5.

производствените разходи, увеличаване на печалбата;

г) нови пазари поради по-добро качество на продукцията, при намалени производствени разходи, т.е. при по-ниски конкурентни цени.

Статистическите методи на практика се прилагат в две направления:

а) за проследяване, анализиране, управление и моделиране на процеси, протичащи във времето;

б) за установяване на съответствията на желаните (изискванията на стандартите, спецификациите и т.н.) с постигнатите параметри на качеството на анализирания обект.

В първия аспект се говори за статистически методи за контрол и регулиране на технологичните процеси ("Statistical Process Control"). Те се използват за анализ и управление на технологичните процеси чрез контролни карти, за контрол на измерванията, за статистическо моделиране на процесите и системите.

Във втория аспект се има предвид приемателният контрол (AS – Acceptance Sampling), по време на който статистическите методи се прилагат предимно за оценка качеството на произведената готова продукция.

**По-конкретно при статистическия контрол на технологичните процеси и качеството се използват алгоритмите на средните величини, репрезентативният метод, теоретичните разпределения, показателите за разсейването, графичните изображения, оценката на статистически хипотези, многофакторният анализ и т.н.** Особено популярни днес са статистическите методи за контрол на качеството, наречени още **Седем класически метода за контрол** или седем прости метода (Seven Quality Control Tools): проверочни листове; причинно-следствени диаграми; хистограми; диаграма на Парето;

диаграма "разсейване-корелация"; стратификация на данните; контролни карти и графики. Широко разпространение получи и методът за статистически контрол на качеството, наречен **„Шест сигма”** („Six sigma”), чието приложение спомага за рязко подобряване на качеството, защото е строг количествен критерий за контрол на качеството, допускащ само 3-4 дефекта на милион извършени операции или произведени единици продукция.

\* \* \*

В заключение може да се обобщи, че високото качество на произвежданата продукция е най-важната характеристика за конкурентоспособност на бизнес единиците, субекти на националната икономика. Вариацията в равнището на качеството показва различната степен, в която съответният продукт може да задоволява потребностите на купувачите. Европейските директиви задължават българските фирми също да окомплектоват своите системи за управление на качеството с подходящи алгоритми и софтуер, съдържащ статистически методи за контрол на качеството и технологичните процеси. Между впрочем това се подразбира и по презумпция, произтичаща от основната задача на Лисабонската стратегия за изграждане на нов тип икономика, базирана на знанието. В отделни бизнес единици вече са въведени статистическите методи за контрол, а нормативната база е много добре разработена и правно регламентирана. Експерти на Българския институт за стандартизация (БИС), Съюза на специалистите по качеството в България (ССКБ), Българската стопанска камара (БСК) и др. перманентно провеждат обучения на кадри, които се подготвят да прилагат успешно статистическите методи в практиката в унисон с изискванията на международните стандарти от серията ISO