

**Abstract**

Today the International Standards Organization (ISO) states the fact of significant market demand for the introduction of standards of quality management system, environmental management and related industry systems. This is especially important for the metallurgical industries, where the production causes pollution and accidents. The objective of the work is to develop guidelines as to the creation of an integrated management system for metallurgical industry enterprises.

The results of the study permitted to develop a specific algorithm for creation of integrated management systems. The suggested algorithm allows choosing the most effective schemes of creation of integrated management systems, taking into account specificity of production, on the basis of application of the method of expert evaluation, the method of regression analysis, the method of introduction of the metric in space functions and the method of computer simulation. The study results are useful at the metallurgical industry enterprises.

The suggested algorithm permits to select the most efficient scheme for creation of the integrated management system and creates conditions for the upswing of a company's image by reducing internal and external risks of its activity.

**Keywords:** integrated management system, algorithm, expert evaluation, international standards

Показано механізм підвищення потенціалу конкурентоспроможності підприємства застосуванням статистичних методів контролю та управління якістю продукції. Виконано розрахунок показників можливості технологічного процесу виробництва бетону марки 200 за даними одного з підприємств будіндустрії Пензенського регіону

**Ключові слова:** конкурентоспроможність продукції, відтворюваність, стабільність, індекси, варіації

Показан механизм повышения потенциала конкурентоспособности предприятия применением статистических методов контроля и управления качеством продукции. Выполнен расчет показателей возможности технологического процесса производства бетона марки 200 по данным одного из предприятий стройиндустрии Пензенского региона

**Ключевые слова:** конкурентоспособность продукции, воспроизводимость, стабильность, индексы, вариации

УДК 658.562

# СТАТИСТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

**В. И. Логанина**

Доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой\*

E-mail: loganin@mail.ru

**Б. Б. Хрусталеv**

Доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой

Кафедра «Экономика, организация и управление производством»\*\*

E-mail: hrustalev\_bb@mail.ru

**Т. В. Учаева**

Аспирант\*

\*Кафедра «Стандартизация, сертификация и аудит качества»\*\*

\*\*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

ул. Германа Титова, 28, г. Пенза, 440028, Россия

## 1. Введение

Формирование конкурентоспособного потенциала предприятия напрямую связано с возможностями его производственного потенциала. Потенциальные возможности обусловлены факторами, определяющими условия, необходимые для этой работы. Это факторы: материальные, производственные, финансовые, человеческие, интеллектуальные и другие, т. е. производственный потенциал это не просто производственная

мощность предприятий, определяющая возможность производить определенную продукцию.

## 2. Постановка проблемы

В данной статье рассмотрен механизм повышения производственного потенциала предприятия.

В современных условиях производства намного более эффективна стратегия не обнаружения, а пред-

упреждения брака. Одним из инструментов управления производственного процесса являются статистические методы контроля и управления качеством продукции [1]. Соответствие процесса установленным требованиям можно измерять с помощью специальных показателей, которые определяют потенциальные и фактические возможности процесса. Производство строительных материалов и изделий, как и любой технологический процесс, подвержен изменчивости, характер которой определяется влиянием множества случайных и неслучайных факторов: изменчивость исходного сырья от партии к партии, износ технологического оборудования, несовершенство технологических приёмов, различная квалификация исполнителей и т.д. При этом существует две группы причин: первая – случайные причины, вызывающие естественные вариации результатов, разброс которых можно держать под контролем, и вторая – особые причины, вызванные действием особых факторов. Появление именно особых причин нужно расследовать и устранять, чтобы процесс вернулся в стабильное (контролируемое) состояние.

Когда на систему действуют и системные, и особые вариации, ее состояние естественно назвать статистически неуправляемым или нестабильным. Статистически неуправляемое состояние процесса может быть связано с нарушениями трудовой дисциплины, так и наличием внешних невыявленных возмущающих факторов.

Согласно ГОСТ Р 51814.3 под статистически управляемым состоянием понимается состояние, описывающее процесс, из которого удалены все особые (неслучайные) причины изменчивости, остались только обычные (случайные) причины.

К показателям, позволяющим оценить воспроизводимость процесса, т.е. способность технологического процесса обеспечивать качество выпускаемого изделия, относятся индексы воспроизводимости  $C_p$  и  $P_p$  и индексы пригодности  $C_{pk}$  и  $P_{pk}$  процесса [2]. Если среднее процесса отлично или может быть отлично от центра поля допуска, то для анализа процессов следует применять индексы  $C_{pk}$  и  $P_{pk}$ . Эти индекс учитывают центрированность получаемых результатов. Индекс  $C_{pk}$  будет высоким только в том случае, если разброс значений невелик и среднее значение полученных результатов лежит близко к середине поля допуска.

Индекс  $P_{pk}$  показывает, насколько хорош был рассматриваемый процесс в прошлом, в то время, как индекс  $C_{pk}$  показывает возможности процесса в будущем. Иными словами,  $P_{pk}$  показывает, что вы делаете, а  $C_{pk}$  – что вы можете делать в рамках вашего процесса. Если процесс статистически контролируем, то оба индекса  $C_{pk}$  и  $P_{pk}$  стремятся к одному значению (так как в этом случае обе сигмы совпадают по значению). При этом  $C_{pk}$  является краткосрочной оценкой, а индекс  $P_{pk}$  – долгосрочной.

Количественная оценка управляемости процессов в виде числовых критериев, прогноз уровня дефектности производимой процессом продукции проводится расчетом индексов воспроизводимости  $C_p$  и  $P_p$  и пригодности  $C_{pk}$  и  $P_{pk}$  процесса.

Принято воспроизводимость технологического процесса оценивать, исходя из следующих критериев:

$C > 1,33$  -воспроизводимый;

$C_p > 1,33-1,00$  - воспроизводимый, но требует внимательного отношения;

$C_p < 1,00$  - невоспроизводимый

### 3. Изложение основного материала

Было проведено обследование ряда предприятий производства железобетонных изделий в г. Пензе. Для отбора предприятий был выбран метод случайной стратифицированной выборки. Итоговая база включала статистические данные выборки за 2010-2011 годы. Первым этапом исследования стала оценка состояния производства.

Был выполнен расчет показателей возможности технологического процесса производства бетона марки 200 на ООО «Строительные материалы» г.Пенза. Показатели качества производства или возможности технологического процесса оценивались по данным прочности бетона (табл. 1).

Среднеарифметическое значение прочности составляет  $\bar{x} = 155,56$  кгс/см<sup>2</sup>, Отпускная прочность бетона в летний период составляет 70% от проектной: нижняя граница допуска 140 кгс/см<sup>2</sup>, верхняя – 175 кгс/см<sup>2</sup>.

Таблица 1

Статистические данные показателей качества

№ п.п.	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	R	$\bar{x}$
1	150	155	155	160	140	20	152,0
2	153	156	162	157	146	16	154,8
3	158	149	151	159	161	12	155,6
4	162	152	154	161	147	15	155,2
5	164	158	168	168	163	10	164,2
6	144	152	161	147	154	17	151,6

Стабильность процессов оценивали на основе выборок с использованием контрольных карт Шухарта [2]. Выявлено, что на  $\bar{x}$ -карте имеются точки вне границ регулирования: процесс стабилен по разбросу, но не стабилен по положению среднего. Это свидетельствует о возможности действия некоторых особых причин вариаций.

По собственной и полной изменчивости (вариативности) процесса оценивали индексы воспроизводимости и пригодности (по данным, которые использованы для построения контрольных карт Шухарта). Собственная изменчивость зависит от влияния только обычных (общих) причин вариаций, которые легко определялись по выборочным стандартным отклонениям:

$$\sigma_1 = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{15}{2,32} = 6,46 \text{ кгс/см}^2,$$

где  $\bar{R}$  – среднее значение размахов отдельных выборок;

$d_2$  – коэффициент, значения которого зависят от объема отдельных выборок в R-карте.

Полная изменчивость процесса оценивалась по выборочным стандартным отклонениям:

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} = 6,946 \text{ кгс/см}^2,$$

где  $N$  - суммарный объем данных во всех выборках объема каждая (в объединенной выборке);

$i$  - результат измерений показателей качества отдельных единиц продукции,  $i=1, \dots, N$ ;

$\bar{x}$  - среднее арифметическое всех значений в объединенной выборке

Количественная оценка управляемости процессов в виде числовых критериев, прогноз уровня дефектности производимой процессом продукции проводился расчетом индексов воспроизводимости  $C_p$  и  $P_p$  и пригодности  $C_{pk}$  и  $P_{pk}$  процесса.

Показатели процесса равны:

$$C_p = \frac{\text{ВГД} - \text{НГД}}{6\sigma_1} = \frac{\Delta}{6\sigma_1} = \frac{175-140}{6*6,44} = 0,903,$$

$$P_p = \frac{\text{ВГД} - \text{НГД}}{6\sigma_T} = \frac{175-140}{6*6,946} = 0,8398,$$

$$P_{pk} = \min\left(\frac{\text{ВГД} - \bar{x}}{3\sigma_T}; \frac{\bar{x} - \text{НГД}}{3\sigma_T}\right) =$$

$$= \min\left(\frac{175-155,56}{3*6,946}; \frac{155,56-140}{3*6,946}\right) = 0,7467.$$

### Abstract

*The article represents the mechanism of capacity building of competitiveness of enterprises by statistical methods of control and management of the quality of products, allowing taking into account the variability of the process of production of raw materials, etc. The calculation of the capability indices of the technological process of production of concrete of mark 200, according to one of the enterprises of the construction industry of Penza region, was carried out. The quantitative assessment of control of processes and forecast of the defect level of products were carried out by the calculation of reproducibility and suitability indices. The formulas for calculation of own and total variability of the process were presented. The study showed that the process was stable according to the spread, but not stable according to the setup. The level of inconsistency of such process was no more than 2.63% but not less than 0.64%. At a stable setup of the process on the middle of the tolerance zone, the level of non-compliance will be 0.64%. The article provides recommendations for increase of enterprise competitiveness, which consists in the application of reproducibility and suitability indices for control of the production process.*

**Keywords:** competitiveness of products, reproducibility, stability, indices, variations

### 4. Выводы

Как видно, процесс стабилен по разбросу и  $C_p = 0,903$ . Однако процесс не стабилен по настройке и среднее значение показателя качества смещено относительно центра поля допуска. Значения  $P_p$  и  $P_{pk}$  малы: процесс следует считать неприемлемым. Требуется корректирующие меры для настройки процесса на середину поля допуска, устраняя влияние особых причин вариации. Если процесс оставить без улучшений, то уровень несоответствий такого процесса прогнозируется ориентировочно не более 2,63%, но не менее 0,64%. При стабильной настройке процесса на середину поля допуска уровень несоответствия составит 0,64%.

Аналогичные зависимости были получены и для бетона других марок. Таким образом, применение статистических методов контроля и управления качеством продукции позволяет значительно повысить качество продукции и потенциал конкурентоспособности предприятия.

### Литература

1. Логанина, В.И. Управление качеством на предприятиях стройиндустрии: монография [Текст] / В. И. Логанина, О. В. Карпова, Л. В. Макарова Л.В. - М.: АСВ, 2008- 216с.
2. Логанина, В. И. К вопросу о регулировании технологических процессов производства бетона [Текст] / В. И. Логанина // Известия вузов. Строительство -2009 - №3-4. - С.42-46