

Анализ качества производственных процессов по критерию «сигнал/шум» (на примере ООО «Бековский РПК «Октябрь»»)

Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, Р.О. Казарин

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»*

Аннотация: В статье представлена методика решения задач комплексного управления качеством производственных процессов на предприятиях по производству пищевой продукции. Для общей оценки качества продукции целесообразен расчет критериев правильности и точности с последующим определением отношения Г. Тагути «сигнал – шум». Для расчета критериев правильности и точности проводилась сравнительная оценка показателей качества продукции по сравнению с образцом-эталоном.

Ключевые слова: управление качеством, методы Г. Тагути, качество продукции, обобщенный показатель.

В настоящее время качеству уделяется приоритетное внимание на всех уровнях управления [1]. Производитель продукции поставлен в такие условия организации производственной деятельности, когда для каждого работника становится необходимым глубокое освоение методов оценки, анализа и управления качеством продукции. Повышение качества продукции различного назначения - это цель и основная задача практической экономики, в частности, науки, производства и сферы потребления [2,3]. Создание и выпуск качественной продукции, а также научно-технический прогресс формируют у людей новые потребности с более высокими показателями. Потребности обычно опережают возможности их удовлетворения. Это также относится и к качеству продукции, что предопределяет неисчерпаемость и неограниченность проблемы качества во времени.

Таким образом, динамично развивающиеся промышленные предприятия, ориентированные на постоянное совершенствование качества продукции, должны не только учитывать пожелания потребителей, но и стремиться к повышению эффективности функционирования производственных процессов.

Для повышения эффективности системы контроля качества, функционирующей на предприятии, целесообразно применение ряда статистических ме-

тодов контроля и управления качеством, которые помогут не только упростить процедуру получения информации о качестве продукции (процессов), но и позволят повысить уровень достоверности полученных результатов [4,6]. Такого рода информация позволяет сформулировать основные направления стратегии развития предприятий, нацеленной на повышение конкурентоспособности организации [7].

С позиций управления производственными процессами и качеством продукции особый интерес представляет получение обобщённого показателя, сравнительная оценка которого с эталонным образцом позволяет сформулировать основные векторы деятельности организации [1,8].

Как показывает практика, при проектировании продукции и в процессе ее производства можно эффективно применять методы Тагути. Он предложил характеризовать изготавливаемую продукцию устойчивостью технических характеристик. Для этого он ввёл понятие отклоняющего фактора (или "шума"), который является причиной разброса характеристик, а также вносит поправку в понятие случайного отклонения [9,10].

В условиях реального производства в рамках применения методов Тагути можно ввести расчет устойчивости, которая означает высокую повторяемость реагирования. Сама устойчивость выражает, в некотором роде, взаимодействие между "сигналом" и "шумом".

Согласно методологии квалиметрической оценки, качество объекта проявляется через его свойства [1]. Процедура оценки качества включает в себя три основных этапа:

- определение перечня показателей качества;
- определение численных значений показателей качества;
- сопоставление полученных данных с эталоном качества.

Каждый единичный показатель качества целесообразно оценивать по двум критериям – правильности и точности.

Правильность определяет степень приближенности характеристик изготавливаемой продукции к показателям качества образца-эталона (продукция фирмы-конкурента, выставочные изделия и т.д.).

Согласно идеологии Тагути [9,10] этот критерий может выполнять функцию «сигнала», т.е. фактора, интегрально оценивающего функциональные показатели.

Отношение «сигнал – шум» для общей оценки продукции по методу Г. Тагути имеет вид:

$$T = \frac{Q_{\Pi}}{Q_T} \rightarrow 1 \quad (1)$$

где Q_{Π} - комплексный показатель правильности;

Q_T - комплексный показатель точности.

Чем больше значения данных показателей, тем выше уровень качества изготовления продукции.

Комплексные показатели правильности и точности вычисляются по формуле:

$$Q_{\Pi,T} = \sum_{i=1}^n K_{\Pi,Ti} \cdot M_i \quad (2)$$

где M_i - коэффициенты весомости, $K_{\Pi,Ti}$ - значения единичных показателей по критериям правильности и точности.

Алгоритм вычисления нормированных показателей качества продукции представлен на рис. 1.



Рис. 1 – Алгоритм вычисления нормированных показателей качества продукции

Помимо количественной оценки можно воспользоваться качественной шкалой желательности (рис. 2).



Рис. 2 – Шкала желательности

Критерий правильности по единичным показателям качества оценивается по формуле:

$$K_{Pi} = \frac{k_i}{k_{уст}}$$

Критерий точности по единичным показателям качества вычисляется следующим образом:

$$K_{,Ti} = \frac{T_{Li}}{T_{Pi}} = \frac{(k_{max} - k_{min})_{Li}}{(k_{max} - k_{min})_{Pi}}$$

где T_{Li} и T_{Pi} – допуски на численные значения i -го показателя у сравниваемых вариантов; k_{max} и k_{min} – численные значения максимального и минимального значения i -го показателя у сопоставляемых вариантов.

По показателю точности можно оценить степень разброса значений единичных показателей качества, например, в сравнении с фирмой-конкурентом. Разброс характеристик согласно [10] представляет собой так называемый «шум», т.е. интегральную оценку дестабилизирующих факторов.

Отношение «сигнал – шум» позволит объективно оценить наиболее качественное изделие.

Для апробации данного подхода в качестве объекта исследования был выбран фруктово-ягодный формовой мармелад, производство которого организовано на ООО «Бековский РПК «Октябрь». По всем нормируемым показателям качества данная продукция удовлетворяет требованиям нормативной документации. В то же время, стратегия развития предприятия, нацеленная на постоянное совершенствование качества продукции, требует новых подходов и инструментов управления качеством. С этих позиций считается целесообразным расчет критериев правильности и точности с последующим определением отношения «сигнал – шум».

Результаты лабораторных испытаний готовой продукции представлены в таблице №1.

Таблица №1

Результаты лабораторных испытаний фруктово-ягодного формового мармелада

Показатели качества	Результаты лабораторных испытаний					ГОСТ 6442-2014
	1	2	3	4	5	
1 Влажность, %	19,2	19,3	18,9	19,5	19,3	9-24
2 Массовая доля редуцирующих веществ, %	13,5	14,8	13,6	13,9	14,1	Не более 28
3 Общая кислотность, градусы	13,9	14,2	12,9	13,6	13,2	6-22,5
4 Массовая доля золы, нерастворимой в 10%-ном растворе соляной кислоты, %	0,04	0,02	0,05	0,05	0,03	Не более 0,1
5 Массовая доля общей сернистой кислоты, %	0,005	0,003	0,004	0,007	0,006	Не более 0,01
6 Массовая доля бензойной кислоты, %	0,019	0,018	0,01	0,04	0,02	Не более 0,07
7 Массовая доля фруктового (овощного) сырья, %	46	45	44,3	48,5	49,1	Не менее 30

Для выбора функций нормирования необходимо выяснить, какое значение каждого показателя является лучшим. Так, при сравнении показателей массовой доли редуцирующих веществ, массовой доли золы, нерастворимой в 10%-ном растворе соляной кислоты, массовой доли общей сернистой кислоты, массовой доли бензойной кислоты для нормирования была применена функция для ограничений показателей качества с одной стороны (вторая строка). Для нормирования таких показателей, как массовая доля фруктового (овощного) сырья, применили функцию для ограничений показателей качества с одной стороны (первая строка), так как лучшее значение этих показателей является наибольшим.

При сравнении показателей влажности и общей кислотности лучшим значением является наименьшая величина, поэтому для нормирования была применена функция для ограничений с двух сторон (вторая строка).

Номинальные значения единичных показателей качества рассматриваемой продукции представлены в таблице №2.

Определение значений коэффициентов весомости проводилось экспертным методом (рис. 3).

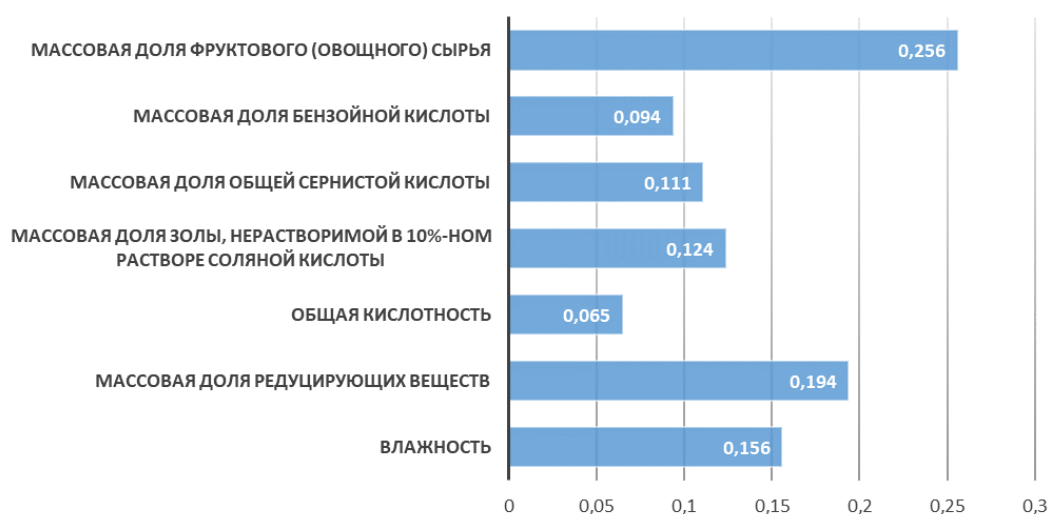


Рис. 3 – Коэффициенты весомости

Таблица №2

Полученные отклики нормированных показателей и обобщенного показателя качества

Показатели качества			Результаты лабораторных исследований				
			1	2	3	4	5
1	Влажность, %	R_1	0,6400	0,6267	0,6800	0,6000	0,6267
		K_1	0,8390	0,8320	0,8585	0,8172	0,8320
2	Массовая доля редуцирующих веществ, %	R_2	1,0000	0,9103	0,9931	0,9724	0,9586
		K_2	0,9514	0,9341	0,9503	0,9466	0,9441
3	Общая кислотность, градусы	R_3	1,0424	1,0061	1,1636	1,0788	1,1273
		K_3	0,9580	0,9524	0,9723	0,9629	0,9686
4	Массовая доля золы нерастворимой в 10%-ном растворе соляной кислоты, %	R_4	0,7500	1,0000	0,6250	0,6250	0,8750
		K_4	0,8874	0,9514	0,8311	0,8311	0,9258
5	Массовая доля общей сернистой кислоты, %	R_5	0,7143	1,0000	0,8571	0,4286	0,5714
		K_5	0,8734	0,9514	0,9212	0,6922	0,8000
6	Массовая доля бензойной кислоты, %	R_6	0,8500	0,8667	1,0000	0,5000	0,8333
		K_6	0,9193	0,9237	0,9514	0,7509	0,9146
7	Массовая доля фруктового (овощного) сырья, %	R_7	0,8377	0,7853	0,7487	0,9686	1,0000
		K_7	0,9159	0,8998	0,8869	0,9459	0,9514

Для расчета критериев правильности и точности проводилась сравнительная оценка показателей качества продукции по сравнению с образцом-эталоном, соответствующим оценке «отлично» по лингвистической шкале. Результаты сравнительной оценки представлены в таблице №3.

В качестве нормированного значения единичного показателя качества образца-эталона было выбрано значение $k_{yem} = 0,95 \pm 0,05$, что по лингвистической шкале соответствует оценке «отлично».

Таблица №3

Сравнение единичных показателей качества фруктово-ягодного формового мармелада ООО «Бековский РПК «Октябрь» и образца-эталона

№ п/п	Единичные показатели качества	Оцениваемая продукция	Разброс величины показателя оцениваемой продукции	Установленная величина разброса нормированного значения показателя	Критерий правильности, K_{pi}	Критерий точности, K_{Ti}
1	Влажность, %	0,8357	0,0413	0,05	0,880	1,211
2	Массовая доля редуцирующих веществ, %	0,9453	0,0173	0,05	0,995	2,890
3	Общая кислотность, градусы	0,9628	0,0199	0,05	1,013	2,513
4	Массовая доля золы нерастворимой в 10%-ном растворе соляной кислоты, %	0,8854	0,1203	0,05	0,932	0,416
5	Массовая доля общей сернистой кислоты, %	0,8476	0,2592	0,05	0,892	0,193
6	Массовая доля бензойной кислоты, %	0,8920	0,2005	0,05	0,939	0,249
7	Массовая доля фруктового (овощного) сырья, %	0,9200	0,0645	0,05	0,968	0,775

На основании полученных данных, представленных в таблице №4, по формуле (1) получили расчетное значение Т-критерия, которое составило $0,938/1,094=0,857$. Таким образом, можно сказать, что отношение «сигнал/шум», а в данном случае «правильность/точность» качества производимой продукции близко по уровню к качеству изделия-эталона, однако, «точность» изготовления изделий выше «правильности» их изготовления.

Однако, следует учитывать тот факт, что в рамках проведенного исследования изначально был выбран диапазон по шкале желательности, который соответствует оценке «отлично», что определяет достаточно широкий диапазон возможных значений абсолютных показателей качества. В то же время, на предприятии созданы условия организации технологического процесса производства, позволяющие обеспечить более высокий уровень точности. Следовательно, данная методика может учитывать возможности предприятия в рамках обеспечения необходимого уровня качества для каждого единичного показателя.

Предлагаемая методика оценки позволяет эффективно управлять качеством за счет своевременного определения возможных негативных изменений на этапах ее жизненного цикла.

Литература

1. Тарасов Р.В., Макарова Л.В. Управление качеством продукции промышленных предприятий: монография. Пенза: ПГУАС, 2017. 168 с.
2. Костаков М.В. Конкурентоспособность продукции: подход к экономическому содержанию и методы оценки // Экономика и социум. 2016. №12-1(31). С.1529-1533.
3. Паштова Л.Г. Актуальные вопросы организации и управления производством на предприятии // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_93_Pashtova.pdf_2442.pdf

4. Makarova L.V., Tarasov R.V., Tarasov D.V. A methodical approach to ensure the stability and quality of technological processes // Contemporary Engineering Sciences. Vol. 8. 2015. № 6. pp. 257–261.

5. Tarasov R.V., Makarova L.V., Tarasov D.V. Improving the efficiency of quality control of construction products // International Journal of Sciences and Research «PONTE». 2017. Vol.73. №3. pp. 123-127.

6. Витчук Н.А. Использование инструментов контроля качества производственного процесса // Молодежный вестник Политехнического института. Тула: ТулГУ. 2015. С. 33-37.

7. Никольская В.А. Методические подходы к оценке конкурентоспособности продукции // Экономика и менеджмент систем управления. 2013. №1. С.73-80.

8. Ключков Ю.П. «Бережливое производство»: понятия, принципы, механизмы // Инженерный вестник Дона, 2012, №2. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/2012_2_68.pdf_812.pdf

9. Протасьев В.Б., Анисимова М.А. Критерии правильности и точности в инструментальном производстве // Стандарты и качество. 2001. №4. С. 59-60.

10. Протасьев В.Б., Петренко Е.С. Квалиметрическая оценка качества картонно-навивных изделий // Известия ТулГУ. Технические науки. 2011. Вып. 5. Ч. 3. С.420-426.

References

1. Tarasov R.V., Makarova L.V. Upravlenie kachestvom produkcii promyshlennyh predpriyatij [Quality management of industrial enterprises]: monografija. Penza: PGUAS, 2017. 168 p.

2. Kostakov M.V. Jekonomika i socium. 2016. №12-1(31). pp.1529-1533.

3. Pashtova L.G. Injenernii vestnik Dona. 2014, №2. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_93_Pashtova.pdf_2442.pdf



4. Makarova L.V., Tarasov R.V., Tarasov D.V. Contemporary Engineering Sciences (Eng). Vol. 8. 2015. № 6. pp. 257–261.
5. Tarasov R.V., Makarova L.V., Tarasov D.V. International Journal of Sciences and Research «PONTE» (Eng). 2017. Vol.73. №3. pp. 123-127.
6. Vitchuk N.A. Molodejnii vestnik Politehnicheskogo instituta. Tula: TulGU. 2015. pp. 33-37.
7. Nikol'skaja V.A. Jekonomika i menedzhment sistem upravlenija. 2013. №1. pp.73-80.
8. Klochkov Yu.P. Injenernii vestnik Dona. 2012, №2. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/2012_2_68.pdf_812.pdf.
9. Protasev V.B., Anisimova M.A. Standarti i kachestvo, 2001. №4. pp. 59-60.
10. Protasev V.B., Petrenko E.S. Izvestiya TulGU. Tehnicheskie nauki. 2011. Vip. 5. Ch. 3. pp. 420-426.