УДК 658.562:621.9:664
В.В. Прейс, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой, (4872) 33-24-38,
preys@klax.tula.ru (Россия, Тула, ТулГУ),
В.Б. Морозов, канд. техн. наук., доц., (4872) 33-24-38,
qtay@rambler.ru (Россия, Тула, ТулГУ),
С.А. Лисицын, асп., (4872) 33-24-38,
serzhlis@yandex.ru (Россия, Тула, ТулГУ)

ЗАДАЧИ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕДУР НЕПРЕРЫВНОГО (ВЫБОРОЧНОГО) КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РОЗЛИВА И УПАКОВКИ НАПИТКОВ

Проведена общая оценка возможности применения наиболее распространённой процедуры непрерывного (выборочного) контроля, с целью его внедрения в конкретное пищевой производство. Прогнозируются результаты статистического моделирования результатов такого внедрения.

Ключевые слова: статистический контроль, статистическое моделирование, выборочный контроль, непрерывный контроль, процедуры контроля.

Сущность любого управления заключается в выработке управляющих воздействий, а затем осуществлении (реализации) этих воздействий на объекте управления. Такими объектами являются технологически процессы, непосредственно влияющие на качество продукции, процессы подготовки производства, исследования качества продукции, её разработка, а также организация труда. Эффективность управляющих воздействий возрастает, если они применяются не разрозненно, а в виде комплекса согласованных мер, ориентированных на конечную цель – выпуск продукции высокого качества [1, 2, 5].

Важным компонентом контроля являются статистические методы, т.е. система сбора, обработки и использования информации о продукции и состоянии производства [3]. Вопросу статистического исследования конкретных производств уделяли внимание многие известные отечественные и зарубежные учёные, такие, как Айвазян С.А., Алабин М.А., Беляев Ю.К., Бойцов В.В., Бородачёв Н.А., Бусленко Н.Л., Воловельский С.И., Гаврилов А.И., Катеман Г., Гнеденко Б.В., Додж Х., Колмогоров А.Н., Кордонский Х.Б., Коуден Д., Коченов М.И., Куме Х., Кутай А.К., Лапидус В.А., Лукомский Я.И., Лумельский Я.П., Мхитарян В.С., Пийперс Ф.В., Райбман Н.С., Соловьёв А.Д., Солонин И.С., Хальд А., Хэнсен Б., Шаталис В.В., Шиндовский Э., Шор Я.Б., Шюрц О. и др. Также это отражено в трудах исследователей Тульского государственного университета, среди которых научные работы докторов наук Анцева В.Ю., Григоровича В.Г., Иноземцева А.Н., Протасьева В.Б., Юдина С.В [1, 2, 5, 6, 7].

Проведено статистическое исследование параметра розлива – объёма дозируемого жидкого продукта (*мл*), и параметра укупорки – момента

(«усилия») откручивания колпачка, (*Нм*). Установленные на производстве технологические допуски составляют $^{+0\ \%}_{-1{,}5\ \%}$ для 2000 *мл* и [0,7…1,5] *Нм* соответственно.

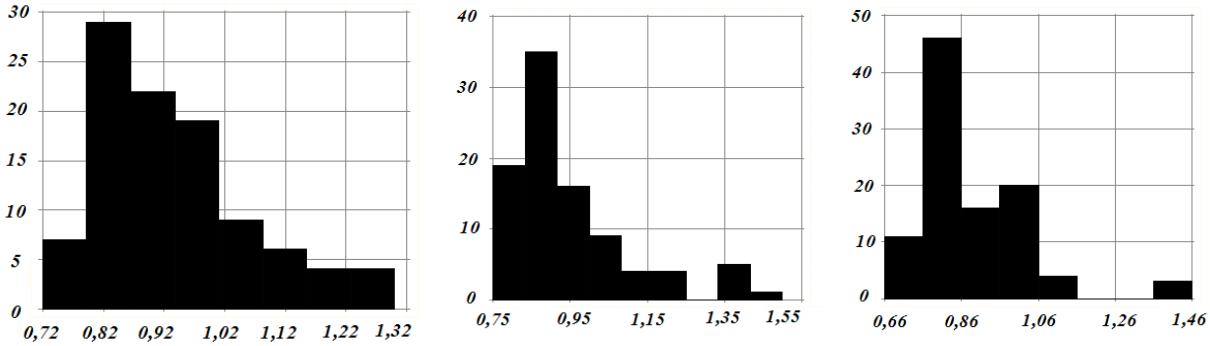
Результаты статистической оценки крутящего момента откручивания представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Статистические параметры выборок

Показатель	№ выборки		
	1	2	3
Среднее значение	0,935	0,9353	0,9059
Медиана	0,9	0,89	0,85
Дисперсия	0,0167	0,0269	0,0202
Стандартное отклонение	0,1294	0,164	0,1423
Минимальное значение	0,75	0,75	0,7
Максимальное значение	1,25	1,45	1,45
Размах	0,5	0,7	0,75
Сумма элементов выборки	93,5	93,53	90,59

На гистограммах (см. рис. 1) значения по оси абсцисс – интервалы попаданий в те или иные значения исследуемых параметров, значения по оси ординат – частота попаданий.



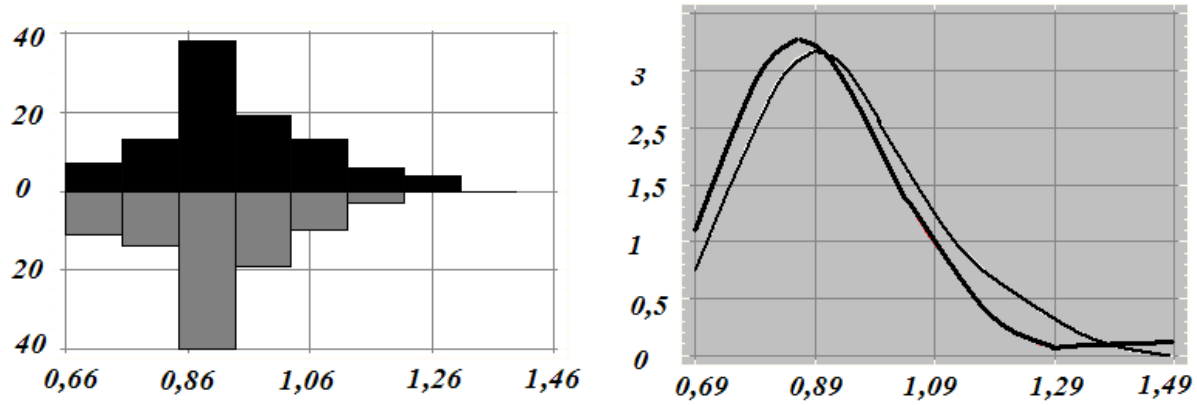
Выборка № 1 ***Выборка № 2*** ***Выборка № 3***

Рис. 1. Графические отображения анализируемых выборок

На рис. 1 видно визуальное сходство представленных отображений. Для однозначного вывода проведено статистическое сравнение выборок (1-й и 3-й) на их однородность (рис. 2).

На основании сравнений отдельных статистических характеристик выборок с использованием соответственного программного обеспечения

были получены результаты, представленные в табл. 2. Выявлена статистическая значимость имеющихся расхождений в значении параметров.



а *б*

Рис. 2. Сравнение анализируемых выборок:
а – совмещённые гистограммы;
б – совмещённые графики функций плотности

Таблица 2

Сравнение выборок

Сравниваемые характеристики	Значение параметра		Вывод	Доверительная вероятность, %
Математическое ожидание	0,94	0,91	+	99
Стандартное отклонение	0,13	0,14	+	99
Медиана	0,9	0,85	+	95
Тест Колмогорова			–	95

Так как однородность установлена большинством анализов (включая условно принятое сравнение стандартных отклонений), а также достоверность сравнения средних значений достигает 99 %, окончательно исследуемые выборки признаны однородными. Следовательно, работа технологического оборудования (аппарата закрутки пробок тары) является стабильной, механизм надёжным.

Аналогично проведено исследование второго параметра – объёма дозируемого жидкого продукта (рис. 3, табл. 3). При этом использованы выборки, охватывающие два последовательных этапа работы дозатора.

Общую выборку исследовали на однородность методом её разложения на две равные половины (рис. 4, табл. 4).

Таблица 3

Статистические параметры общей выборки по параметру «объём дозирования напитка»

Показатель	Параметр
Среднее значение	2002,88
Медиана	1999,5
Дисперсия	512,975
Стандартное отклонение	22,649
Минимальное значение	1971
Максимальное значение	2065
Размах	94
Сумма элементов выборки	200288

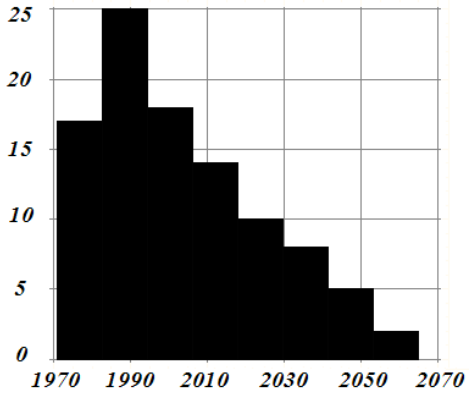
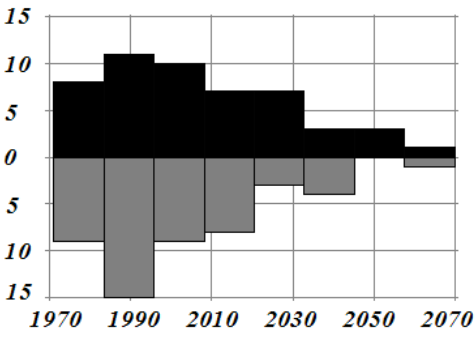
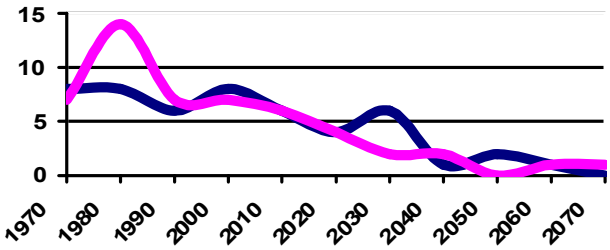


Рис. 3. Графические отображения анализируемых выборок по параметру «объём дозирования напитка» (гистограмма)



а



б

Рис. 4. Сравнение анализируемых выборок по параметру «объём дозирования напитка»: а – совмещённые гистограммы; б – совмещённые графики функций плотности

Таблица 4

Сравнение выборок по параметру «объём дозирования напитка»

Сравниваемые характеристики	Значение параметра		Вывод	Доверительная вероятность, %
Математическое ожидание	2005,64	2000,12	+	99
Стандартное отклонение	23,57	21,57	+	99
Медиана	2005	1995,5	–	95
Тест Колмогорова			–	95

Аналогично выборки признаны однородными. Следовательно, работа дозатора является стабильной.

Полученные результаты статистического исследования являются информационной основой моделирования и разработки процедур непрерывного (выборочного) статистического контроля в управлении качеством выпускаемой нештучной (жидкой) продукции.

Одной из основных процедур непрерывного выборочного контроля качества является процедура CSP – непрерывный контроль переменной производительности. План процедуры характеризуется сплошным контролем дискретных объёмов до тех пор, пока число годных деталей не достигнет величины *i,* далее – переход на выборочный контроль с первоначальной частотой *f*, после чего процедура повторяется.

Из известных процедур контроля наиболее простой является процедура CSP-1 без замены. Схема работы данной процедуры представлена на рис. 5.

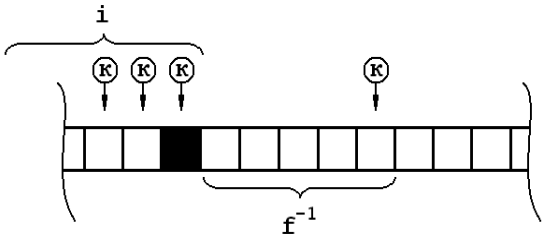


Рис. 5. Процедура статистического непрерывного контроля качества для дискретного потока нештучной продукции CSP-1:
□ – дискретные объёмы;
■ – объёмы несоответствующего качества;
Ⓚ – контроль объёма

В настоящий момент ведётся работа по автоматизированному построению графиков показателей качества в среде математического пакета, что позволит сократить время производственного цикла продукции и соответственно уменьшить затраты на производство [4, 5]. Блок-схема программы моделирования процедуры CSP-1 представлена рис. 6.

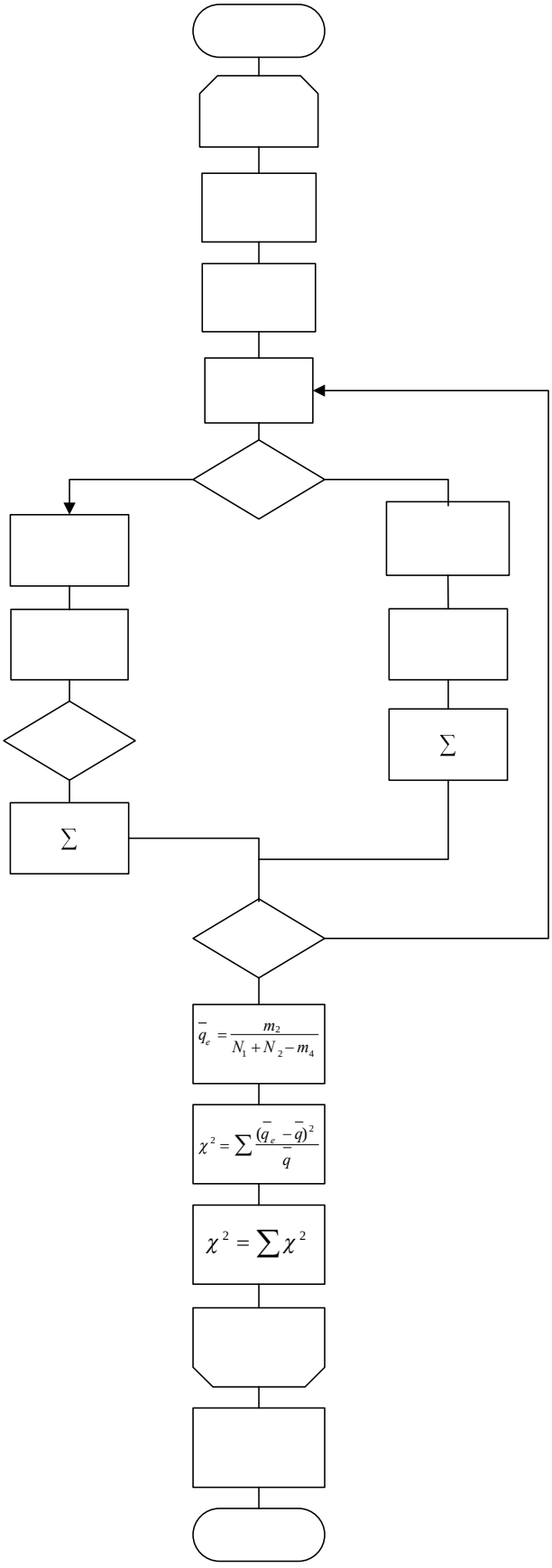


Рис. 6. Алгоритм программы статистического моделирования процедуры CSP-1

На рис. 6 использованы следующие обозначения: q – величина входного среднего качества, доля брака; $\bar{q}_{\text{e}}$ – величина выходного среднего качества; N – общая совокупность контрольных единиц; N_1 – количество годных проконтролированных объемов; N_2 – количество дефектных объёмов; m – вероятность наличия дефекта по контролируемому параметру (m=1 – дефект); m_1 – вероятность попадания в годные объёмы некоторых дефектных; m_3 – величина объемов с соответствующим уровнем качества, признанных дефектными; $\bar{q}_e$ – экспериментальная величина выходного среднего качества; $P(\chi^2)$ – доверительная вероятность статистической значимости результатов эксперимента по критерию Пирсона.

Операция 1 – статистическое определение величины m по биномиальному закону с вероятностью q. Операция 2 – статистическое определение величины m_1 статистически по биномиальному закону целочисленно из интервала [0; $1/f-1$] с вероятностью q. Операция 3 – статистическое определение величины m_1 по биноминальному закону целочисленно из интервала [0; i] с вероятностью q. Операция 4 – вычисление критерия Пирсона (хи-квадрат) χ^2 со степенью свободы $r-2$ и установка статистической значимости результатов эксперимента.

Используя данные, полученные статистическим исследование параметров качества продукции, можно осуществить статистическое моделирование соответствующих процедур контроля. Это позволит с высоким значением доверительной вероятности подтвердить или опровергнуть результативность внедрения процедур, призванных обеспечить снижение доли некачественной продукции, гарантировать качество продукции без дополнительных затрат по его оценке на складах.

В дальнейшем возможно по аналогии с планом CSP-1 провести работу по построению подобных блок-схем и написание программ для расчёта других процедур контроля качества в условиях действующих технолого-статистических значений параметров качества и реальных их значений.

Список литературы

1. Анцев В.Ю., Иноземцев А.Н. Всеобщее управление качеством: учеб. пособие. Тула : Изд-во ТулГУ, 2005. 244 с.

2. Бойцов В.В. Научные основы комплексной стандартизации технологической подготовки производства. М. : Машиностроение, 1982. 316 с.

3. Горелов А.С., Прейс В.В., Сосков В.Б. Системы отбора и подготовки проб для автоматизированного статистического контроля качества нештучной продукции. Тула : Изд-во ТулГУ, 2006. 104 с.

4. Горелов А.С., Саввина Е.А., Сосков В.Б. Управление качеством пищевой продукции в условиях автоматизированного промышленного производства // Сб. докл. III Юбилейной Международной выставки-конференции «Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства их реализации». Ч I. М. : Изд-во МГУПП, 2005. С. 331-334.

5. Мхитарян В.С. Статистические методы в управлении качеством продукции. М. : Финансы и статистика, 1982. 119 с.

6. Сосков В.Б. Методы и средства автоматизированного статистического контроля качества нештучной продукции: дис. … канд. техн. наук. Тула, 2006. 186 с.

7. Dodge H.F. A Sumpling Inspection Plan for Continious Production // Annals of Math. Stat. 1943. V. 14.

V. Preys, V. Morozov, S. Lisitsin

The purposes of statistical modelling in the continuous (selective) control over parameters of drinking pouring and packing

The opportunity of application of the most widespread procedure of the introduced continuous (selective) control is appreciated. Results of statistical modelling of results of such introduction are predicted.

Получено 19.01.09

УДК 658.562

О.В. Пантюхин, канд. техн. наук, доц., (4872) 35-36-20,
ntomach@tsu.tula.ru (Россия, Тула, ТулГУ),
В.М. Лялин, д-р техн. наук, проф., (4872) 33-23-50,
(Россия, Тула, ТулГУ),
Н.А. Тарасова, асп., (4872) 33-23-50,
(Россия, Тула, ТулГУ)

УЧЁТ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГИЛЬЗ ПАТРОНОВ СПОРТИВНО-ОХОТНИЧЬИХ

Выявлены основные параметры высокопроизводительного автоматизированного оборудования, влияющие на параметры качества гильз патронов спортивно-охотничьих. Предложен учет параметров с применением функции надежности для использования в нейронных сетях с целью прогнозирования параметров качества гильз.

Ключевые слова: нейронная сеть, роторная линия, выборка.

Параметры оборудования в значительной мере влияют на качество изделий [3]. Изготовление патронов спортивно-охотничьих осуществляется на высокопроизводительном автоматизированном оборудовании – автоматических роторных линиях (АРЛ). Снижение качества изделий возникает вследствие поломок, разладок и износа узлов и отдельных деталей АРЛ. Анализ производства и опыт эксплуатации роторных линий [1] пока-