



**Ю.М. Вешкурцев, Н.Д. Вешкурцев**

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ  
КОНТРОЛЬ  
ВЕЩЕСТВ**

**Новосибирск  
2016**

УДК 620.179.1:519.21

ББК 30.82

В40

Рецензенты:

*Науменко А.П.*, д-р техн. наук, главный эксперт департамента маркетинга и продаж ООО «НПЦ Динамика»;

*Ельцов А.К.*, канд. техн. наук, доцент Института радиоэлектроники, сервиса и диагностики.

ISBN 978-5-4379-0453-4

**Вешкурцев Ю.М., Вешкурцев Н.Д.**

**В40 «Статистический контроль веществ»:** – Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2016. – 64 с.

В книге описывается статистический контроль веществ с помощью радиостатистического метода, в котором шкала построена с использованием значений оценок вероятностных характеристик сигнала, полученного в результате взаимодействия случайного электромагнитного поля с веществом. Для повышения достоверности контроля веществ при построении шкалы используются значения двух, трех и более оценок вероятностных характеристик сигнала. Разработан алгоритм вычисления критерия соответствия состава вещества стандарту, позволяющий обнаружить фальсификат вещества. Приведены результаты экспериментальных исследований продуктов питания, напитков, лекарственных препаратов и других веществ, подтверждающих состоятельность гипотезы о статистическом контроле веществ на молекулярном уровне.

Книга предназначена для научных работников и специалистов в области неразрушающего контроля и технической диагностики, математической статистики и обработки данных, может быть полезна аспирантам, магистрам и студентам соответствующих направлений подготовки.

ISBN 978-5-4379-0453-4

Талб. 8. Ил. 8. Библиогр. 20 назв.

© Ю.М. Вешкурцев, Н.Д. Вешкурцев, 2016

© Институт радиоэлектроники, сервиса и диагностики

© Омский государственный технический университет

© АНС «СибАК», 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Краткое обозрение методов контроля веществ.....</b>	<b>7</b>
1.1. Вещество в простом и сложном представлении.....	7
1.2. Контроль вещества качественный.....	9
1.3. Контроль вещества количественный.....	14
<b>2. Радиостатистический метод контроля веществ.....</b>	<b>19</b>
2.1. Описание метода.....	20
2.2. Физическая модель взаимодействия поля с веществом...	21
2.3. Математическая модель взаимодействия поля с веществом.....	22
<b>3. Математика, методика, контроль.....</b>	<b>29</b>
3.1. Математика: характеристическая функция случайных процессов.....	29
3.2. Методика исследования веществ.....	34
3.3. Контроль вещества с помощью критерия соответствия...	40
<b>4. Эксперименты, результаты, анализ.....</b>	<b>44</b>
4.1. Воздушная среда.....	45
4.2. Продукты питания.....	47
4.3. Напитки алкогольные.....	51
4.4. Препараты лекарственные.....	53

4.5. Продукты промышленности .....	55
<b>Приложение. Оценки вероятностных характеристик сигнала.....</b>	<b>58</b>
<b>Библиографический список.....</b>	<b>60</b>
<b>Сведения об авторах.....</b>	<b>63</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Контроль сопровождает всегда любое производство продуктов, товаров, изделий, машин, приборов. Как и повсюду были времена расцвета и застоя компаний контроля. Например, в космической отрасли на ранних этапах её развития аварий при запусках космических аппаратов было на много меньше, чем в наши дни. В пищевой промышленности продукты имели категорию сорта, например, первый, второй или третий сорт. Теперь этого нет, т. к. введен сертификат качества продукта, который конспирировал сорт. Мировая экономика стала масштабной, таким же хочется видеть контроль.

Исторически контроль веществ делят на разрушающий и неразрушающий контроль. Разрушающий контроль, как правило, применяют для определения химического состава вещества, материалов. При этом используют химические реакции или атомизацию пробы вещества с помощью нагрева до высоких температур или бомбардирования ускоренными частицами. Вещество превращается в атомный пар, содержащий атомы элементов периодической системы. С погрешностью  $10^{-9}$ ..... $10^{-8}$ % от массы элемента в пробе устанавливают его присутствие в веществе. Для проведения такого контроля разработано сложное оборудование, которое в стационарном режиме работает в лабораториях под управлением людей, подготовленных в областях химии, физики, электроники.

Неразрушающий контроль зародился в 1895 г. после открытия рентгеновских лучей. Он включает девять видов контроля, в том числе радиационный, вихрековый, акустический, капиллярный, магнитный, радиоволновой, тепловой, оптический, статистический. Каждый вид объединяет много методов контроля, а возможности каждого метода разные. Выбор метода контроля связан с его эффективностью выявления дефекта в материале или в любом другом объекте контроля.

Статистический контроль можно успешно применять, когда много случайных факторов присутствуют при изготовлении изделия, продукта. Например, автомобиль содержит более тысячи сборочных единиц, каждая из которых может быть, как годной, так и негодной, т. е. дефектной. Автомобиль признается годным, если все сборочные единицы годные. Для установления этого факта требуется большое время и много людей.

Инженер А. Вальд в 1941 году предложил методику последовательного анализа, основанную на использовании теории вероятностей и математической статистики. Суть этой методики в том, что заранее задается вероятность брака или достоверность контроля, а потом

выполняется контроль изделия в следующей последовательности. При заданной достоверности контроля, равной, например, 0,98, случайным образом отбираются изделия в партию (выборку) объемом 50 штук. Затем каждое изделие контролируется человеком по всему объему сборочных единиц. Если будет установлено, что партия изделий не содержит брака или содержит одно изделие с дефектом, то вся продукция отгружается на склад готовых изделий, т. к. вероятность брака составила  $1/50 = 0,02$ , а достоверность контроля 0,98. Когда обнаружат 2 бракованных изделия, то контроль прекращают и все изделия возвращают изготовителю на доработку. Статистический контроль в два раза и более сокращает время контроля большого количества изделий. Здесь важно только, чтобы партия изделий представляла собой репрезентативную случайную выборку. Предложение А. Вальда содержало только одну вероятность, равную значению оценки функции распределения вероятности. В математической статистике используются оценки плотности вероятности, корреляционной функции, начальных и центральных моментных функций  $k$ -го порядка, где  $k = 1, 2, 3, 4$  и более. Поэтому такой богатый арсенал оценок вероятностных характеристик повысит достоверность статистического контроля, если сразу будут использованы две, три и более оценки характеристик.

Любое вещество можно интерпретировать как некоторое изделие, содержащее огромное количество сборочных единиц, под которыми понимаются молекулы. Таким образом, молекула – это мельчайшая частица вещества. Она может быть дефектной (или другой) или недефектной (своей), участвующей в строительстве структурной решетки вещества. Нами выдвигается гипотеза о том, что статистический контроль может применяться для контроля вещества на молекулярном уровне. Для этого нужно найти физический процесс, который при взаимодействии с молекулами вещества будет изменяться, т. е. содержать информацию о свойствах вещества. Нам представляется возможным использовать здесь случайное электромагнитное поле, которое будет взаимодействовать с веществом.

Наша идея является новой, возможно она позволит изучать материю на уровне молекул. Уже на основании наших экспериментов уверенно можно сказать, что с помощью предложенного нами критерия соответствия состава вещества стандарту возможно достоверно отделить оригинал от фальсификата вещества. Будущее статистического контроля, на наш взгляд, заключено в реализации этого подхода, а возникшие при этом новые средства контроля обеспечат его поступательное движение вперед в направлении повышения достоверности контроля веществ.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

***Вешкурец Юрий Михайлович*** – доктор технических наук, профессор Омского государственного технического университета (ОмГТУ), действительный член Международной Академии Наук высшей школы (МАН ВШ), член – корреспондент Российской Академии инженерных наук (РАИН), автор 250 научных работ по следующим научным направлениям: статистическая радиотехника и случайные процессы, техническая диагностика и математическая статистика, метрология, электро- и радиоизмерения.

***Вешкурец Никита Дмитриевич*** – кандидат технических наук, магистр, Институт радиоэлектроники, сервиса и диагностики (ИРСИД), автор 30 научных работ по следующим научным направлениям: информатика и вычислительная техника, алгоритмы и структуры данных, метрология, электро- и радиоизмерения.

*Ю.М. Вешкурцев, Н.Д. Вешкурцев*

# **СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВЕЩЕСТВ**

Редактор Гулин И.А.

Дизайн обложки Куркина К.А.

Компьютерное макетирование выполнено Суворова А.В.

Подписано в печать 20.04.2016. Формат бумаги 60x84/16.

Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 4. Тираж 550 экз.

Издательство АНС «СибАК»

630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 4

E-mail: [mail@sibac.info](mailto:mail@sibac.info)

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии Allprint

630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3