

безопасности людей. При разработке же решений по противопожарной защите объектов с целью защиты материальных ценностей целесообразно использовать концепцию [11], которая позволяет разрабатывать и внедрять различные варианты организации ППЗ в зависимости от возможностей и взглядов владельцев зданий и предприятий, применяющих мероприятия системы ППЗ в тех пределах, которые кажутся им достаточными, основывая свой выбор на вероятности возникновения пожара, ожидаемого ущерба и эффективности самих средств ППЗ.

Использование широкого массива статистических сведений, позволяющих рассматривать пожар и экономический ущерб от него как явление случайное, но в пределах региона или республики с достаточной степенью точности прогнозируемое, а также реализация указанной выше концепции позволит оптимизировать систему управления ресурсами объектов ППЗ и затраты на обеспечение пожарной безопасности в целом, а также выработать систему экономических стимулов по внедрению тех или иных мероприятий системы ППЗ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **О пожарной безопасности:** Закон Республики Беларусь от 15 июня 1993 г. № 2403-ХП / в ред. Закона Респ.

Беларусь от 11.01.2002 № 89-3 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2002. – № 9. – 2/838.

2. **Пожарно-техническая** классификация зданий, строительных конструкций и материалов: СНБ 2.02.01–98\*.

3. **Пожарная** безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004–91.

4. **Холщевников, В. В.** Проблема беспрепятственной эвакуации людей из зданий, пути ее решения и оценки / В. В. Холщевников // Пожаровзрывобезопасность. – 2006. – № 1. – С. 30–35.

5. **Требования** пожарной безопасности для промышленных предприятий: Федеральный Закон РФ (проект) СТР.

6. **Сведения** ведомственного учета МЧС по пожарам и их последствиям в Республике Беларусь за 2002–2006 гг.

7. **База «АРМ:** Сведения о взрыво- и пожароопасных объектах Республики Беларусь».

8. **ССПБ.** Пожарная безопасность технологических процессов. Методы оценки и анализа пожарной опасности. Общие требования: СТБ П 11.05.03–2006.

9. **Пожарная** безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля: ГОСТ Р 12.3.047–98.

10. **Здания** и сооружения. Отсеки пожарные. Нормы и правила проектирования: ТКП 45-2.02-34–2006 (02250).

11. **Жовна, А. В.** Концепция технического регулирования требований по обеспечению пожарной безопасности промышленных предприятий / А. В. Жовна // Чрезвычайные ситуации, предупреждение и ликвидация. – 2007. – № 2 (22). – С. 23–31.

Поступила 3.03.2008

УДК 311.214

## НОВЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОШИБКИ В МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

*КОЛДАЧЕВ В. А.*

*Белорусский национальный технический университет*

Особенность белорусского рынка маркетинговых исследований заключается в том, что немногие компании могут позволить себе заказать изучение рынка. И на то есть сразу несколько причин, одна из которых – их высокая

стоимость. Сокращение стоимости проведения исследования позволило бы многим белорусским предприятиям использовать данный инструмент для повышения конкурентоспособности своей продукции.

Таблица 1

Размер коэффициента в зависимости от уровня достоверности

Доверительный интервал, %	Коэффициент
99,7	3,00
95,0	1,96
90,0	1,64

Стоимость исследований во многом определяется числом респондентов, которые принимают участие в опросах, а их сокращение позволит снизить стоимость. Но при этом важно не потерять точность полученных данных.

**Классический метод расчета ошибки выборки.** Как правило, при проведении количественных маркетинговых исследований используется метод случайной бесповторной выборки. Для определения точности полученных результатов рассчитывается статистическая ошибка (ошибка выборки).

Ошибка выборки – различие в значениях соответствующих характеристик выборки и генеральной совокупности, т. е. если в выборке мужчин 46 %, в населении Минска их 47 %, то ошибка выборки составляет 1 %. Ошибка выборки зависит от значения выборочной характеристики и, следовательно, является случайной величиной.

На практике большинство исследовательских организаций, социологических центров рассчитывают статистическую ошибку по формуле расчета статистической ошибки (ошибки выборки)

$$W = \pm t \sqrt{\frac{pq}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right)}, \quad (1)$$

где  $W$  – статистическая ошибка (ошибка выборки);  $t$  – коэффициент;  $p$  – значение характеристики (в долях),  $q = (1 - p)$ ;  $n$  – объем выборки;  $N$  – размер генеральной совокупности.

Коэффициент  $t$  зависит от требуемого уровня достоверности данных (табл. 1). Если необходимо, чтобы доверительная вероятность составляла 95 %, то коэффициент  $t$  принимаем равным 1,96.

Доверительная вероятность – вероятность, с которой можно утверждать, что ошибка выборки не превысит некоторую заданную величину. Обычно в социальных и маркетинговых исследованиях значение доверительной вероятности принимают равным 95 %.

Доверительный интервал (ДИ – пределы, в которых с доверительной вероятностью может находиться значение характеристики генеральной совокупности. Как правило, рассчитывается доверительный интервал с вероятностью 95 %, который для удобства назван ДИ-95 %.

Однако стоит учитывать, что при больших размерах генеральной совокупности  $N$  второй множитель подкорневого произведения практически равен 1. При этом максимальное значение числителя первого множителя равно 0,25. Кроме того, на практике зачастую используется ДИ-95 %. При данном доверительном интервале коэффициент  $t$  равен 1,96. Но для упрощения расчетов  $t$  принимают на уровне, равном 2.

Поэтому на практике и для оперативных расчетов зачастую используется упрощенная формула расчета статистической ошибки (ошибки выборки)

$$W = 2 \sqrt{\frac{0,25}{n}}, \quad (2)$$

где  $W$  – ошибка выборки;  $n$  – объем выборки.

С помощью формул (1) и (2) несложно составить таблицу, в которой указывался бы размер статистической ошибки в зависимости от размера выборки и требуемого уровня достоверности (табл. 2).

Таблица 2

Размер ошибки выборки в зависимости от доверительного интервала и размера выборки

Доверительный интервал, %	Размер выборки, чел.		
	300	750	1500
Размер ошибки выборки, %			
99,7	8,7	5,5	3,9
95,0	5,7	3,6	2,5
90,0	4,7	3,0	2,1

Данные формулы рассчитывают размер статистической ошибки исходя из того, что случайная выборка распределяется по нормальному закону распределения. При этом на определенном этапе не происходит значительного сокращения размера статистической погрешности.

В результате, чтобы получить более достоверные данные, необходимо резко увеличить объем выборки, но это, в свою очередь,

приводит к резкому росту стоимости исследования. Так как же уменьшить значение статистической погрешности, не увеличивая размера выборки?

**Новый метод расчета статистической ошибки выборки.** Для достижения поставленной цели можно рассматривать выборку не как единое целое, а как серию из нескольких выборок меньшего размера. Так, для выборки меньшего размера будем использовать термин «подвыборка». Например, если выборка составляет 750 респондентов, то ее можно разбить на три подвыборки по 250 респондентов, на четыре – по 188 или на пять – по 150 респондентов.

Далее следует рассмотреть поведение среднего значения каждой подвыборки относительно реального среднего значения. Очевидно, что среднее значение каждой подвыборки будет больше или меньше реального значения. На рис. 1 средние значения каждой подвыборки изображены как точки A1, A2 и A3. Как видно из рис. 1, данные точки могут располагаться слева или справа от оси Y, которая отображает реальное значение исследуемого признака. По оси X откладывается размер статистической ошибки.

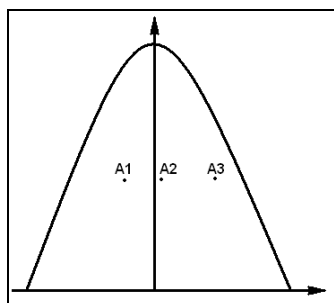


Рис. 1. Расположение средних значений подвыборок

Очевидно, что если взять несколько подвыборок, то велика вероятность того, что часть из них расположится слева, а часть – справа от реального значения (ось Y). Следовательно, если взять максимальное и минимальное значения среднего значения подвыборок, то можно утверждать, что реальное значение генеральной совокупности находится в данном интервале. На рис. 1 ось Y (реальное значение) находится между точками A1 и A3 (среднее значение подвыборки 1 и подвыборки 2).

Однако есть вероятность того, что все средние значения подвыборок могут оказаться с

одной стороны от реального среднего значения, и тогда реальное среднее не попадет в интервал между точками A1 и A3 (рис. 2). Именно по этой причине необходимо рассчитать вероятность того, что хотя бы одна точка окажется по другую сторону оси Y. А это и называется доверительным интервалом аналогично тому, который присутствует при расчете достоверности данных при использовании классического метода расчета ошибки выборки.

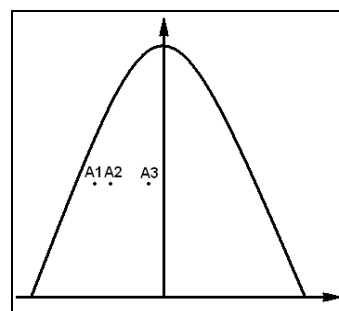


Рис. 2. Расположение средних значений подвыборок по одну сторону от реального значения

Чтобы рассчитать ДИ, воспользуемся формулой, которая используется в статистике для расчета вероятности выпадения определенных событий. Применим ее для расчета вероятности того, что все средние значения подвыборок попадут по левую или по правую сторону от реального значения. Расчетные данные сведены в табл. 3.

Таблица 3

**Зависимость размера доверительного интервала от количества подвыборок**

Вероятность нахождения средних значений подвыборок по одну сторону от реального значения, %	Количество подвыборок	Доверительный интервал, %
50,0	1	50,0
25,0	2	75,0
12,5	3	87,5
6,3	4	93,8
3,1	5	96,9
1,6	6	98,4
0,8	7	99,2
0,4	8	99,6
0,2	9	99,8
0,1	10	99,9

Как видно, при использовании трех подвыборок вероятность попадания средних значений

по одну сторону от реального значения составляет 12,5 %. Следовательно, с вероятностью 87,5 % можно утверждать, что реальное значение будет располагаться между максимальным и минимальным значениями среднего значения подвыборок (между точками А1 и А3). Для четырех подвыборок ДИ составляет 6,3 %, для пяти – 3,1 %.

То есть можно утверждать, что использование трех подвыборок аналогично классическому доверительному интервалу ДИ-90 %, четырех – аналогично ДИ-95 %, а использование пяти подвыборок аналогично ДИ-97 %.

#### Пример расчета

**Классический метод.** Допустим, у нас есть корзина, в которой находится множество красных и синих шаров. Причем количество цветов разного цвета одинаково. Следовательно, вероятность достать из корзины шар синего цвета составляет 50 %. Аналогично, вероятность достать из корзины шар красного цвета также составляет 50 %.

Начинаем доставать из корзины шары. Возьмем для примера размер выборки 750 шаров. Для упрощения расчетов предположим, что выбрано 375 красных шаров и 375 синих, т. е. для примера берем идеальный случай.

Рассчитаем статистическую ошибку классическим способом для трех вариантов доверительного интервала (табл. 4).

Таблица 4

Размер статистической ошибки (ошибки выборки)

Доверительный интервал, %	Статистическая ошибка (классический метод), %	Левая граница, %	Правая граница, %
99,7	5,5	44,5	55,5
95,0	3,6	46,4	53,6
90,0	3,0	47,0	53,0

Полученные данные можно интерпретировать следующим образом: с вероятностью 95 %

можно утверждать, что синие шары в корзине составляют от 46,4 до 53,6 %.

**Новый метод.** А теперь рассчитаем статистическую ошибку новым методом. Для расчета используем несколько вариантов: три, четыре или пять подвыборок. Размер подвыборок определяется согласно табл. 5.

Таблица 5

Размер подвыборки

Количество подвыборки	Доверительный интервал, %	Размер подвыборки	Размер подвыборки
3	87,5	750	250
4	93,8	750	188
5	96,9	750	150

Проведем расчет с использованием трех подвыборок (табл. 6).

Как видно, количество красных шаров колеблется от 48 до 51 % (точки А1 и А3), количество синих шаров – от 49 до 52 %. Эти данные достаточно точно отображают реальную ситуацию (в корзине красных и синих шаров по 50 %). Кроме того, такой интервал получается даже уже, чем при расчете классическим способом при ДИ-90 %.

Далее проведем расчет при использовании четырех подвыборок (табл. 7).

В данном случае количество красных шаров колеблется от 48 до 54 %. Эти данные также совпадают с действительностью. Кроме того, данный интервал получается даже чуть точнее, чем при расчете классическим способом при ДИ-95 %.

Далее проведем расчет с использованием пяти подвыборок (табл. 8).

В последнем случае значение статистической ошибки увеличивается. Количество красных шаров колеблется от 47 до 57 %. Эти данные также совпадают с действительностью. И даже в этом случае интервал получается даже чуть уже, чем при расчете классическим способом при ДИ-99,7 %.

Таблица 6

Расчет доли синих шаров при использовании трех подвыборок

Цвет шара	Подвыборка 1		Подвыборка 2		Подвыборка 3	
	Количество шаров, шт.	Доля, %	Количество шаров, шт.	Доля, %	Количество шаров, шт.	Доля, %
Красный	121	48	127	51	127	51
Синий	129	52	123	49	123	49
Итого	250	100	250	100	250	100

Как видно в приведенном примере, использование новой методики расчета является более эффективным по сравнению с классическим методом. Повторение данного эксперимента также подтверждает результаты, приведенные в описанном выше примере.

Таким образом, можно заключить, что, несмотря на некоторую сложность и громоздкость, использование нового метода расчета позволит увеличить точность полученных данных при сохранении размера выборки или сократить размер выборки при сохранении точности данных.

**Ограничения использования нового метода.** Данный метод не всегда применим. На-

пример, для выборок менее 300 респондентов и более 1500 классический метод расчета статистической погрешности выигрывает у описываемого метода. Если выборка менее 300 респондентов, то размер подвыборки оставляет менее 100 респондентов. Это приводит к тому, что статистическая ошибка в подвыборках получается больше, чем при использовании классического метода. В то же время при выборках более 1500 респондентов размер статистической ошибки, рассчитанный классическим методом, получается настолько мал, что использование нового метода расчет становится нецелесообразным из-за своей сложности и громоздкости.

Таблица 7

Расчет доли синих шаров при использовании четырех подвыборок

Цвет шара	Подвыборка 1		Подвыборка 2		Подвыборка 3		Подвыборка 4	
	Кол-во шаров, шт.	Доля, %	Кол-во шаров, шт.	Доля, %	Кол-во шаров, шт.	Доля, %	Кол-во шаров, шт.	Доля, %
Красный	91	48	91	48	101	54	92	49
Синий	97	52	97	52	87	46	94	51
Итого	188	100	188	100	188	100	186	100

Таблица 8

Расчет доли синих шаров при использовании пяти подвыборок

Цвет шара	Подвыборка 1		Подвыборка 2		Подвыборка 3		Подвыборка 4		Подвыборка 5	
	Кол-во шаров, шт.	Доля, %	Кол-во шаров, шт.	Доля, %	Кол-во шаров, шт.	Доля, %	Кол-во шаров, шт.	Доля, %	Кол-во шаров, шт.	Доля, %
Красный	71	47	74	49	72	48	86	57	72	48
Синий	79	53	76	51	78	52	64	43	78	52
Итого	150	100	150	100	150	100	150	100	150	100

### ВЫВОД

Использование нового метода расчета статистической ошибки может оказаться весьма полезным. Особенность белорусского рынка заключается в том, что маркетинг на многих отечественных предприятиях, несмотря на достаточно активное развитие, все еще недостаточно хорошо развит. Поэтому немногие компании могут позволить себе заказать маркетинговое исследование. И на то есть сразу несколько причин, главной из которых по-прежнему является высокая стоимость проводимых исследований.

Эффект от использования данного метода может оказаться двойным. Во-первых, исследовательские компании смогут предложить белорусским предприятиям проведение маркетинговых исследований по более низкой цене. Во-вторых, использование результатов этих исследований поможет предприятиям более точно определить ситуацию на рынке и запросы покупателей. А это, в свою очередь, приведет к повышению качества и конкурентоспособности продукции.

Поступила 12.02.2008