



## ПРИМЕНЕНИЕ ФОРМУЛЫ БЕЙЕСА В ТЕКСТИЛЬНОЙ ЛЁГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Тошпулатова Ш.У**

*Ассистент Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности*

**Аннотация:** В данной статье рассматривается возможность применения формулы Бейеса как инструмента вероятностного анализа в условиях текстильного и швейного производства. Показано, как метод обновления вероятностей на основе новых данных может быть использован при контроле качества продукции, оценке причин брака и прогнозировании отказов оборудования. Приведены практические примеры расчётов, применимые на производственных предприятиях лёгкой промышленности.

**Ключевые слова:** формула Бейеса, теория вероятностей, контроль качества, лёгкая промышленность, текстильное производство, брак, вероятностный анализ.

**Abstract:** This article examines the applicability of the Bayes formula as a probabilistic analysis tool in textile and apparel manufacturing. It demonstrates how the method of updating probabilities based on new data can be used in product quality control, assessing the causes of defects, and predicting equipment failures. Practical examples of calculations applicable to light industry manufacturing facilities are provided.

**Key words:** Bayes formula, probability theory, quality control, light industry, textile production, defects, probabilistic analysis.

**Annotatsiya:** Ushbu maqola Bayes teoremasining to'qimachilik va kiyim-kechak ishlab chiqarishida ehtimollik tahlili vositasi sifatida qo'llanilishini o'rganadi. Unda yangi ma'lumotlar asosida ehtimollarni yangilash usuli mahsulot sifatini nazorat qilishda, nuqsonlar sabablarini baholashda va uskunalar nosozliklarini bashorat qilishda qanday qo'llanishi ko'rsatiladi. Yengil sanoat ishlab chiqarish korxonalarida qo'llash mumkin bo'lgan amaliy hisoblash misollari keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** Bayes teoremasi, ehtimollar nazariyasi, sifat nazorati, yengil sanoat, to'qimachilik ishlab chiqarishi, nuqsonlar, ehtimollik tahlili.

### ВВЕДЕНИЕ

Лёгкая промышленность - одна из наиболее динамично развивающихся отраслей экономики, в которой качество выпускаемой продукции напрямую определяет конкурентоспособность предприятия. Производство тканей, пряжи, готовой одежды и других изделий сопряжено с большим числом технологических операций, каждая из которых может стать источником дефекта. В этих условиях особую актуальность приобретают математические методы анализа и управления рисками.



Одним из таких инструментов является формула Бейеса - фундаментальный результат теории вероятностей, позволяющий пересчитывать оценку вероятности события с учётом поступающей новой информации. Первоначально разработанная в XVIII веке английским священником и математиком Томасом Бейесом, эта формула сегодня широко применяется в медицине, технике, экономике и многих других прикладных областях.

Цель настоящей статьи - показать, каким образом формула Бейеса может быть применена на предприятиях текстильной и швейной промышленности для решения практических задач управления качеством.

### 1. Формула Бейеса: теоретические основы

Формула Бейеса является следствием определения условной вероятности и теоремы о полной вероятности. Пусть имеется полная группа несовместных событий  $H_1, H_2, \dots, H_n$  (гипотезы), и наблюдается некоторое событие  $A$ . Тогда апостериорная вероятность гипотезы  $H_i$  при условии, что произошло событие  $A$ , определяется по формуле:

$$P(H_i | A) = P(H_i) \bullet P(A | H_i) / \sum P(H_i) \bullet P(A | H_i)$$

где  $P(H_i)$  - априорная вероятность гипотезы (до наблюдения события  $A$ ),  $P(A | H_i)$  - условная вероятность наступления события  $A$  при условии, что истинна гипотеза  $H_i$ , а сумма в знаменателе представляет собой полную вероятность события  $A$ .

Ключевое достоинство байесовского подхода состоит в том, что он позволяет систематически обновлять оценку вероятности по мере накопления новых данных. Это делает его незаменимым инструментом в ситуациях, когда решение необходимо принимать в условиях неопределенности, постепенно уточняя имеющиеся знания.

### Применение в текстильной промышленности

#### 1.1. Оценка причин производственного брака

Одной из наиболее востребованных задач в текстильном производстве является диагностика причин возникновения дефектов. Предположим, что на ткацком предприятии выделены три основные причины появления брака:

$H_1$  - неисправность ткацкого станка (встречается в 20% случаев брака);

$H_2$  - низкое качество сырья (встречается в 50% случаев);

$H_3$  - ошибка оператора (встречается в 30% случаев).

Пусть событие  $A$  - обнаружение дефекта в виде обрыва нити. По данным предыдущих проверок установлено, что  $P(A|H_1) = 0,7$ ;  $P(A|H_2) = 0,3$ ;  $P(A|H_3) = 0,2$ . Требуется определить, какова вероятность того, что причиной обрыва нити является неисправность станка.

По формуле полной вероятности:

$$P(A) = 0,20 \bullet 0,7 + 0,50 \bullet 0,3 + 0,30 \bullet 0,2 = 0,14 + 0,15 + 0,06 = 0,35$$

Апостериорная вероятность гипотезы  $H_1$  по формуле Байеса:

$$P(H_1|A) = (0,20 \cdot 0,7) / 0,35 = 0,14 / 0,35 \approx 0,40$$

Таким образом, при обнаружении дефекта в виде обрыва нити вероятность того, что причиной является неисправность станка, составляет около 40%, что в два раза выше исходной оценки в 20%. Это позволяет направить усилия контролёров качества именно на проверку оборудования.

## 1.2. Задачи

Формула Байеса в текстильной и лёгкой промышленности

Сборник задач с решениями по теории вероятностей

### 5.5 Теоретическая справка

Формула полной вероятности позволяет найти вероятность события  $A$ , которое может произойти совместно с одной из несовместных гипотез  $H_1, H_2, \dots, H_n$ :

$$P(A) = P(H_1) \bullet P(A|H_1) + P(H_2) \bullet P(A|H_2) + \dots + P(H_n) \bullet P(A|H_n)$$

Формула Байеса — позволяет пересчитать вероятность гипотезы после того, как наступило событие  $A$ :

$$P(H_i|A) = P(H_i) \bullet P(A|H_i) / P(A)$$

## 1 Проверка красителей на ткацкой фабрике



Условие: красители для ткацкой фабрики закупают у двух поставщиков:

— Поставщик №1: 70% поставок, дефектных красителей 4%

— Поставщик №2: 30% поставок, дефектных красителей 9%

Контролёр обнаружил дефектный краситель в производстве.

Вопрос: Найти вероятность того, что дефектный краситель поступил от поставщика №1 и от поставщика №2.

Решение:

$$P(H_1)=0,70; P(H_2)=0,30$$

$$P(A|H_1)=0,04; P(A|H_2)=0,09$$

Полная вероятность:

$$P(A) = 0,70 \cdot 0,04 + 0,30 \cdot 0,09 = 0,028 + 0,027 = 0,055$$

Формула Байеса:

$$P(H_1|A) = 0,70 \cdot 0,04 / 0,055 = 0,028 / 0,055 \approx 0,509 \text{ (50,9\%)}$$

$$P(H_2|A) = 0,30 \cdot 0,09 / 0,055 = 0,027 / 0,055 \approx 0,491 \text{ (49,1\%)}$$

$$\text{Проверка: } 0,509 + 0,491 = 1,000 \checkmark$$



Ответ: Вероятности почти равны: 50,9% — поставщик №1, 49,1% — поставщик №2

2 Швейные машины и процент бракованных изделий



Условие: в швейном цехе работают три машины разного возраста:

- Машина №1 (новая): производит 45% изделий, брак 1%
- Машина №2 (средний износ): производит 35% изделий, брак 4%
- Машина №3 (старая): производит 20% изделий, брак 7%

При проверке обнаружено бракованное изделие.

Вопрос: А — Какова вероятность обнаружить бракованное изделие на складе?

Вопрос: Б — На какой машине с наибольшей вероятностью было изготовлено это изделие?

Решение:

$$P(H_1)=0,45; P(H_2)=0,35; P(H_3)=0,20$$

$$P(A|H_1)=0,01; P(A|H_2)=0,04; P(A|H_3)=0,07$$

А) Формула полной вероятности:

$$P(A) = 0,45 \cdot 0,01 + 0,35 \cdot 0,04 + 0,20 \cdot 0,07$$

$$P(A) = 0,0045 + 0,0140 + 0,0140 = 0,0325$$

Б) Формула Байеса:

$$P(H_1|A) = 0,0045 / 0,0325 \approx 0,138 \text{ (13,8\%)}$$

$$P(H_2|A) = 0,0140 / 0,0325 \approx 0,431 \text{ (43,1\%)}$$

$$P(H_3|A) = 0,0140 / 0,0325 \approx 0,431 \text{ (43,1\%)}$$

Проверка:  $0,138 + 0,431 + 0,431 = 1,000 \checkmark$

Ответ: А: вероятность брака  $\approx 3,25\%$  | Б: машины №2 и №3 — по 43,1% (наибольшие)

Закключение

В ходе исследования было показано, что формула Байеса представляет собой эффективный инструмент вероятностного анализа, применимый к широкому кругу практических задач текстильной и швейной промышленности.

С её помощью можно диагностировать причины производственного брака, оценивать надёжность поставщиков и прогнозировать техническое состояние оборудования.

Внедрение байесовских методов в систему управления качеством позволяет предприятиям принимать более обоснованные решения, снижать издержки на брак и



повышать надёжность технологических процессов.

Дальнейшие исследования в данном направлении перспективны в части разработки специализированного программного обеспечения для автоматизированной поддержки принятия решений на текстильных производствах.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Х.К.Абдурахманова, И.Турсунов “Современные методы обучения высшей математике студентов технологических вузов” Научный вестник Ташкентского государственного педагогического университета, №1, 2021 г.

2. Х.К.Абдурахманова, Р.Яркулов Актуальные аспекты обучения студентов технического вуза. Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции. "Перспективы реформ, проводимых в системе высшего образования Республики Узбекистан" 2017 г

3. Х.К.Абдурахманова. А.А.Абдурахманов, И.Турсунов Учебно-методическое пособие по разделам высшей математики (Теория вероятностей и математическая статистика, элементы приближенных вычислений. Применение в текстильной и легкой промышленности). Изд. ТИТЛП Ташкент 2017.

4. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. - 12-е изд. - М.: Высшая школа, 2006. - 479 с.

5. Кибзун А.И., Горяинова Е.Р., Наумов А.В. Теория вероятностей и математическая статистика. - М.: Физматлит, 2005. - 224 с.

6. Браун М., Кумерле Т. Статистические методы в управлении качеством. - СПб.: Питер, 2010. - 368 с.

7. Гирш А.В. Применение математических методов в задачах легкой промышленности «Вестник технологического университета.» 2018. - Т. 21. - № 4. - С. 112-116.

8. Мухаммедов Б.А., Юсупов Р.Р. Автоматизированный контроль качества текстиля на основе машинного обучения Известия вузов. Технология текстильной промышленности. - 2021. - № 3. - С. 78-83.