

УДК 51:378.14

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ СТАБИЛЬНОСТИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СРЕДСТВАМИ
ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ MATHCAD

Е. Н. ДИК, И. И. БАГАУТДИНОВА

Башкирский государственный аграрный университет
Уфа, Россия

В работе изучается стабильность технологического процесса по исследованию номинального значения контролируемого признака. Реализация выдвинутой проблемы происходит средствами прикладной программы Mathcad инженерных расчетов с интерпретацией результатов. Рассмотренная задача изучается магистрами инженерно-технических направлений по дисциплинам «Математические модели и методы в технике», «Математические модели и методы в энергетике». Статистические методы объективно исследуют характер связи и достоверность технологического процесса производства.

При исследовании результатов измерений случайной величины, как правило, неизвестны либо параметры выборки, либо связывающая их закономерность. Оценивает свойства эмпирического ряда – предположение, называемое статистическая гипотеза. Статистическая гипотеза формулирует утверждение о закономерностях исследуемого процесса. Далее рассчитываются статистические величины, по значениям которых делается вывод о принятии или отвержении статистической гипотезы. И, как следствие, делается вывод о закономерностях исследуемого процесса.

Основную, значимую, нулевую гипотезу обозначают H_0 , а другую конкурирующую – K .

Рассмотрим задачу, представляющую часть статистического исследования изучаемого признака. Производственное оборудование может изменить свою конфигурацию, которая приводит к изменению оптимального значения контролируемой величины. В нашем случае случайная величина распределена нормально согласно закону статистики. Поэтому за состоянием технологического процесса ведутся наблюдения. Для проверки стабильности технологического процесса через каждые две смены изучают выборку объема $n = 10$. По результатам каждой смены исследовали две выборки и получили данные контролируемого признака: (19,4 19,9 20,2 20,1 20,4 19,8 20,5 19,6 20,3 19,9), (19,2 19,4 19,8 20,0 19,2 19,1 19,5 19,3 19,1 19,7).

В математической статистике существует достаточное число способов анализа исследовательской выборки. Сначала проводят первичную обработку данных, затем применяют критерии оценки доверительных интервалов значе-

ний случайных величин. В случае исследования многофакторных моделей строят регрессионные и корреляционные зависимости.

Для проверки устойчивости процесса стоит применить гипотезу о равенстве средних значений $H : a_x = a_y$ для малого объема выборок. В качестве конкурирующей принимаем гипотезу $K : a_x \neq a_y$. Для проверки гипотезы по выборочным данным вычислим статистику

$$t = \frac{x_e - y_e}{\sqrt{\frac{1}{n+m-2}[(n-1)S_x^2 + (m-1)S_y^2]}} \sqrt{\frac{nm}{n+m}},$$

где x_e, y_e – средние выборочные контролируемых значений признака; S_x^2, S_y^2 – соответствующие исправленные выборочные дисперсии.

Рассчитываемый параметр t подчиняется распределению Стьюдента с $k = n + m - 2$ степенями свободы. Найдем критическое значение параметра t по таблице, поскольку уровень значимости $\alpha = 0,05$ и число степеней свободы $k = n + m - 2 = 10 + 10 - 2 = 18$. $t_{кр} = t_{двуст.кр.}(\alpha, k) = t_{двуст.кр.}(0,05; 18) \approx 2,10$. При $-t_{кр} < t < t_{кр}$ нулевая гипотеза (о равенстве математических ожиданий двух выборок) принимается, а вне этого интервала гипотеза отвергается (отсутствие равенства математических ожиданий двух выборок).

В силу больших вычислений в формуле наблюдаемого значения критерия, его расчет провели в прикладной математической программе Mathcad. Встроенные функции достаточно быстро ведут расчет требуемых параметров и обработку результатов исследования.

$$X := \begin{pmatrix} 19.4 \\ 19.9 \\ 20.2 \\ 20.1 \\ 20.4 \\ 19.8 \\ 20.5 \\ 19.6 \\ 20.3 \\ 19.9 \end{pmatrix} \quad Y := \begin{pmatrix} 19.2 \\ 19.4 \\ 19.8 \\ 20 \\ 19.2 \\ 19.1 \\ 19.5 \\ 19.3 \\ 19.1 \\ 19.7 \end{pmatrix} \quad \alpha := 0.1 \quad n := 10 \quad m := 10$$

$$t := \frac{\text{mean}(X) - \text{mean}(Y)}{\sqrt{\frac{1}{n+m-2} [(n-1) \cdot \text{Var}(X) + (m-1) \cdot \text{Var}(Y)]}} \sqrt{\frac{nm}{n+m}};$$

$$|t_{\text{набл.}}| = 3.881; \quad qt\left(1 - \frac{\alpha}{2}, n+m-2\right) = 2.10.$$

Полученное значение $|t_{\text{набл.}}| > t_{\text{кр.}}$, т. е. $|t_{\text{набл.}}| > qt\left(1 - \frac{\alpha}{2}, n+m-2\right)$; $3,881 > 2,10$.

Таким образом, полученное значение наблюдаемого критерия $|t_{\text{набл.}}| = 3,881$ вышло за пределы критической области $-2,1 < t < 2,1$, не попало в область принятия нулевой гипотезы о равенстве математических ожиданий двух выборок. Значит, различие выборочных средних $x_{\text{с}} = 20,01$, $y_{\text{с}} = 19,43$ статистически значимо и необходимо принять конкурирующую гипотезу о том, что средние размеры контролируемого признака, например, диаметров изготавливаемых изделий не равны $K : a_x \neq a_y$, т. е. произошла разладка оборудования. Технологический процесс по наблюдению значений контролируемого признака не является стабильным и требует реконструкции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Арсланбекова, С. А.** Инструментальное управление учебной познавательной деятельностью студента / С. А. Арсланбекова // Инженерное обеспечение в АПК: науч. сб. – Уфа: Башкир. ГАУ, 2015. – С. 3–5.
2. **Арсланбекова, С. А.** Блог как форма успешной организации информационного взаимодействия преподавателя и студента в вузе / С. А. Арсланбекова, Л. Н. Титова, Е. П. Жилко // Инновации в образовании. – 2019. – № 4. – С. 122–129.
3. **Арсланбекова, С. А.** О возможности повышения эффективности деятельности учителя / С. А. Арсланбекова // Образование в современной школе. – 2004. – № 4. – С. 47.
4. Повышение качества образования в области цифрового инжиниринга / С. А. Арсланбекова [и др.] // Формирование профессиональной направленности личности специалистов – путь к инновационному развитию России: сб. ст. IV Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза, 2022. – С. 18–22.
5. **Арсланбекова, С. А.** Целостный подход к формированию у учащихся представлений о математике как науке / С. А. Арсланбекова // Образование в современной школе. – 2002. – № 6. – С. 22–24.
6. **Арсланбекова, С. А.** Реализация развивающего потенциала естественно-математических дисциплин на основе проектно-технологического подхода (на примере математики): дис. ... канд. пед. наук / С. А. Арсланбекова. – Уфа, 2003.
7. **Арсланбекова, С. А.** Проблемы когнитивной визуализации дидактических объектов / С. А. Арсланбекова, Н. Н. Манько, Ф. Ф. Ардуванова. – Уфа: Башкир. гос. пед. ун-т, 2007.
8. **Арсланбекова, С. А.** Дидактический дизайн – средство развития личности студента / С. А. Арсланбекова // Состояние, проблемы, перспективы АПК: материалы Междунар. науч.-

практ. конф., посвящ. 80-летию ФГОУ ВПО Башкирский ГАУ, Уфа, 30 сент. – 1 окт. 2010 г.:
в 2 ч. – Уфа: Башкир. ГАУ, 2010. – Ч. 2. – С. 11–15.