

**Глебова Мария Владимировна**

канд. физ.-мат. наук, доцент

Педагогический институт им. В.Г. Белинского  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

г. Пенза, Пензенская область

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ БАКАЛАВРА ПРОФИЛЯ ПОДГОТОВКИ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

*Аннотация:* в статье предлагается вариант реализации практико-ориентированного обучения по теме «Основные числовые характеристики дискретной случайной величины» бакалавра профиля подготовки «Аналитическая химия», приведены практико-ориентированные задачи, в которых числовые характеристики дискретных случайных величин помогают охарактеризовать воспроизводимость и в определенной степени оценить правильность результатов химического анализа.

*Ключевые слова:* практико-ориентированное обучение, химический анализ, дисперсия, стандартное отклонение, выборка.

В современном мире без математических расчетов не обходится практически ни одна наука. «Методы математической статистики – это один из самых важных инструментов обработки статистической информации» [1, с. 258].

Бакалавры направления подготовки «Аналитическая химия» в четвертом семестре изучают дисциплину «Теория вероятностей и математическая статистика». Изучение этой дисциплины формирует профессиональные компетенции, необходимые для успешной аналитической работы химической направленности, для проведения качественной обработки и интерпретации полученных результатов химического эксперимента. Однако не все студенты понимают, для чего вводится изучение данной дисциплины. Часто у них не возникает сильной мотивации в ее изучении, учитывая, что сам курс теории вероятностей и математической статистики довольно громоздкий и в каком-то плане тяжеловат для

восприятия и понимания студентами нематематического профиля. В связи с этим возникает необходимость разработать более эффективные приемы и способы ведения дисциплины «Теория вероятности и математическая статистика» с учетом применения новых образовательных технологий.

Одним из основных и важных моментов в обучении является способность заинтересовать студентов в изучении этой дисциплины. Для этого можно показать связь проблемной ситуации с повседневной жизнью, найти такую формулировку проблемного вопроса, чтобы обучающиеся захотели найти ответ на него. Также необходимо подобрать или составить самостоятельно интересные задания, которые показывают, как данная тема связана с их профессиональной деятельностью. Такой «подбор систем задач способствует повышению качества знаний студентов» [2, с. 189].

Определение содержания компонента в образце и получение информации о количественном составе анализируемого образца – одни из основных задач в химическом анализе. Любые действия над результатами различных измерений физических величин могут осуществляться на основании законов математической статистики, так как эти результаты являются случайными величинами. «Информация, получаемая с помощью анализа числовых характеристик случайных величин, является одним из важных ориентиров определения оценки полученных результатов» [3, с. 52], в частности, в воспроизводимости и других характеристик химического анализа. Если не соблюдается аккуратность и компетентность в обработке данных аналитических измерений, то может возникнуть очень высокая погрешность. При обработке результатов химического анализа чаще всего необходимо вычислить систематическую погрешность анализа, определить, является ли данная варианта промахом, рассчитать случайную погрешность анализа и сравнить результат анализа либо с истинным значением определяемой величины, либо с результатом другого анализа.

В данной статье на примере конкретных задач попробуем провести математическую обработку результатов химического анализа и оценить

воспроизводимость значений и наличие случайной погрешности химического анализа. Рассмотрим следующую задачу.

В химической лаборатории проводился титриметрический анализ. При проведении данного аналитического метода, лаборант записывал полученные значения объемов титранта (в мл), которые потребовались для титрования соляной кислоты щелочью. Данные значения представлены в следующем ряду: 6,26; 6,39; 6,23; 6,27; 6,28. Лаборанту необходимо оценить наличие промахов, рассчитать среднее значение объема титранта, его доверительный интервал, дать оценку воспроизводимости значений объемов титранта.

Перед тем как решать задачу, студентам необходимо объяснить, что под промахами подразумеваются случайные возможные ошибки, приводящие к появлению резко выделяющихся значений в выборках.

Для начала оценим наличие промахов. Поскольку  $n = 5$ , наличие промахов оценивается по Q-критерию. Сначала проведем ранжировку экспериментальных данных: 6,23; 6,26; 6,27; 6,28; 6,39.

Допустим, что крайние значения 6,23 и 6,39 – промахи. Q-критерий для этих значений:

$$Q = \frac{x_1 - x_2}{x_{max} - x_{min}},$$

$$Q_{\text{эксп1}} = \frac{6,26 - 6,23}{6,39 - 6,23} \approx 0,19; \quad Q_{\text{эксп2}} = \frac{6,39 - 6,28}{6,39 - 6,23} \approx 0,69.$$

По таблице числовых значений Q-критерия находим, что  $Q_{\text{крит}}$  для  $n = 5$  равно 0,64.

Поскольку  $Q_{\text{эксп1}} < Q_{\text{крит}}$ , то значение 6,23 не является промахом, а так как  $Q_{\text{эксп2}} > Q_{\text{крит}}$ , значение 6,39 является промахом.

Исключаем промах 6,39 и повторяем расчет для новой выборки: 6,23; 6,26; 6,27; 6,28. Для этой выборки имеем:

$$Q_{\text{эксп1}'} = \frac{6,26 - 6,23}{6,28 - 6,23} = 0,6; \quad Q_{\text{эксп2}'} = \frac{6,28 - 6,27}{6,28 - 6,23} = 0,2.$$

Находим табличное значение  $Q_{\text{крит}}$  для  $n = 4$ , оно равно 0,76.

Поскольку  $Q_{\text{эксп1}}' < Q_{\text{крит}}$  и  $Q_{\text{эксп2}}' < Q_{\text{крит}}$ , то больше промахов в серии нет.

Находим среднее значение объема титранта по формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Получим:  $\bar{x} = \frac{6,23+6,26+6,27+6,28}{4} = 6,26$  мл.

Находим дисперсию по формуле:  $s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ .

Получим:  $s^2 \approx 4,67 \cdot 10^{-4}$ .

Находим стандартное отклонение по формуле:  $s = \sqrt{s^2}$ .

Получим:  $s = \sqrt{4,67 \cdot 10^{-4}} \approx 2,16 \cdot 10^{-2}$  мл.

Рассчитаем доверительный интервал. Возьмем доверительную вероятность  $P = 0,95$ . Дисперсия  $s^2$  имеет степени свободы  $f$ , равную 3, табличное значение коэффициента Стьюдента  $t_{p,f}$  для  $P = 0,95$  и  $f = 3$  равно 4,3. Используя формулу  $\Delta x = \pm \frac{t_{p,f} \cdot s}{\sqrt{n}}$ , получим полуширину доверительного интервала  $\Delta x = \frac{4,30 \cdot 2,16 \cdot 10^{-2}}{\sqrt{4}} \approx \pm 0,05$  мл. Следовательно,  $x = 6,26 \pm 0,05$  мл.

Для характеристики воспроизводимости рассчитаем относительное стандартное отклонение  $s_r = \frac{s}{\bar{x}}$ ,  $s_r = \frac{2,16 \cdot 10^{-2}}{6,26} \approx 0,003$ .

Итак, можем сделать вывод, что относительное стандартное отклонение не превышает 0,01, что соответствует требованию ГОСТ, следовательно, титрование аликвоты соляной кислоты раствором гидроксида натрия было проведено верно.

Таким образом, включение заданий, связанных с использованием элементов профессиональной деятельности, повышает мотивацию студентов в изучении дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» и, как следствие, улучшает качество специалистов, которые обучаются по направлению «Аналитическая химия».

### **Список литературы**

1. Глебова М.В. Использование формулы Байеса в экономике / М.В. Глебова, А.В. Тимохин // Управление реформированием социально-экономического развития предприятий, отраслей, регионов: сборник научных трудов IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей и практиков, посвященной 100-летию ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации». – 2018. – С. 258–261.
2. Глебова М.В. Задачи в вузовском обучении математике / М.В. Глебова // Актуальные вопросы методики обучения математике и информатике: материалы Всероссийской научно-практической конференции преподавателей математики, информатики школ и вузов. – 2014. – С. 189–194.
3. Серова А.С. Дискретные случайные величины в экономике / А.С. Серова, М.В. Глебова // Концепции фундаментальных и прикладных научных исследований: сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции: в 6 частях. – 2017. – С. 50–52.