

E позволяет снять вырождение по продольному квантовому числу **j** и расширить количество резонансных состояний в туннельном барьере. Такое расширение приводит к появлению дополнительных пиков на зависимости амплитуды переменного тока от частоты внешнего поля.

Появление дополнительных пиков протекающего тока служит указанием на возбуждение туннельной системы внешним полем. Поэтому, изменяя величину поля можно осуществлять резонансную настройку системы нанотрубок на определённую частоту внешнего поля. При этом следует отметить, что зависимости активных составляющих тока имеют почти одинаковый вид. Это приводит к движению тока в виде спирали, т.е. наиболее вероятное движение может осуществляться через состояния с большими значениями **μ** и **ν** (рисунок 1). Отсюда следует, что реактивная составляющая тока может менять знак (7), что приведет к усилению сигнала.

Наличие пути движения тока через состояния с большими значениями **n** и **m** из-за свойства перемежаемости корней уравнения $J_n(kR) = 0$, дает возможность управления частотной зависимостью тока от внешнего поля. Действительно, разность величин E_{nm} для различных значений **n** и **m** может быть сделана близкой к терагерцовому диапазону частот. Дополнительная настройка в резонанс может быть осуществлена подстройкой «продольной» составляющей тока, зависящей от длины нанотрубки, за счет поляризации внешнего поля.

Заключение. В реальной ситуации появляется потребность учета влияния всегда присутствующего взаимодействия между электронами на процессы квантовой интерференции и резонансного туннелирования. Последнее следует из того, что сдвиг резонансного уровня за счет взаимодействия на величину малую по сравнению с энергией электрона ϵ_R , но сопоставимую с шириной резонансного уровня δ , резко изменяет резонансный ток. Такой сдвиг может быть обусловлен приложением внешнего поля, причём низкой частоты.

1. Дьячков П.Н. Электронные свойства и применение нанотрубок / П.Н. Дьячков. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 488с.
2. Семененко В.Л., Лейман В.Г., Арсенин А.В., Стебунов Ю.В., Рьжий В.И. Система из двух углеродных нанотрубок как антенна и детектор терагерцового излучения // Журнал радиоэлектроники. – 2012. – № 6. – с. 2–15.
3. Запорожкова И.В., Борознина Н.П., Пархоменко Ю.Н., Кожитов Л.В. Сенсорные свойства углеродных нанотрубок // Известия высших учебных заведений. Материалы электронной техники. – 2017. – т. 20, № 1. с.5 – 21. DOI: 10.17073/1609-3577-2017-1-5-21
4. Елесин. В.Ф. К теории когерентной генерации резонансно-туннельного диода // ЖЭТФ. – 1999. – т.116. – вып. 2(8). – с.704–716.
5. Monsen Razavy Quantum theory of tunnrlng/ 2nd Edition. World Scientific Publishing Co. – 2014. – 792 p.
6. Бохан Ю.И. Туннелирование через цилиндрический барьер // Проблемы инфокоммуникаций. – 2023. – № 2(8). – с. 61–65.
7. Watson G. A treatise on the theory of Bessel functions. Published by University Press in Cambridge (1966). 816 p.
8. Полянин А.Д. Справочник по линейным уравнения математической физики. – М.: ФИЗМАТЛИТ, – 2001. – 576 с.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ НЕЙТРАЛЬНО-ДЕТЕРГЕНТНОЙ КЛЕТЧАТКИ В КОРМАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ АМИЛАЗЫ С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

*А.Э. Бувевич, Т.В. Бувевич
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

При измерении любой физической величины неизбежно приходится сталкиваться с понятием погрешности измерений, так как никакое измерение не дает истинного значения определяемой величины. Всякое измерение сопровождается той или иной погрешностью, которая возникает при отклонении результата измерений от истинного значения измеряемой величины по различным причинам. При том, что истинное значение измеряемой физической величины неизвестно, невозможно точно вычислить и погрешность измерения физической величины [1].

Эта проблема хорошо известна специалистам, и для ее решения в классической теории погрешностей предлагалось использовать понятие условно истинного значения измеряемой величины, которое определяется экспериментально из предположения, что результат эксперимента или измерения наиболее близок к истинному значению измеряемой величины.

При таком подходе понятие истинного значения применяется только в теоретических исследованиях. На практике для определения погрешности измерения необходимо сначала провести экспериментальные исследования по оценке значения измеряемой величины. Такие эксперименты в большинстве случаев сводятся к проведению многократных измерений. При этом надо быть уверенным, что полученные оценки измеряемой величины действительно близки к ее истинному значению. Полученное экспериментальное значение принято считать условно истинным [2].

Целью работы является разработка и применение методики расчета с учетом неопределенности измерения физических величин для определения содержания нейтрально-детергентной клетчатки в кормах с применением амилазы по ГОСТ ISO 16472–2014 [3].

Тема актуальна, так как при проведении исследований не всегда имеется возможность выполнять многократные измерения. Поэтому было введено понятие неопределенность, которое понимается как сомнение в точности измерения истинного значения физической величины. Неопределенность измерения представляет собой параметр, связанный с результатом измерения, характеризующим разброс значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине.

Материал и методы. Разработана методика определения содержания нейтрально-детергентной клетчатки в кормах с применением амилазы с учетом неопределенности измерений. Сущность метода заключается в использовании раствора нейтрального детергента и термостабильной альфа-амилазы для растворения легкопереваримых белков, жиров, сахаров, крахмала и пектиновых веществ в кормах животного происхождения с оставлением нерастворимого волокнистого остатка, представляющего собой, главным образом, компоненты клеточных стенок растительных материалов (целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина) и нерастворимые азотистые вещества.

Функция измерений для измеряемой величины составляется на основании принципа измерений, заложенного в методе измерений, описанном для реализации в методике выполнения измерений по ГОСТ ISO 16472–2014 [3]:

$$W_{a\text{NDF},ar} = 100 \frac{(m_{ce} - m_c - m_{be} + m_b)}{m_s}, \quad (1)$$

где $W_{a\text{NDF},ar}$ – содержание нейтрально-детергентной клетчатки с применением амилазы в полученной пробе, %; m_{ce} – масса пробы и тигля после экстракции и сушки, г; m_c – масса тигля, включая средство для фильтрования, до помещения пробы, г; m_s – масса анализируемой пробы, г; m_b – средняя масса тигля холостого опыта, включая средство для фильтрования, г; m_{be} – средняя масса тигля холостого опыта, включая средство для фильтрования после экстракции и сушки, г.

При анализе входных величин учитываются массы навесок m_{ce} , m_c , m_s , m_b , m_{be} , которые определяются путем взвешивания на весах лабораторных, пределы погрешности взвешивания которых составляют $\pm \Delta$.

Неопределенность, связанная с измерением массы навесок m_{ce} , m_c , m_s , m_b , m_{be} , оценивается по данным изготовителя весов. В паспорте на весы лабораторные для диапазона измерений указаны пределы погрешности взвешивания $\pm 0,0001$ г. Поскольку значение дано без доверительной вероятности, принимаем треугольное распределение значений погрешности взвешивания. Стандартная неопределенность массы навесок m_{ce} , m_c , m_s , m_b , m_{be} оценивается по формуле:

$$u_m = \frac{\Delta}{\sqrt{6}}. \quad (2)$$

Вклад массы навесок m_{ce} , m_c , m_s , m_b , m_{be} определяется как частные производные функции измерений, представленной формулой (1), по входным величинам. Вычисления представлены формулами (3) – (7):

$$\Delta m_c = \frac{\partial(w_{a\text{NDF},ar})}{\partial m_c} = -\frac{100}{m_s}, \quad (3)$$

$$\Delta m_b = \frac{\partial(w_{a\text{NDF},ar})}{\partial m_b} = \frac{100}{m_s}, \quad (4)$$

$$\Delta m_{ce} = \frac{\partial(w_{a\text{NDF},ar})}{\partial m_{ce}} = \frac{100}{m_s}, \quad (5)$$

$$\Delta m_{be} = \frac{\partial(w_{a\text{NDF},ar})}{\partial m_{be}} = -\frac{100}{m_s}, \quad (6)$$

$$\Delta m_s = \frac{\partial(w_{a\text{NDF},ar})}{\partial m_s} = \frac{100(m_{ce}-m_c-m_{be}+m_b)}{m_s^2}, \quad (7)$$

где Δm_c , Δm_b , Δm_{ce} , Δm_{be} , Δm_s – весовые коэффициенты.

Стандартная неопределенность, связанная с оценкой среднего значения двух параллельных измерений, является экспериментальным стандартным отклонением среднего значения и равна положительному квадратному корню из экспериментальной дисперсии среднего значения. Стандартная неопределенность $u(w_{a\text{NDF},ar})_{cp}$ определяется по формуле:

$$u(w_{a\text{NDF},ar})_{cp} = \sqrt{\frac{((w_{a\text{NDF},ar,cp}-w_{a\text{NDF},ar,1})^2+(w_{a\text{NDF},ar,cp}-w_{a\text{NDF},ar,2})^2)}{n(n-1)}}, \quad (8)$$

где $w_{a\text{NDF},ar,cp}$ – среднее значение определения содержание нейтрально-детергентной клетчатки с применением амилазы в полученной пробе; $w_{a\text{NDF},ar,1}$ – первое значение определения содержание нейтрально-детергентной клетчатки с применением амилазы в полученной пробе; $w_{a\text{NDF},ar,2}$ – второе значение определения содержание нейтрально-детергентной клетчатки с применением амилазы в полученной пробе; n – количество параллельных определений.

При оценке суммарной неопределенности от разных весовых источников m_{ce} , m_c , m_s , m_b , m_{be} производится суммирование стандартных неопределенностей входных величин. Навески m_{ce} , m_c , m_s , m_b , m_{be} являются величинами не коррелированными, поэтому суммирование в случае отсутствия корреляции входных величин осуществляется с учетом весовых коэффициентов, в качестве которых используют соответствующие частные производные, представленные выражениями (3) – (7).

Суммарная неопределенность рассчитывается по формуле:

$$U = \sqrt{u_m^2 \Delta m_c^2 + u_m^2 \Delta m_b^2 + u_m^2 \Delta m_{ce}^2 + u_m^2 \Delta m_{be}^2 + u_m^2 \Delta m_s^2 + u(w_{a\text{NDF},ar})^2}. \quad (9)$$

Расширенная неопределенность с коэффициентом охвата k рассчитывается по формуле:

$$U_k = kU, \quad (10)$$

где U_k – расширенная неопределенность с коэффициентом охвата k ; k – коэффициент охвата ($k = 2$ при вероятности охвата случайной величины 95%, $k = 3$ при вероятности охвата случайной величины 99%); U – суммарная неопределенность.

Окончательный результат определения содержания нейтрально-детергентной клетчатки с применением амилазы с учетом неопределенности измерений с коэффициентом охвата k представлен следующей формулой:

$$W = w_{aNDf,ar} \pm Uk. \quad (11)$$

Результаты и их обсуждение. При определении содержания нейтрально-детергентной клетчатки с применением амилазы с учетом неопределенности измерений в лаборатории приходится выполнять помимо лабораторных исследований еще и множество достаточно сложных математических расчетов. Описанная выше методика определения содержания нейтрально-детергентной клетчатки с применением амилазы с учетом неопределенности измерений реализована в виде программного обеспечения, которое позволяет в автоматизированном режиме выполнять все вычисления. Разработанная инновационное программное обеспечение позволяет получить все необходимые расчеты сразу же после ввода данных.

Закключение. Разработанная методика внедрена и используется на ООО «Винне-рАгро», г. Гродно, ведущем предприятии по производству кормовой продукции для сельскохозяйственных животных и птицы.

1. Заяц, Н.И. Оценка неопределенности измерений: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-54 01 03 «Физикохимические методы и приборы контроля качества продукции» / Н.И. Заяц, О.В. Стасевич. – Минск: БГТУ, 2012. – 91 с.

2. Руководство по выражению неопределенности измерения / пер. с англ. под ред. В.А. Слава. – СПб.: ГП ВНИИМ им. Д. И. Менделеева, 1999. – 134 с.

3. ГОСТ ISO 16472-2014. Корма для животных. Определение содержания нейтрально-детергентной клетчатки с применением амилазы (аНДК). Москва Стандартиформ 2014. – 19 с.

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ СВОЙСТВ ЧАСТИЧНОЙ РАЗРЕШИМОСТИ ГРУПП ПОСРЕДСТВОМ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ GAP

*Е.А. Витько
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова*

Система компьютерной алгебры GAP содержит библиотеку групп малых порядков, что позволяет использовать эту систему в теории конечных групп. Применение GAP для исследования свойств конечных групп описано в работах Вдовина и Зенкова [1], Грицука [2], Залесской и Дрозд [3, 4]. Цель настоящей работы – разработать функцию в системе компьютерной алгебры GAP для нахождения такого множества простых чисел π , для которого конечная группа является π -разрешимой.

Материал и методы. В работе используются методы абстрактной теории групп, а также методы системы компьютерной алгебры GAP.

Результаты и их обсуждение. В определениях и обозначениях мы следуем [5].

Все рассматриваемые в работе группы конечны.

Пусть π – некоторое множество простых чисел, π' – дополнение множества π во множестве всех простых чисел. Напомним, что группу G называют π -разрешимой, если любой ее главный фактор является либо элементарной абелевой p -группой для $p \in \pi$,