



Рисунок 1 – Численные решения для $m_1 = 1$, $m_2 = 2$ и $\omega = 1$:
 а) волновые функции; б) энергия связанного состояния

На рисунке 1 (а) видно, что число нулей волновой функции равно номеру состояния n . На рисунке 1 (б) можно заметить, что энергия двухчастичной системы всегда $M > m_1 + m_2$.

Литература

1 Мартыненко, А. П. Релятивистская приведенная масса и квазипотенциальное уравнение / А. П. Мартыненко, Р. Н. Фаустов. – ТМФ, 1985. – Том 64, номер 2. – С. 179–185.

А. С. Павлюкова

Науч. рук. **Н. А. Алешкевич**,
 канд. физ.-мат. наук, доцент

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ДОЗАТОРОВ ПИПЕТОЧНЫХ

Калибровка средств измерений – проведение работ по метрологической оценке, в ходе которых устанавливается соотношение между значением величины, полученным с использованием средства измерений, и значением величины, воспроизводимой и (или) хранимой национальным эталоном единицы величины, в целях определения действительных метрологических характеристик средства измерений. Ввиду того, что количество разнообразных средств измерений и оборудования на предприятиях и в организациях постоянно увеличивается, возникает необходимость разработки новых методик их метрологической оценки (поверки, калибровки, метрологической экспертизы). Методика калибровки представляет собой алгоритм и порядок проведения определенных операций, документированный в соответствии с требованиями технических нормативных правовых актов.

Целью работы является изучение нормативных и законодательных основ обеспечения единства измерений в Республике Беларусь, видов работ по метрологической оценке средств измерений, а также разработка методики калибровки дозаторов пипеточных.

Объектом исследования являются дозаторы пипеточные, которые предназначены для объемного дозирования проб биологических жидкостей и реактивов, применяемых в практике медицинских и химических исследований с использованием одноразовых наконечников. Дозаторы пипеточные могут применяться в лабораторной практике от медицинских учреждений до промышленных учреждений и организаций различного

профиля. Калибровка дозаторов производится с целью подтверждения достоверности показания прибора и повышения надежности проведения процедуры дозирования при эксплуатации устройства.

В соответствии с требованиями СТБ ИСО/МЭК 17025-2007, нами разработана методика калибровки дозаторов, диспенсеров для измерения объема жидкости с пределами дозирования от 0,001 до 100 мл. В соответствии с заявкой заказчика, калибровка может быть проведена как во всем, так и в ограниченном диапазоне дозирования, или в отдельных точках диапазона, в которых производится дозирование непосредственно при эксплуатации дозатора.

Калибровка осуществляется весовым методом посредством использования в качестве образцов дозированной дистиллированной воды при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$. Процедуру взвешивания дозы повторяют 20 раз в каждой из калибруемых точек диапазона дозирования. В каждой из калибруемых точек рассчитывается относительное отклонение среднего арифметического значения фактического объема дозы от номинального значения и оценивается величина расширенной неопределенности измерений.

В настоящее время нами ведутся работы по расчету неопределенностей измерений и оформлению методики калибровки. Рекомендуемая периодичность калибровки дозаторов составляет 12 месяцев. Разработанная нами методика калибровки дозаторов пипеточных удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к данным техническим документам, и позволяет осуществлять метрологическую оценку (калибровку) данных средств измерений в целях выполнения требований Закона «Об обеспечении единства измерений».

А. А. Петегерич

*Науч. рук. А. Н. Годлевская,
канд. физ.-мат. наук, доцент*

НАЧАЛЬНОЕ ОБУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯМ С ВЕКТОРАМИ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В ДЕВЯТОМ КЛАССЕ

При описании многих физических явлений в курсе физики используются векторные величины. При теоретическом описании явлений и решении практических задач учащимся необходимо знать свойства векторов, уметь выполнять операции с ними. К сожалению, изучение этого раздела исключено из курса математики. Изучение понятия о векторных величинах и правил выполнения действий над ними (сложение, вычитание векторов, умножение вектора на число, проецирование вектора на ось) включено в программу по физике для девятого класса. В учебном пособии [1] указанные сведения содержатся в разделе «Основы кинематики». При этом в § 2 (до введения понятия о векторах) для иллюстрации относительности движения на рисунках 6 и 7 используются обозначения *вектора скорости*, а на рисунках 10, 11 как векторы – с указанием начала отсчета и направления – изображены оси системы координат. По нашему мнению, чтобы избежать нарушения целостности восприятия кинематического описания движения, целесообразно изменить последовательность изучения этих тем, рекомендованную в примерном календарно-тематическом планировании на 2020/2021 учебный год [2], и организовать изучение материала, изложенного в [1] в §§ 3, 4, до изучения вопроса об относительности движения и введения понятия о системе отсчета.

При этом на рекомендованных в [2] двух уроках изучения нового материала и трех уроках решения задач следует предложить учащимся задания, в которых требуется выполнять действия не с абстрактными математическими векторами, а с векторными