

**И.Т. МИХНЕНКО, Ю.М. АНДРЕЕВ**, докт. техн. наук, доцент

### **Реализация бесконечных сумматоров и несобственных интегралов в системе специальной компьютерной алгебры «КиДиМ»**

В данной работе решается задача по расширению функциональных возможностей существующих модулей специальной системы компьютерной алгебры КиДиМ (ССКА КиДиМ) для решения задач математической физики.

Данная тема актуальна, так как она значительно расширяет возможности программного комплекса и позволяет решать целый класс задач математической физики, такие как колебания мембраны, задачи теплопроводности, колебания струн. Основные преимущества ССКА КиДиМ перед другими математическими пакетами, поддерживающими данные возможности – оптимальность решения, свободные версии, понятный пользовательский интерфейс. КиДиМ включает в себя необходимые функции и настройки, помогающие пользователю при задании начальных условий и записи соответствующих аналитических выражений и инструкций получить решение задачи.

Эти решения во многих случаях могут быть записаны аналитическими выражениями, оперирующими с бесконечными суммами и несобственными интегралами. Поэтому ССКА КиДиМ должна давать возможность записать пользователю в исходных данных такие выражения, редактировать их, диагностировать, читать, распознавать, хранить в оперативной памяти, печатать, рассчитывать, если необходимо, делать преобразования – упрощать, дифференцировать, интегрировать [1].

Сумматор в ССКА «КиДиМ» в текстовой нотации имеет синтаксис:

$$\text{summ}(f(i), i, i_0, i_k)$$

В графической нотации это равнозначно традиционной математической записи

$$\sum_{i=i_0}^{i_k} f(i)$$

Аргументы такой записи задают суммируемую формулу, индекс суммирования и границы его изменения. При этом суммируемая формула должна зависеть от индекса суммирования и может быть любой формулой в т.ч. константой, переменной, выражением и сумматором или интегралом. Границы изменения индекса могут быть бесконечно большими (используется слово *infinity* с плюсом (или без знака) или с минусом), а также функциями, вырабатывающими целочисленные значения. Шаг изменения индекса предполагается равным 1. Если сумматор имеет бесконечные границы, то в

случае, когда члены ряда имеют одинаковый знак, может потребоваться выражение для остаточного члена, которое записывается через запятую после верхнего предела. Суммируемая формула может также содержать индексированные по индексу  $i$  переменные и сам индекс суммирования. Для обозначения в именах переменных нижних индексов перед обозначением индекса необходимо поставить символ '\$'.

Интегралы в ССКА «КиДиМ» в текстовой нотации записываются:

$$\text{intg}(f(x), x, a, b)$$

В графической нотации это равнозначно традиционной математической записи

$$\int_a^b f(x)dx$$

Аргументы такой записи задают подынтегральную функцию, переменную интегрирования и пределы ее изменения. При этом подынтегральная функция может быть любой формулой в т.ч. константой, переменной, выражением, сумматором и интегралом. Пределы изменения переменной могут быть бесконечно большими (используется слово *infinity* с плюсом (или без знака) или с минусом), а также выражениями.

Все аналитические выражения в ССКА КиДиМ представляются в памяти ПК бинарными деревьями, что оптимизирует затраты памяти, скорость расчетов и преобразования. При реализации сумматоров и интегралов было рассмотрено несколько вариантов решения [2-3] и найден нетривиальный вариант, при котором используется остаточный член, дающий оценку точности суммирования или интегрирования, для чего ряд мажорируется геометрической прогрессией. Данный метод был проверен на примере свободных колебаний мембраны. Результат, полученный в ССКА КиДиМ, был сопоставлен с результатами, полученными, при использовании других математических пакетов.

### **Список литературы:**

1. Андреев. Ю. М. Теоретическая и аналитическая механика: Решение заданий с помощью компьютерной алгебры «КиДиМ» / Ю. М. Андреев. Харьков: НТУ ХПИ, 2013. - 184 с.
2. Дьяконов В. П. Справочник по применению системы PC MATLAB / В. П. Дьяконов. - М.: Физматлит, 1993. - 112 с.
3. Таранчук В. Б. Основные функции систем компьютерной алгебры / В. Б. Таранчук. - Минск: БГУ, 2013. - 59 с.