

## ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ РЕЗУЛЬТАТА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЯ ВЕЛИЧИН ПОСРЕДСТВОМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Шульдов Н.А., Казаченко Г.В.

Белорусский государственный университет

**Abstract.** *Error estimate of the result of mathematical operations on approximate numbers is considered. Two methods for estimating the magnitude of this error are compared. The results of applying these methods are shown.*

Численные значения огромного количества величин, используемых в самых различных сферах деятельности, определяются чаще всего измерениями или математическими операциями, а также совокупностью тех и других действий. Результаты в большинстве случаев не являются абсолютно точными, т.е. обладают некоторой погрешностью. Эта погрешность зависит как от точности исходных данных, так и от количества и характера исполняемых математических операций. Не рассматривая причины возникновения погрешностей исходных данных и считая результаты математических операций над ними функцией этих данных, предельную относительную погрешность этого результата находят по формуле:

$$\delta Q = \frac{1}{|Q|} \left| \sum_1^n \frac{\partial Q}{\partial x_i} x_i \delta x_i \right|, \quad (1)$$

где  $Q = Q(x_i)$  – результат совокупности математических операций над приближенными значениями величин;

$\delta x_i$  – известные относительные погрешности значений величин  $x_i$ .

Этот способ определения предельной относительной погрешности результатов математических операций над приближенными величинами используется в настоящее время как основной, и приводится в учебной и научной литературе. Вместе с тем, на наш взгляд, этому способу присущи и определенные недостатки. Основной из них заключается в том, что по выражению (1) определяется предельная погрешность, тогда как действительная может быть намного меньше. Уточнение, чаще всего уменьшение погрешности, может быть достигнуто за счет ее оценки с помощью метода Монте-Карло и известному правилу трех сигм. Правило трех сигм используется при нормальном законе распределения случайной величины. Опыт определения законов распределения результатов  $Q$  операций над приближенными величинами  $x_i$  показывает, что при практически любых законах распределения этих величин, закон распределения  $Q$  – нормальный. Таким образом, при использовании метода Монте-Карло и правила трех сигм приближенные величины  $x_i$  и результаты операций над ними рассматриваются как случайные величины. Причем закон распределения величин  $x_i$  известен, а закон распределения величины  $Q$  и его характеристики находятся с использованием метода Монте-Карло, согласно алгоритму, приведенному на рисунке 1.

Как правило, применение метода Монте-Карло дает значение  $\delta Q$  меньше, чем формула (1). Более того, эта разница возрастает с количеством  $x_i$  и количества операций, совершаемых над ними. Это утверждение подтверждается следующим простым примером. Пусть  $Q$  определяется формулой  $Q = \prod_1^n x_i$ , где погрешности  $\delta x_i$  равны между собой. Тогда согласно (1)

$$\delta Q = n \delta x_i.$$

Если теперь определить  $\delta Q$  с применением метода Монте-Карло и правила трех сигм, то при изменении  $n$  от 1 до 6 при  $\delta x_i = 0.01$ , результаты обоих методов представлены на рисунке 2.

Естественно, что график, показанный на рисунке 2, иллюстрирует лишь частный вариант расхождений в определении  $\delta Q$  двумя методами. Тем не менее, этот простой пример подтверждает предположение о возможности и более высокой точности определения  $\delta Q$  с применением метода Монте-Карло и использования правила трех сигм.

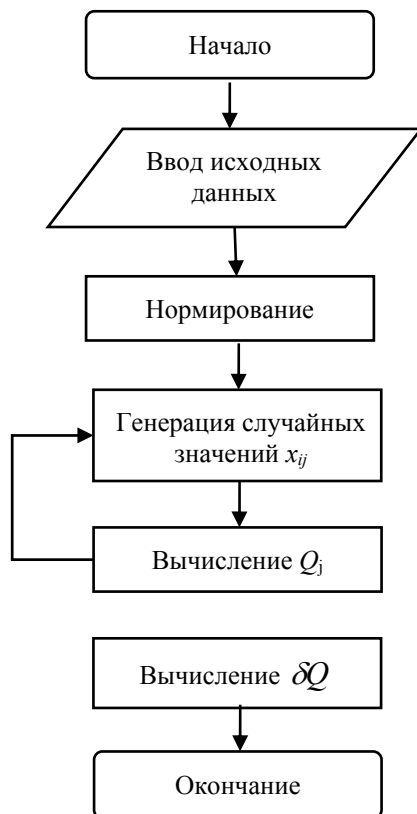


Рисунок 1 – Алгоритм вычисления  $\delta Q$  с применением метода Монте-Карло

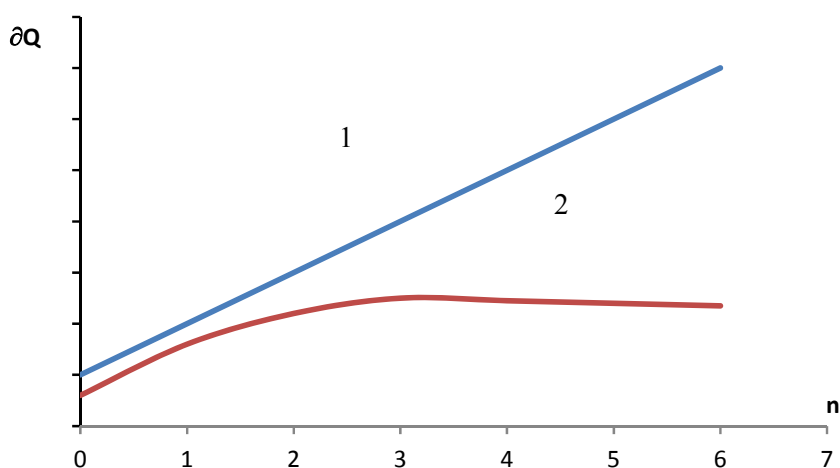


Рисунок 2 – Определение  $\delta Q$  двумя методами:  
 1 – классический метод; 2 – применение метода Монте-Карло и правила трех сигм

### Список использованных источников

1. Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики / Б.П. Демидович, И.А. Марон. – М.: Наука, 1966. – 664 с.

УДК 004.05

## ПРИМЕНЕНИЕ САПР КОМПАС-ЭЛЕКТРИК В УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Яушкин К.А.

Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»

***Аннотация.** В процессе учебной деятельности большое значение имеет применение информационных технологий. При подготовке техников-электриков широкое применение нашла программа КОМПАС-Электрик.*

***Abstract.** In learning activities the use of information technology is of great importance. In the training of electrical technicians, the Compass-Electric program has been widely used.*

Система автоматизированного проектирования КОМПАС-Электрик предназначена для создания проектов и чертежей электрических схем, автоматизации проектирования и для выпуска комплекта документов (схем и отчетов к ним) на электрооборудование объектов производства. В качестве объектов производства могут выступать любые объекты, в которых для выполнения электрических связей используется проводной монтаж. Это и низковольтные комплектные устройства (НКУ), и системы релейной защиты и автоматики (РЗА), и многое другое. Программу можно применять в колледжах, институтах, конструкторских бюро и отделах, которые проектируют электроснабжение, электроприводы, электрическое оборудование. Возможности программы позволяют легко и качественно проектировать электрические схемы разной степени сложности, создавать отчеты на требуемое электрооборудование [2]. Например, при наполнении схем можно использовать следующие функции:

- вставка условно-графических изображений (УГО);
- построение различных линий связи (простых, групповых, электрической шины);
- вставка специальных символов;
- копирование фрагментов и элементов схем;
- формирование объектов спецификации и т.д.

Программа имеет ряд преимуществ:

- повышается скорость создания и оформления документов проекта – система обладает функциями автоматического формирования большей части документов в проекте;
- исключение рутинных операций – каждая комплектующая единица проекта вводится только один раз, и при формировании различных документов дальнейшее использование ее данных происходит автоматически;
- повышение качества выпускаемых предприятием изделий – система обладает рядом элементарных контрольных функций, отсутствующих при ручном проектировании.

Рост качества оформления документов – все графические обозначения электроаппаратов во всех документах проекта приведены к единому представлению, элементы оформления чертежей полностью соответствуют требованиям ЕСКД [3].

Выполняя схему электрическую принципиальную тяговой подстанции городского электрического транспорта г. Минска в КОМПАС-Электрик, использовали базу данных элементов УГО.

Наполнение принципиальной схемы производилось посредством вставки из базы данных УГО элементов схемы. На этом этапе, в случае необходимости, пользователь может определять количество функциональных цепей и принадлежность к ним линий связи, осуществлять маркировку проводов. При выполнении таких манипуляций со схе-