

# ОЦЕНКА СУЩЕСТВУЮЩИХ КЛАССИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ МНОГОМЕРНЫХ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Ю.Д. Бай, А.В. Шмойлов

tbf@list.ru

*Научный руководитель: Шмойлов А.В., к.т.н., доцент,*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

Существующие классические методы решения задач можно классифицировать в две группы: точечные и итерационные. Точные (прямые) методы позволяют найти точные значения искоемых неизвестных величин с использованием конечного числа операций, однако фактически все вычисления ведутся с аппроксимацией, округлениями, поэтому значения величин, полученных точными методами, с высокой степенью вероятности будут содержать погрешности. К точным методам можно причислить метод Гаусса, различные его модификации, решение линейных уравнений установившегося режима с применением обратной матрицы. Под итерационными (приближенными) подразумевают такие методы, которые позволяют получать решение в рамках заданной точности, даже предполагая, что вычисления ведутся без округлений. Для получения точного решения системы итерационными методами теоретически требуется произвести бесконечный итерационный процесс, однако при решении линейных уравнений установившегося режима эти методы сходятся не всегда.

В случае применения данных методов для задач нахождения ЗРВ многомерной ФЗ даже при простой структуре ее алгоритма прогноз результата становится маловероятным, т. к. необходимо контролировать не только варианты значений системы аргументов, но и многомерную систему преобразований ФЗ. Это обуславливает неконтролируемую рандомизацию выходного результата. Анализ показывает, что рандомизация вызывается не только указанной многомерностью, но она усугубляется также сложностью и нелинейностью каналов преобразований ФЗ. А независимо варьируемые аргументы являются ничем иным как случайными величинами, которые многократно и необозримо увеличивают степень случайности результата ФЗ. С этой точки зрения практическое использование таких результатов ФЗ в детерминированном виде становится бесполезным и бессмысленным, т. к. эти результаты суперслучайны.

В связи с изложенным стоит проблема обеспечения большей эффективности практического применения результата ФЗ. Другими словами, необходимо обеспечить вероятностную детерминированность результата многомерных преобразований ФЗ, которые в глобальных задачах используются многократно на разных этапах и в разных компонентах преобразования, в том числе в виде многомерных ФЗ как преобразование вариантов значений многочисленных аргументов (исходных данных) через многомерную ФЗ в результат для каждого варианта. Так как эффективность точечного преобразования в простейшем детерминированном виде низка, предлагается вместо случайного варианта случайных значений аргументов задавать полные вероятностные характеристики многомерной системы аргументов в виде многомерных законов распределения вероятностей (ЗРВ), выраженных с помощью систем одномерных, совместных и условных с полной номенклатурой требуемых одномерных и многомерных условий функций (ФРВ) или плотностей (ПРВ) вероятностей, которые образуются многомерной ФЗ, и получают результат в виде одномерных ФРВ или ПРВ функцио-нальной зависимости. Однако эту простую последовательность действий можно реализовать только теоретически, исходя из анализа существующих на данный момент методов имеем следующие выявленные недостатки:

полное аналитическое преобразование практически разработано только для случая одномерной ФЗ, для двумерного случая ФЗ данное преобразование сложно, но возможно при алгебраических выражениях ФЗ, а для трехмерного случая возможно только при некоторых простых выражениях ФЗ. При большей размерности ФЗ аналитическое преобразование практически невозможно, возможно только численное решение;

численное моделирование требует напряженных усилий в основном из-за сложности формирования пределов интегральных функционалов преобразования и последующего составления эффективной программы; численное решение методами статистического моделирования при многомерных ФЗ требует огромных вычислительных ресурсов.

Таким образом, предлагаемое прямое вероятностное решение многомерных задач существующими на данный момент методами оказывается практически неприемлемым.

Для получения максимально полных данных с минимальной степенью погрешности интересующих нас параметров необходимо рассматривать задачу с вероятностной точки зрения, уделяя особое внимание нахождению их полных вероятностных характеристик. Развитие вероятностных методов решения задач электроэнергетики способствует снижению уровня погрешности в целом и возможности оперировать не детерминированными полученными результатами, а всеми возможными их состояниями, тем самым повышая стабильность работы электроэнергетических систем и оборудования, в частности.

В связи с этим на данный период времени разрабатывается метод селекции границ исходных и выходных данных (СГИД) функциональных зависимостей, применительно к электроэнергетике.

В данном расчетном методе нахождения ЗРВ ФЗ идет рассмотрение интересующего параметра не через параметры режимов, а через параметры узлов, так как каждую электроэнергетическую систему можно представить в виде узловой системы. Так же, в отличие от параметров режимов, параметры узлов обладают меньшим количеством принимаемых значений, а ЗРВ узловой информации, как правило – нормальный и равномерный ЗРВ, параметры которых просто определяются по максимальным и минимальным наблюдаемым значениям. И, в случае узловой системы исходные данные являются независимыми, что избавляет нас от учета взаимосвязей между ними в расчетах. При имеющихся ЗРВ исходных данных (аргументов) логично разработать метод нахождения ЗРВ функциональной зависимости параметров режимов по ЗРВ аргументов, для получения полных вероятностных характеристик.

Суть метода СГИД основывается на интуитивном, но логичном предположении, что если все аргументы ФЗ задать как равновероятные, то результат преобразования ФЗ будет иметь ту же вероятность. Реализация данной процедуры может быть осуществлена через ФРВ и ПРВ каждого аргумента и результата преобразования ФЗ. ФРВ при этом как неубывающая функция случайного объекта гарантирует однозначность всех задаваемых и получаемого данных (значений), а ПРВ при этих данных (значениях) обеспечивает сопоставление каждого из указанных данных (аргументов и ФЗ) в виде равенства вероятностей принятия значений из интервалов, пристыкованных соответственно одной из своих границ (левой) к аргументам и ФЗ неубывающих одномерных ФРВ. Вторыми (правыми) границами при этом соответственно являются также аргументы и ФЗ указанных ФРВ, определяемых, исходя из равенства вероятностей принятия значений каждым данным (исходным данным-аргументом и выходным данным-ФЗ), вычисляемым по ПРВ каждого из этих данных. Границы интервалов аргументов и получаемого результата преобразования ФЗ жестко зафиксированы квантилями порядков, определяемых одинаковыми значениями своих ФРВ и одинаковыми вероятностями принятия значений из этих интервалов. При этом порядок квантилей или ФРВ аргументов и на другой (правой) границе интервалов находятся путем прибавления к одинаковым значениям ФРВ на предыдущей (первой) границе интервалов одинаковых вероятностей принятия значения из этих интервалов, а результата преобразования ФЗ – также путем прибавления такой же вероятности.

Однако, в ходе различных проверок данного способа, в целом правильная логика метода селекции границ входных и выходных данных относительно одинаковых вероятностей значений СА и ФЗ и попытки обеспечить это равенство с помощью совместного применения собственных ФРВ и ПРВ каждого СА и ФЗ не устраняет потери ряда фундаментальных потерь алгоритма канонического аналитического преобразования многомерных функционалов по определению ЗРВ многомерных ФЗ, моделирующих интересующие задачи электроэнергетики. Об этом свидетельствуют проверка метода СГИД путем сравнения истинной ФРВ, т.е. найденной по функционалу, и полученной по предлагаемому методу СГИД ФРВ. Одна из причин заметных отличий обусловлена тем, что предписываемые методом СГИД интервалы и промежутки ФЗ могут оказаться как больше, так и меньше интервалов и промежутков ФЗ, определенных через истинную ФРВ и ФРВ функциональной зависимости, полученной по методу СГИД. Это связано с тем, что границы и величина интервала ФЗ по методу СГИД найдены только исходя из равновероятных значений СА. Тогда как интервал, соответствующий истинной ФРВ функциональной зависимости по функционалу, содержит не только равновероятные значения СА, но и всякие другие варианты значений СА, промежутки, интервалы и диапазоны ФЗ от которых отличаются от промежутков, интервалов и диапазонов ФЗ при равновероятных значениях СА. Поэтому вероятности, соответствующие этому дефекту СГИД, будут в реальности учтены в других промежутках, интервалах и диапазонах ФЗ и наоборот вероятности последних могут входить в промежуток, интервал и диапазон равновероятных СА. Все это приведет к искажению ФРВ и ПРВ функциональной зависимости по методу СГИД относительно истинных ФРВ или ПРВ. Другими словами, отличия ФРВ или ПРВ функциональной зависимости найденных по методу СГИД от истинных более обобщенно можно объяснить, с одной стороны, независимым от ЗРВ определени-

ем границ промежутков, интервалов и диапазонов ФЗ, а, с другой стороны, неконтролируемой зависимостью этих границ от вида и параметров искомого ЗРВ функциональной зависимости. Возможно, есть также иные механизмы интересующих функционалов, игнорируемые предлагаемым методом СГИД.

Анализ и расчеты ФРВ маломерных аддитивных и мультипликативных ФЗ от СА показывает вполне определенную тенденцию отличий ФРВ по методу СГИД от истинных. Многомерные ФЗ основных энергетических задач являются либо слабо нелинейными (параметры рабочих режимов) или практически линейными (электрические величины при повреждениях) аддитивными ФЗ. Эти особенности проявляются в отличительной тенденции ФРВ аддитивных ФЗ по методу СГИД, что можно использовать для коррекции ФРВ параметров режимов и электрических величин при повреждениях. В какой количественной мере осуществлять данную коррекцию можно выяснить на основании расчетных исследований получения ФРВ по методу СГИД и методу СМСИ на маломерных ФЗ, для которых возможно аналитическое или по методу СМСИ определение интересующих функционалов.

### **Список литературы**

1. Бай Ю.Д. Сборник докладов XX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии», Томск, Россия, 2014. – С. 387.
2. Бай Ю.Д. Материалы докладов двадцатой всероссийской научно-технической конференции «Энергетика: эффективность, надежность, безопасность» в двух томах, том 1, Томск, Россия, 2014. – С. 40.