

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования УССР в качестве учебного пособия для студентов приборостроительных специальностей вузов.

ИЗДАТЕЛЬСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ВИЩА ШКОЛА» ГОЛОВНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО КИЕВ - 1976

Туз Ю. М. **Структурные методы повышения точности измерительных устройств.** Издательское объединение «Вища школа», 1976, 266 с.

Для повышения точности измерительных устройств, информационно-измерительных систем и систем автоматического регулирования широко применяются **структурные методы повышения точности**, характеризуемые тем, что благодаря временной или пространственной избыточности уменьшается удельный вес погрешностей наиболее нестабильных блоков. В книге дан обобщенный анализ структурных методов, прежде всего методов коррекции погрешностей, приведены основные алгоритмы коррекции при временном и пространственном разделении каналов, условия сходимости итерационных алгоритмов, исследована эффективность коррекции случайных погрешностей, описаны и проанализированы погрешности различных измерительных устройств с коррекцией погрешности.

Учебное пособие предназначено для студентов, специализирующихся в области приборостроения, а также может быть полезно инженерным и научным работникам, работающим в области измерительной техники, автоматики, радиоэлектроники.

Содержание учебного пособия Структурные методы повышения точности измерительных устройств

Введение

Глава 1. Основные понятия, классификация структурных методов повышения точности измерительных устройств

Структура измеряемой величины и структурная схема измерительного устройства

Определение структурного метода повышения точности

Метод уравнивающего преобразования

Метод коррекции погрешностей

Методы анализа, погрешностей при больших приращениях аргументов

Глава 2. Аддитивная коррекция

Обобщенный анализ линейных устройств аддитивной коррекции (УАК), классификация

Теория аддитивной итерационной коррекции с временным разделением каналов для линейных и нелинейных систем

Аддитивная коррекция при упрощенном преобразователе код — аналог

Аддитивная коррекция с аналоговым обратным преобразователем

Поэлементная итерационная аддитивная коррекция

Устройства аддитивной коррекции с аналоговыми запоминающими устройствами

Анализ устройств аддитивной коррекции одновременного сравнения по мгновенным значениям

Коррекция мер индуктивности

Некоторые устройства аддитивной коррекции разомкнутого типа

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Глава 3. Мультипликативная коррекция

Обобщенный анализ устройств мультипликативной коррекции

Теория итерационной мультипликативной коррекции погрешностей измерительных устройств

Мультипликативная коррекция по методу замещения

УМК с пространственным разделением каналов и вычислительной коррекцией

Анализ замкнутых УМК с выделением погрешности на входе и внутренним масштабным преобразователем

УМК разомкнуто-замкнутого типа

УМК с внешним тестовым сигналом

Мультипликативная коррекция функциональных преобразователей эффективных значений переменных напряжений

Глава 4. Функциональная коррекция

Определение метода функциональной коррекции (МФК)

УФК с системой уравнений по составляющим погрешности

УФК с системой уравнений по величинам, являющимся источниками погрешностей

Использование двойного интегрирования для построения УФК переменного тока

Логометрические УФК фазочувствительных вольтметров и измерителей комплексных сопротивлений

Характеристика погрешности с повышенной разрешающей способностью

Широкополосный ваттметр

Устройства функциональной коррекции на основе интерполяционных формул

Глава 5. Эффективность коррекции случайных погрешностей

Постановка задачи

Методическая погрешность, обусловленная конечной длительностью выборки измеряемой величины на переменном токе

Вероятностные уравнения измерения и погрешности устройств коррекций с временным разделением каналов

Устройства аддитивной коррекции

Устройства мультипликативной коррекции

Устройства функциональной коррекции

Случайная погрешность устройств аддитивной коррекции разомкнутого типа с временным разделением каналов

Оценка случайной погрешности разности двух выборок случайного процесса

Частотные характеристики устройств коррекции

Погрешности УАК при измерении эффективного значения широкополосных напряжений (шумов)

Глава 6. Примеры устройств с коррекцией погрешности, Аддитивная коррекция в вольтметрах ВЗ-45, ВЗ-46

Аддитивная коррекция в вольтметре Ф-230

Мультипликативная коррекция в широкополосном милливольтметре

Литература

ВВЕДЕНИЕ

Решение грандиозной задачи создания материальной базы коммунизма в нашей стране

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

неразрывно связано с внедрением последних достижений науки и техники во все отрасли промышленности, с техническим перевооружением всего народного хозяйства, с всемерным повышением темпов технического прогресса. Для этой цепи Программой КПСС предусматривается всемерное форсирование производства автоматических линий и машин, средств автоматики, телемеханики и электроники, точных приборов.

Характерная черта современного приборостроения — значительное повышение точности не только уникальных измерительных приборов, но и выпускаемых серийно. В настоящее время наблюдается широкое распространение информационно-измерительных систем,, предназначенных, в частности, для метрологической оценки различных объектов, когда необходимая информация может быть получена в результате измерения большого количества параметров.

Измерения должны производиться автоматически с максимальным быстродействием, часто при интенсивном воздействии внешних возмущающих факторов. Достоверность результата при большом количестве измеряемых величин и значений зависит от точности каждого измерения. Таким образом, точность должна быть высокой и тем выше, чем большее число значений определяет совокупный результат измерений. Наряду с традиционными методами повышения точности (предохранение от возмущающих воздействий, применение высококачественных деталей и т. д.) все большее распространение находят так называемые структурные методы повышения точности, предусматривающие применение таких функциональных схем приборов, при которых удается исключить или ослабить влияние некоторых погрешностей наиболее нестабильных блоков на общую погрешность прибора.

Общая погрешность оказывается инвариантной к той или иной погрешности отдельных блоков или их совокупности. Иначе говоря, коэффициенты влияния [53] при погрешностях отдельных блоков в общем уравнении погрешности оказываются меньшими единицы. При этом интересно отметить появление сопутствующего положительного эффекта, который делает возможным такое конструирование этих блоков, при котором, допуская определенный уровень одних погрешностей, достигаем снижения других. Например, снижение требований к стабильности делителей и усилителей позволяет выполнить их более широкополосными.

В течение последних десяти — двадцати лет благодаря работам Б. Н. Петрова, А. Н. Кухтенко, Г. В. Щипанова, А. Г. Ивахненко, П. Ф. Осмоловского, Г. Ф. Зайцева [55, 90, 33, 51, 30] и др. в области автоматического управления возникла и развивалась ускоренными темпами теория и практика инвариантных систем, вследствие чего были достигнуты значительные успехи в повышении точности систем автоматического регулирования. Примерно в то же время в области измерительной техники П. В. Новицким [46] были заложены основы «кибернетического» метода уменьшения погрешностей [45], предусматривающего использование достижений кибернетики в области автоматических вычислений, автоматизации умственного труда для автоматической проверки и внесения поправок в измерительные устройства. При этом тоже могут быть получены коэффициенты влияния меньше единицы.

Широкие обобщения и развитие структурных методов повышения точности измерительных устройств были проведены в работах советских ученых Т. М. Алиева. [2], Ф. Б. Гриневича [21], М. А. Земельмана. [32], И. Ф. Клисторина [35], Л. Я. Мизюка [41], П. В. Новицкого [45], П. П. Орнатского [49], Ю. А. Скрипника [62], В. М. Шляндина [88], Е. Г. Шрамкова [89] и их

ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

учеников.

Из приведенного далеко неполного перечня источников можно сделать вывод, что в последнее время структурным методам повышения точности уделяется самое пристальное внимание. Исследования ведутся широким фронтом на всех уровнях и во всех областях измерительной техники. Тем не менее, до настоящего времени не создана общая теория структурных методов, не очерчен и не разработан математический аппарат метода, не проведены обобщающие исследования в этой области, не выявлена сравнительная эффективность методов для решения различных метрологических задач, не решены задачи минимизации динамических погрешностей.

Большая часть исследований выполнена для детерминированных систем. Не решены общие задачи синтеза, не говоря уже об оптимальном синтезе, и много других вопросов. Сознавая то, что невозможно решить все упомянутые выше проблемы, автор все же предпринял попытку провести обобщение структурных методов, выделив в качестве основного объекта исследований методы коррекции погрешностей, сформулировать теоретические основы метода коррекции, дать строгое математическое доказательство основных положений теории, привести схемы наиболее перспективных устройств.

Автор считает своим приятным долгом выразить искреннюю благодарность доктору технических наук Орнатскому П. П. за полезные советы при обсуждении рукописи, а также кандидатам технических наук Володарскому Е. Т., Губарю В. И., Литвиху В. В., взявшим на себя труд написания шестой главы книги.

[Скачать книгу](#) Туз Ю. М. Структурные методы повышения точности измерительных устройств. Издательское объединение «Вища школа», Киев, 1976