

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ И СИСТЕМАХ (КРАТКИЙ ОБЗОР И БИБЛИОГРАФИЯ)

За последние 15—20 лет произошел резкий качественный скачок в технике измерений. Был заложен фундамент для создания измерительных устройств нового типа — автоматических цифровых измерительных приборов и измерительных информационных систем (ИИС) [1, 2], автоматически измеряющих большинство физических величин, знание количественных характеристик которых требуется на современном этапе развития науки и техники. Неизмеримо выросли возможности систем автоматического контроля, бурными темпами стали развиваться исследования, связанные с созданием систем технической диагностики и опознавания образов. Эти новые возможности в значительной степени являются результатом использования элементов, узлов и методов вычислительной техники и специальных разделов математики при создании новых измерительных информационных систем [3—19].

В зависимости от вида измерительных информационных систем (измерительных систем, систем автоматического контроля, технической диагностики, опознавания образов через количественные характеристики) и цели их применения методы и средства обработки измерительной информации существенно изменяются.

Предлагаемая библиография не охватывает всего многообразия средств получения количественной информации. В ней сосредоточено внимание на тех работах, в которых рассматриваются главным образом вопросы реализации устройств обработки информации преимущественно в измерительных системах.

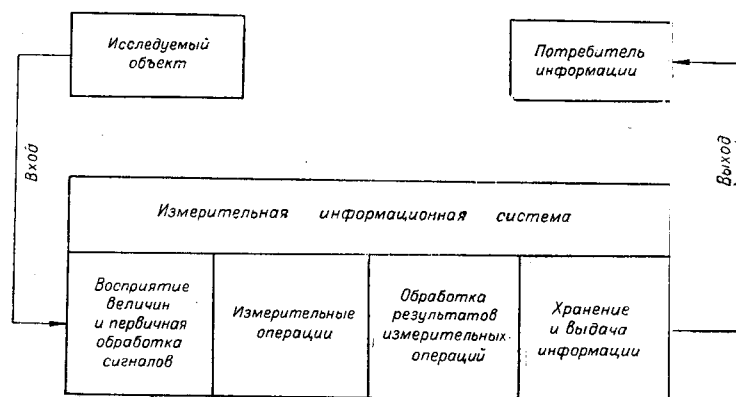
К настоящему времени разработано уже довольно большое количество различного рода специализированных вычислительных устройств, часть которых уже нашла применение в измерительных приборах и системах, а другие, по-видимому, могут быть в них использованы.

Следует отметить, однако, что не все методы и устройства вычислительной техники целесообразно непосредственно использовать в измерительных информационных системах. Дело в том, что структура, система представления чисел и форма сигналов универсальных, да и многих специализированных вычислительных машин выбираются исходя из условий наиболее выгодного осуществления вычислительных операций.

*ссылка
не нужна?*

В измерительных же приборах и системах необходимо обеспечить целесообразное выполнение как процессов измерения, так и обработки информации, а также наилучшую связь прибора (системы) с изучаемым объектом. При разработке вычислительных устройств для измерительных систем, кроме удобства проведения вычислительных операций, должны учитываться специфические особенности связи устройств измерения и обработки с первичными преобразователями. Эта связь осуществляется через датчики, выходные сигналы которых бывают различными, а количество датчиков может быть довольно большим. Поэтому использование обычных средств обработки часто влечет за собой необходимость применения унифицирующих преобразователей, что приводит к уменьшению надежности и к дополнительной погрешности измерения.

Вычислительные устройства в измерительных информационных системах могут использоваться, как это видно из общей структурной схемы, приведенной на рисунке, для обработки сигналов до или в процессе проведения измерения, а также и для обработки полученной измерительной информации.



Устройства обработки, которые включаются в систему до измерительных блоков, имеют дело с обработкой аналоговых сигналов (непрерывных или непрерывно-дискретных) и являются вычислительными устройствами аналогового типа. Те же вычислительные устройства, которые осуществляют обработку измерительной информации, являются цифровыми вычислительными устройствами. Кроме этих двух типов, в средствах измерения могут применяться цифро-аналоговые вычислительные устройства, в которых одни величины могут быть представлены в аналоговой форме, а другие — в цифровой. Простейшим примером такого вычислительного устройства могут служить цифро-аналоговые делители напряжения, которые являются неотъемлемой частью большинства аналого-цифровых преобразователей. Следовательно, в измерительных информационных системах подобный тип устройств обработки обычно входит органически в измерительную часть.

Специализированные аналоговые вычислительные устройства, которые осуществляют определенные функциональные преобразования и математические операции над аналоговыми величинами, получили широкое распространение. Вопросам проектирования и описания практических схем аналоговых специализированных вычислительных устройств непрерывного типа посвящена литература [20—43].

В настоящее время стала более ясной целесообразность использования устройств обработки, оперирующих с аналоговыми сигналами,

квантованными по времени (частотно-импульсными, широтно-импульсными и амплитудно-импульсными), поскольку они дают возможность повысить точность измерения и обработки, а зачастую позволяют упростить измерительную систему в целом [44—83].

С другой стороны, бурно развиваются и цифровые устройства обработки измерительной информации специализированного типа, применение которых наиболее целесообразно при повышенных требованиях к точности или при необходимости промежуточного запоминания сравнительно большого объема данных. Специализированные цифровые устройства обработки разрабатываются как для использования в системах, оперирующих приращениями измеряемых величин [84—99], так и в системах, оперирующих их полными числовыми значениями [100—106].

Вопросам анализа проведения вычислительных операций на цифро-аналоговых вычислительных устройствах, а также описанию практически реализованных схем посвящена литература [107—118].

Какие же основные цели преследует введение устройств обработки в средства измерения?

Заметим сразу же, что задачи, которые решаются с помощью измерений, столь многообразны, что охватить все возможные виды обработки информации в измерительных системах чрезвычайно сложно. Кроме того, мы убеждены, что применение обработки в этих системах будет расширяться в будущем еще более высокими темпами. Поэтому далее остановимся только на основных направлениях применения обработки в технике электрических измерений, которые в настоящее время имеют наибольшее значение.

Прежде всего следует отметить обработку информации с целью улучшения характеристик средств измерения и в первую очередь для уменьшения случайных и систематических погрешностей. Уменьшение случайных погрешностей путем обработки измерительной информации большей частью основано на осреднении результатов серии измерений и выдаче полученного статистического среднего как результата измерения значения данной величины. Уменьшение систематических погрешностей осуществляется, например, путем периодических автоматических сравнений показаний прибора со значениями образцовых мер и с последующей корректировкой результата измерения. Анализ возможностей и описанию некоторых практических реализаций этих методов посвящены работы [119—130].

Весьма хорошие результаты может дать применение обработки измерительной информации с целью устранения влияния периодических помех [131—134].

Одной из задач, решаемых путем обработки данных прямых измерений, является определение интегральных характеристик тех или иных физических явлений или процессов, а также получение результатов косвенных измерений вообще. Так, например, получение таких интегральных характеристик, как среднее или действующее значение переменного периодического и непериодического напряжений низких и инфранизких частот, или разнообразных статистических характеристик случайных величин и процессов требует применения специальных устройств обработки.

Вопросам описания принципов действия и вариантов практического осуществления устройств обработки измерительной информации для получения интегральных характеристик переменного напряжения посвящена литература [135—142]. Специализированные измерительные системы, предназначенные для получения статистических характеристик, описываются в работах [143—155]. Следует отметить, что это на-

правление в измерительной технике развивается весьма интенсивно, поскольку статистические характеристики имеют в настоящее время весьма важное значение в теории и практике автоматического контроля и управления, а также при использовании специальных методов получения достоверной информации при большом уровне помех.

Очень важную роль методы и средства автоматической обработки измерительной информации играют при получении результатов косвенных измерений параметров производственных процессов, биологических характеристик живых организмов, результатов научных исследований и т. п. [156—185].

Наконец, что вполне естественно, методы и устройства обработки имеют первостепенное значение при выполнении совокупных измерений [186—196].

В библиографии приведены далеко не все направления, связанные с совместным проведением процессов измерения и обработки даже применительно к измерительным приборам и системам. Так, известны весьма интересные и перспективные исследования методов сокращения объема измерительной информации, разделения и, наоборот, получения обобщенных характеристик о сложных взаимосвязанных измеряемых величинах, распределенных в пространстве и времени, принципов построения адаптивных и самоорганизующихся средств измерения и т. д. К сожалению, практически осуществленных устройств, в которых реализуются результаты этих теоретических исследований, относительно мало, поэтому в данной библиографии они не нашли отражения.

В заключение следует отметить, что возросшая роль измерительной техники буквально во всех отраслях человеческой деятельности, повышенные требования к точности измерений, необходимость измерять все более сложные характеристики процессов и явлений неизбежно влекут за собой усложнение процесса измерения и объединение его с процессами обработки измерительной информации по все более сложным алгоритмам. Поэтому изыскание новых методов обработки, создание простых и надежных специализированных вычислительных устройств, предназначенных для использования в измерительных информационных системах, является актуальной задачей, правильное решение которой принесет огромную пользу для теории и практики измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Общие вопросы обработки информации в измерительных системах

1. К. Б. Карандеев. Измерительные информационные системы и автоматика.— Вестник АН СССР, 1961, № 10.
2. Б. В. Карпюк, М. П. Цапенко. Об измерительных информационных системах.— Автометрия, 1965, № 2.
3. К. Б. Карандеев. О теоретических основах автоматического контроля.— Автоматический контроль и методы электрических измерений (Труды II конференции). Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1962.
4. К. Б. Карандеев. Измерения в автоматизации умственного труда.— Измерительная техника, 1962, № 3.
5. Электрические методы автоматического контроля. Под общ. ред. К. Б. Карандеева. М.—Л., «Энергия», 1965.
6. М. П. Цапенко, Ф. Б. Гриневич, Б. М. Пушной, А. К. Романов, Б. С. Синицын. Измерение и кибернетика.— Автоматический контроль и методы электрических измерений (Труды III конференции), т. I. Новосибирск, РИО СО АН СССР, 1964.
7. К. А. Лоус. Применение автоматической обработки данных в контрольно-измерительной технике и в системах управления технологическими процессами.— Труды

- I Международного конгресса международной федерации по автоматическому управлению, т. IV. Технические средства автоматики. М., Изд-во АН СССР, 1961.
8. В. И. Смирнов, Н. Е. Детиненко. Предварительная математическая обработка результатов измерений в многомерном анализаторе.— Приборы и техника эксперимента, 1966, № 6.
 9. П. В. Новицкий, С. М. Мандельштам. Автоматические вычисления в измерительной технике.— Измерительная техника, 1962, № 5.
 10. А. Г. Дюжин, Л. М. Закс. Автоматизация в метрологии.— Измерительная техника, 1964, № 12.
 11. Н. Н. Шумиловский, М. В. Рыбашов. Применение счетно-решающих элементов в автоматических измерительных устройствах.— Вопросы электроизмерительной техники. Научные записки ЛПИ, вып. 79. Львов, 1961.
 12. А. М. Дамский, Г. И. Кавалеров. Развитие современного электроприборостроения.— Измерительная техника, 1962, № 1.
 13. В. О. Арутюнов. Основные направления развития измерительной техники.— Измерительная техника, 1961, № 5.
 14. C. R. Russel, R. W. Dodds, L. G. Kemp. Computer aid in gas metering.— Pipe Line News, 1962. July.
 15. П. В. Новицкий. Возможности кибернетического пути повышения точности электроизмерительных приборов.— Измерительная техника, 1962, № 4.
 16. Г. А. Бобровский, В. М. Лазарев. О построении оптимальных измерительных систем, содержащих ЦВУ.— Автоматика и телемеханика, 1964, № 5.
 17. В. О. Арутюнов. Основные научно-технические проблемы и направления измерительной техники.— АСТА ИМЕКО, т. I, 1961.
 18. G. L. W. Churchill. Instrumentation problem in computer control systems.— Journal of Scientific Instruments, 1965, № 8.
 19. Э. Ф. Ильюшенко. Структурное построение гибридных измерительно-вычислительных устройств.— II Всесоюзная конференция по аналоговой вычислительной технике. Тезисы-аннотации докладов и сообщений. М., 1966.

II. Специализированные вычислительные схемы и устройства

а) аналоговые

20. А. А. Маслов. Обзор и классификация множительных устройств.— Автоматика и телемеханика, 1960, № 10.
21. Б. Я. Коган. Электронные модулирующие устройства и их применение для исследования систем автоматического регулирования. М., Физматгиз, 1959.
22. Н. Г. Бруевич, Б. Г. Доступов. Основы теории счетно-решающих устройств. М., «Советское радио», 1964.
23. Вычислительные машины непрерывного действия. Под общей ред. В. Б. Смолова и А. Н. Лебедева. М., «Высшая школа», 1964.
24. К. Б. Карандеев, Ф. Б. Гриневич. Об умножающих схемах на полупроводниковых диодах.— Измерительная техника, 1964, № 11.
25. Ю. А. Тарасов. Применение кремниевых диодов в схемах множительных устройств на квадратичных функциональных преобразователях без опорных напряжений.— ИВУЗ, Приборостроение, 1963, № 4.
26. Herbert L. Kahn. Multiplication and Division using Silicon Diodes.— The Review of Scientific Instruments, 1962, № 2.
27. H. H. Wieder. Analog Ratio Computer uses Hall Multiplier.— Electronics, 1963, № 45.
28. Herbert L. Kahn. Further Comments on "Multiplication and Division using Silicon Diodes".— The Review of Scientific Instruments, 1964, № 1.
29. В. Е. Муравьев. Простой аналоговый умножитель.— Электросвязь, 1964, № 3.
30. Peter K. Stein. Strain-gage-based computers.— Strain Gage Readings, 1961, № 4.
31. М. Б. Лейтман. Транзисторные счетно-решающие устройства для автоматической обработки результатов измерений.— VII конференция по автоматическому контролю и методам электрических измерений. Тезисы докладов и сообщений. Новосибирск, 1965.
32. I. C. Hutcheon, D. J. Puddefoot. New solidstate electronic multiplier-divider.— Proc. of the IEE, 1965, № 8.
33. Н. И. Красников, П. Ф. Олексенко, С. В. Свечников. Аналоговое быстроедействующее устройство, моделирующее операцию деления.— Автоматика и приборостроение, 1965, № 3.
34. Н. М. Рудный, Л. А. Верещагин. Множительно-интегрирующее устройство.— Автоматика и приборостроение, 1964, № 3.
35. В. О. Чернышов. Поворотные трансформаторы и их применение в вычислительных и автоматических устройствах. М.—Л., «Энергия», 1965.

36. В. О. Чернышов. Тригонометрические и векторные преобразователи в вычислительных устройствах на вращающихся трансформаторах.—Перезодовой научно-технический и производственный опыт, № 5—64—424/11. М., ГОСИНТИ, 1964.
37. Б. А. Коряков-Савойский, Б. И. Кауль, В. И. Лопатин, В. М. Демко, А. Н. Марюта. Применение бесконтактных дифференциально-трансформаторных устройств для осуществления математических операций.—Сб. «Приборы и устройства средств автоматики и телемеханики», вып. 1. Харьков Изд-во ХГУ, 1965.
38. Е. Е. Дюбров, Л. И. Бут. Множительно-делительное устройство. Авторское свидетельство № 169883.—Бюллетень изобретений, 1965, № 7.
39. О. К. Хомерики, И. Л. Винников. Множительно-делительное устройство. Авторское свидетельство № 171168.—Бюллетень изобретений, 1965, № 10.
40. Ф. П. Калантаев, А. П. Бабичев, В. А. Мясников, Ю. А. Сабинин.
44. Р. Г. Карпов. Частотно-импульсный интегратор знакопеременной информации, заданной напряжением постоянного тока.—ИВУЗ, Приборостроение, 1962, № 4.
45. Р. Г. Карпов. Диодно-трансформаторные схемы для суммирования и вычитания частотно-импульсной информации в импульсной форме.—Автоматика и приборостроение, 1962, № 4.
46. Р. Г. Карпов. Алгебраические операции с частотно-импульсной информацией.—Автоматика и приборостроение, 1963, № 4.
47. Р. Г. Карпов. Арифметические операции с частотно-импульсной информацией.—Автоматика и телемеханика, 1964, № 5.
48. Р. Г. Карпов. Устройство для алгебраического умножения смешанной информации с выходом в частотно-импульсной форме.—Автоматика и приборостроение, 1962, № 2.
49. Р. Г. Карпов. Приближенное дифференцирование частотно-импульсной информации.—ИВУЗ, Приборостроение, 1963, № 2.
50. Р. Г. Карпов. Аналого-цифровой сумматор частотно-импульсных сигналов.—ИВУЗ, Приборостроение, 1964, № 1.
51. Р. Г. Карпов. Аналого-цифровые устройства для частотно-импульсных сигналов.—В сб. «Вычислительная техника». Минск, «Наука и техника», 1965.
52. Г. Я. Крюков. Ждущий генератор для умножения числа импульсов.—Автоматика и приборостроение, 1965, № 2.
53. В. В. Меер, В. А. Чурсинов. Частотно-импульсный суммирующе-вычитающий операционный узел.—Вычислительная техника, сб. 4. М., Машгиз, 1964.
54. Г. О. Паламарюк. Частотно-импульсное делительное устройство.—Вычислительная техника, сб. 4. М., Машгиз, 1964.
55. Г. О. Паламарюк. Аналоговое множительно-делительное устройство частотно-импульсного типа.—Вычислительная техника, сб. 4. М., Машгиз, 1964.
56. Г. И. Тахванов, Ю. Ш. Шхалахов. К вопросу импульсных моделей с обратной связью.—Вычислительная техника, сб. 4. М., Машгиз, 1964.
57. З. Ш. Закирзянов, Л. С. Ситников, Л. Л. Утяков. Делитель частоты следования импульсов. Авторское свидетельство № 173032.—Бюллетень изобретений, 1965, № 14.
58. Г. О. Паламарюк. Методы построения частотно-импульсных аналогов и анализ их работы.—Тезисы докладов IV Всесоюзной конференции-семинара по теории и методам математического моделирования. Киев, «Наукова думка», 1964.
59. Р. Г. Карпов, А. М. Оранский, В. А. Фомичев. Управляемые делители частоты.—В сб. «Вычислительная техника». Минск, «Наука и техника», 1965.
60. С. В. Груздев, Р. Г. Карпов, А. М. Оранский, В. А. Фомичев. Полупроводниковые суммирующие и вычитающие устройства для частотных и частотно-импульсных сигналов.—В сб. «Вычислительная техника в машиностроении». Минск, «Наука и техника», 1966.
61. Р. Г. Карпов. Аналого-цифровые устройства для частотно-импульсных сигналов.—В сб. «Вычислительная техника». Минск, «Наука и техника», 1965.
62. Р. Г. Карпов, А. М. Оранский, В. А. Фомичев. Сравнивающие и вычитающие устройства частотно-импульсного типа.—В сб. «Вычислительная техника». Минск, «Наука и техника», 1965.
63. Ю. И. Гусевский. Время-импульсное множительно-делительное устройство. Авторское свидетельство № 171178.—Бюллетень изобретений, 1965, № 10.
64. В. А. Паршинский. Исследование и расчет время-импульсного множительного устройства.—Приборостроение, 1962, № 4.

65. В. И. Александрин. Время-импульсное множительное звено моделирующей установки на транзисторах.— Приборостроение, 1962, № 4.
66. Н. А. Смирнов, В. Б. Смоллов, Е. П. Угрюмов. Время-импульсное множительно-делительное устройство на транзисторах.— ИВУЗ, Приборостроение, 1961, № 6.
67. М. А. Земельман. Измерительное перемножающее устройство.— Измерительная техника, 1962, № 3.
68. А. А. Гуник. Феррит-транзисторное устройство для умножения напряжения в двух квадрантах.— Автоматика и приборостроение, 1964, № 2.
69. К. Б. Норкин. Широкополосное время-импульсное множительное устройство.— Передовой научно-технический и производственный опыт, № 4—65—286/3. М., ГОСИНТИ, 1965.
70. И. В. Латенко. Аналоговые множительные устройства. Киев, Гостехиздат, 1963.
71. Ю. Н. Грехов. Время-импульсное транзисторное множительное устройство. Авторское свидетельство № 174858.— Бюллетень изобретений, 1965, № 18.
72. Г. Е. Пухов. Амплитудно-импульсный сумматор-инвертор. Авторское свидетельство № 170221.— Бюллетень изобретений, 1965, № 8.
73. Г. Е. Пухов. Методы синтеза амплитудно-импульсных электронных моделей алгебраических объектов.— Докл. АН УССР, 1964, № 2.
74. Л. П. Челноков, В. В. Челнокова. Об одном принципе построения схем преобразования произведения и отношения амплитуд двух импульсов в амплитуду выходного импульса.— Труды VI научно-технической конференции по ядерной радиоэлектронике, т. 4. М., Атомиздат, 1966.
75. J. Grunberg, U. Solid, U. Galil. A fast, solid state puls amplitude divider and multiplier.— Nuclear Instruments and Methods, 1965, № 3.
76. В. П. Шерстобитов. Множительно-делительное устройство. Авторское свидетельство № 179103.— Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1966, № 5.
77. В. И. Купреев. Некоторые экспериментальные результаты по амплитудно-импульсным решающим устройствам.— Семинар. Методы математического моделирования и теории электрических цепей. Киев, ДНТИ, 1965.
78. С. В. Пискунов, В. П. Сигорский, Л. С. Ситников, Л. Л. Утяков. Сумматор с представлением чисел длительностью импульсов.— Авторское свидетельство № 170208.— Бюллетень изобретений, 1965, № 8.
79. Б. К. Петров, В. Б. Смоллов, Ю. А. Тарасов, Б. П. Угрюмов. Прецизионное время-импульсное множительно-делительное устройство на транзисторах.— Автоматика и телемеханика, 1965, № 10.
80. М. Б. Лейтман. Устройство для извлечения квадратного корня. Авторское свидетельство № 185593.— Изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1966, № 17.
81. Г. И. Тахванов, Ю. Ш. Шхалахов. Устройство перемножения и деления величин. Авторское свидетельство № 160906.— Бюллетень изобретений, 1964, № 5.
82. С. В. Груздев, Р. Г. Карпов. Феррит-транзисторные вычитающие устройства для частотно-импульсных сигналов.— Приборы и техника эксперимента, 1966, № 1.
83. В. И. Турченков. Множительное устройство на пассивных элементах.— Приборостроение, 1966, № 3.

б) цифровые

84. Ф. В. Майоров. Электронные цифровые интегрирующие машины. Цифровые дифференциальные анализаторы. М., Машгиз, 1962.
85. Г. М. Бутаев, В. С. Ромашкин. Устройство возведения в квадрат числа импульсов.— Автоматика и приборостроение, 1963, № 3.
86. Г. М. Бутаев, В. С. Ромашкин. Цифровые устройства извлечения квадратного корня.— Автоматика и приборостроение, 1964, № 3.
87. Г. М. Бутаев. Универсальный цифровой блок возведения в квадрат и извлечения квадратного корня.— ИВУЗ, Приборостроение, 1965, № 4.
88. Л. Н. Гольденберг, Г. Г. Меньшиков. Основы вычислительной техники. Элементы цифровых устройств. Л., ЛЭИС, 1965.
89. Kurt Hamerak. Wirkungsweise und Aufbau elektronischer Zähler und ihre Verwendung in der industriellen Meßtechnik.— Industrieblatt, 1961, № 7.
90. Digitale Längenmessung.— Allgemeine Papier-Rundschau, 1962, № 10.
91. Roy L. Chafin, John Ahlstrom. Measurements using counting techniques.— Instruments and Control Systems, 1964, № 6.
92. L. Maxwell, C. Marazzi. Synthesis of counters with any kind of feedback.— Electronic Record, 1966, February.
93. Ю. С. Манукян. Счетчики, работающие в коде Грея.— В сб. «Элементы кибернетических систем». Тбилиси, «Мецниереба», 1964.
94. E. d. Bukstein. Decade Counting.— Instrument and Control Systems, 1960, № 8.

95. P. W a g d. Modified decade counter eliminates components.— Electronics, 1965, № 25.
96. Р. А. В а л и т о в, Г. П. В и х р о в, В. З. Н а й д е. Некоторые случаи применения электронных счетчиков импульсов в измерительной технике.— Измерительная техника, 1960, № 5.
97. Ю. С. М а н у к я н. К вопросу о повышении помехоустойчивости кодирующих счетчиков импульсов.— Измерительная техника, 1966, № 3.
98. Ф. Б. Г р и н е в и ч, А. В. Ч е б о т а р е в. Реверсивный двоично-десятичный счетчик для следящих цифровых электроизмерительных приборов.— Электрические методы автоматического контроля (Труды ИАЭ СО АН СССР, вып. 9). Новосибирск, РИО СО АН СССР, 1964.
99. Н. И. Г о р е л и к о в, И. И. К о р ш е в е р. Двоично-десятичный счетчик. Авторское свидетельство № 174008.— Бюллетень изобретений, 1965, № 16.
100. М. П. Ц а п е н к о, О. В. У л и н. Счетно-решающее устройство на матричных сетках. Авторское свидетельство № 127074.— Бюллетень изобретений, 1960, № 6.
101. М. П. Ц а п е н к о, О. В. У л и н. Применение матричных сеток для выполнения математических операций.— Труды конференции по автоматическому контролю и методам электрических измерений. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1961.
102. О. В. У л и н. Применение декадных матричных сеток для выполнения математических операций.— Автоматический контроль и методы электрических измерений (Труды II конференции). Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1962.
103. О. В. У л и н, В. К. П е т у н и н. Матричное счетно-решающее устройство для вычисления корреляционной функции.— Автоматический контроль и методы электрических измерений (Труды IV конференции), т. II. Новосибирск, РИО СО АН СССР, 1964.
104. Ю. П. Б о б р а н и ц к и й. Применение диодных матриц для вычисления функций одной переменной.— Автоматика и приборостроение, 1963, № 1.
105. Г. Г. М а т у ш к и н, Ю. Я. С к а ч к о в, Л. С. С к а ч к о в а. Вычислительное устройство системы измерения и регистрации огибающей и фазы случайных процессов.— VII конференция по автоматическому контролю и методам электрических измерений. Тезисы докладов и сообщений. Новосибирск, 1965.
106. Э. С. М о с к а л е в, Л. Я. Н о в о с е л ь ц е в. Цифровой функциональный преобразователь, выполненный по схеме дешифратор — шифратор.— ИВУЗ, Приборостроение, 1966, № 6.

в) цифро-аналоговые

107. В. Б. С м о л о в. Вычислительные преобразователи с цифровыми управляющими сопротивлениями. М., Госэнергоиздат, 1961.
108. В. Б. С м о л о в. Универсальные кодирующие преобразователи для автоматических измерительных систем.— Измерительная техника, 1961, № 11.
109. Н. А. С м и р н о в, В. Б. С м о л о в, В. С. Ф о м и ч е в. Мостовые электронные цифро-аналоговые функциональные преобразователи.— Автоматика и телемеханика, 1962, № 6.
110. Р. Г. К а р п о в, А. М. О р а н с к и й, В. А. Ф о м и ч е в. Некоторые методы обработки цифровой информации.— В сб. «Вычислительная техника». Минск, «Наука и техника», 1965.
111. В. Б. С м о л о в, В. И. С о б о л е в, Е. П. У г р ю м о в. Фазовые цифро-аналоговые вычислительные преобразователи информации.— VIII конференция по автоматическому контролю и методам электрических измерений. Тезисы докладов и сообщений. Новосибирск, 1966.
112. В. И. С е р г е е в. Квадратичный декодирующий преобразователь.— Авторское свидетельство № 160379.— Бюллетень изобретений, 1964, № 3.
113. Е. А. Ш о р н и к о в. Устройство для вычисления квадратного корня.— Авторское свидетельство № 162365.— Бюллетень изобретений, 1964, № 9.
114. Б. Ш. Ш е х т м а н, А. А. Х р и з о л и т о в. Аналого-цифровое вычислительное устройство. Авторское свидетельство № 149944.— Бюллетень изобретений, 1962, № 17.
115. К. А. Н е т р е б е н к о. Дискретный параллельный делитель напряжения как элемент электрической модели.— II Всесоюзная конференция по аналоговым средствам и методам решения краевых задач. Тезисы-аннотации докладов и сообщений. М., 1965.
116. В. Н. А л е х и н. О методах функционального преобразования напряжения в код.— VII конференция по автоматическому контролю и методам электрических измерений. Тезисы докладов и сообщений. Новосибирск, 1965.
117. Т. Ф. Б е к м у р а т о в. Способ построения аналого-цифрового преобразователя.— Механизация и автоматизация управления, 1966, № 6.
118. В. Б. С м о л о в. Квадратичный активный декодирующий преобразователь код — напряжение. Авторское свидетельство № 186206.— Бюллетень изобретений, 1966, № 18.

III. Применение методов и средств обработки информации в измерительных системах

а) с целью улучшения характеристик измерительных приборов и систем

119. П. В. Новицкий. О пределе достижимой точности при автоматической статистической обработке измерения и вычисления выборочных средних значений параметров полупроводниковых диодов.— Передовой научно-технический и производственный опыт, № 30—63—516/15. М., ГОСИНТИ, 1963.
123. С. М. Персин. Способ повышения точности кодирующих устройств. Авторское свидетельство № 147106.— Бюллетень изобретений, 1962, № 9.
124. С. М. Персин, В. П. Петров. Преобразователь напряжения в цифровой код. Авторское свидетельство № 147107.— Бюллетень изобретений, 1962, № 9.
125. П. В. Новицкий, С. М. Персин. Методы повышения точности измерительных систем путем автоматического учета систематических и случайных погрешностей.— АСТА ИМЕКО, т. I. Budapest, 1964.
126. В. М. Лазарев, Д. П. Фигуровский. Усреднение выходных данных измерительных систем.— Измерительная техника, 1965, № 2.
127. Э. И. Гитис, А. Е. Меньших. Экспериментальное исследование случайных погрешностей преобразователя напряжения в код со ступенчатой разверткой.— Автометрия, 1966, № 2.
128. М. Л. Езерский, А. М. Куперман. О выборе шага квантования по уровню и по времени при цифровом усреднении.— Автометрия, 1967, № 4.
129. А. И. Симхес, Л. К. Гудин, Э. Е. Смирнов. Аналоговый усреднитель дискретно заданных напряжений.— ИВУЗ, Приборостроение, 1965, № 3.
130. Устройство для преобразования аналоговых величин в цифровые, которое дает среднее значение измеряемой величины. Французский патент кл. НОЗК № 1373043.— Реф. журнал (Автоматика и вычислительная техника), 1965, реф. 12А242П.
131. A. S. Buchman. Noise Control in Low Level Data Systems.— Electromechanical Components and Systems Design, 1962, № 9.
132. А. Н. Касперович. Об устранении влияния периодических помех на результаты многоточечных измерений постоянных напряжений.— Автометрия, 1965, № 2.
133. А. Н. Касперович, И. Я. Корчагин. Анализ погрешности обработки результатов измерений цифровым прибором, проводимой для ослабления влияния периодических помех.— VIII конференция по автоматическому контролю и методам электрических измерений. Тезисы докладов и сообщений. Новосибирск, 1966.
134. А. Н. Касперович, И. Я. Корчагин, В. И. Патерикин. Помехоустойчивый цифровой милливольтметр с цифровой обработкой данных.— VII конференция по автоматическому контролю и методам электрических измерений. Тезисы докладов и сообщений. Новосибирск, 1966.

б) с целью получения интегральных характеристик измеряемых процессов

135. F. Deist, R. Kitai. Digital Transfer Voltmeters: Principle and Errors Characteristics.— The Proceedings of the Institution of Electrical Engineers, 1963, v. 100, № 10.
136. М. И. Левин, Ю. И. Семко. Определение параметров периодических сигналов путем измерения их мгновенных значений.— Автометрия, 1966, № 1.
137. И. Ф. Клисторин, И. И. Коршевер. Определение интегральных характеристик напряжений произвольной формы путем обработки результатов измерений мгновенных значений.— Автометрия, 1966, № 2.
138. Н. И. Гореликов, В. П. Кирьянов, И. И. Коршевер, А. М. Шербаченко. Повышение точности измерения интегральных характеристик периодических сигналов с помощью нормирования их амплитуд.— VIII конференция по автоматическому контролю и методам электрических измерений. Тезисы докладов и сообщений. Новосибирск, 1966.
139. И. Ф. Клисторин, И. И. Коршевер. Методы определения интегральных ха-

- машине на результат обработки цифровых измерений. VIII конференция по автоматическому контролю и методам электрических измерений. Тезисы докладов и сообщений. Новосибирск, 1966.
141. А. С. Немировский. Интеграторы измерительных приборов. М., Стандартгиз, 1960.
 142. М. Б. Халамейзер. Интегрирующие устройства автоматических компенсаторов. М., «Машиностроение», 1964.
 143. Ф. Ланге. Корреляционная электроника. Л., Судпромгиз, 1963.
 144. Б. С. Синицын. Состояние и перспективы развития корреляционных методов измерений.— Автотметрия, 1965, № 1.
 145. П. В. Мельников, А. А. Мешков. Прибор для измерения характеристических функций.— Передовой научно-технический и производственный опыт, № 35—63 — 196/2. М., ГОСИНТИ, 1963.
 146. А. Н. Домарацкий, В. А. Попов. О корреляционных измерениях нестационарных сигналов при применении дополнительных случайных величин.— VIII конференция по автоматическому контролю и методам электрических измерений. Тезисы докладов и сообщений. Новосибирск, 1966.
 147. Б. С. Синицын. Автоматические корреляторы и их применение. Новосибирск, РИО СО АН СССР, 1964.
 148. А. С. Немировский. Вероятностные методы в измерительной технике (измерения стационарных случайных процессов). М., Изд-во стандартов, 1964.
 149. М. Л. Завилевич. Прибор для определения среднего значения и среднеквадратичного отклонения толщины продукта.— Приборостроение, 1962, № 6.
 150. А. Н. Домарацкий, Л. Н. Иванов, Е. Н. Карышев, Б. С. Синицын. Дискретная измерительная корреляционная система (ДИКС). Новосибирск, «Наука», 1965.
 151. H. Günter. Geräte zur statistischen Auswertung von Messergebissen.— Archiv für technisches Messen, 1963, № 335.
 152. М. П. Чапенко, И. Н. Шамара, Л. Б. Талалай. Полуавтоматическое устройство для расшифровки и подсчета распределения экстремальных значений кривых.— В сб. «Автоматический контроль и электрические измерения», вып. 1. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1960.
 153. Ю. С. Вальденберг, Ю. Н. Кологов, Ю. С. Серов, В. Я. Хавинсон. Цифровая вычислительная машина С-2 для статистических исследований.— Передовой научно-технический и производственный опыт, № 5—64—4/1. М., ГОСИНТИ, 1964.
 154. Das Profilometer, ein amerikanisches oberflächen — Meßgerät.— Draht, 1961, № 9.
 155. Л. С. Тимонен. Амплитудный дистрибутиметр с квазипиковым детектором.— Автоматическое управление непрерывными процессами (Труды ИАЭ СО АН СССР, вып. 6). Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1964.

*в) с целью получения результатов
косвенных и совокупных измерений*

156. Ф. Е. Темников, И. М. Шенброт. Машины и системы централизованного контроля. М., ГОСИНТИ, 1964.
157. С. М. Сердюк, С. К. Соболев, М. И. Коробко, Г. Н. Козин, Г. Ф. Гульев, В. Н. Рачков. Непрерывное измерение температуры металла и контроль содержания углерода в конверторе по ходу продувки.— Автоматика и приборостроение, 1965, № 1.
158. T. W. Murchy, R. Crane. Analog Computation of Respiratory Response Curve.— The Review of Scientific Instruments, 1962, № 5.
159. Automatic computation of analitic results.— Metallurgia, 1962, № 3.
160. Robert M. St. John, Chung C. Lin, R. L. Stanton, H. D. West, J. P.weeney, E. A. Rinehart.— System for Processing and Recording Excitation Function Data.— The Review of Scientific Instruments, 1962, № 10.
161. Huns Kürner. Ein Digital-Auswertegerät für Gas-Chromatographen.— Siemens-Zeitschrift, 1961, № 5.
162. Г. П. Катус. Компенсационный массовый расходомер жидкости.— Авторское свидетельство № 135245.— Бюллетень изобретений, 1961, № 2.
163. Continuous integration of shaft horsepower.— Control, 1961, № 32.
164. В. А. Подрешетников, В. М. Плотников. Бесконтактный дискретный интегратор расхода.— Авторское свидетельство № 150655.— Бюллетень изобретений, 1962, № 19.

165. Huns Kü r n e r. Anwendung von Gas-chromatographen als Messglieder in Regelkreisen.— *Digitale Signalverarbeitung in Regelungstechnik*, Berlin, VDE-Verl., 1962.
166. Huns V a r g a, Otto K r u g e r. Измерительное устройство со счетчиком ампер-часов для определения количества электричества, пропорционального суммарному количеству вещества, получаемого при электролизе. Патент ФРГ № 1132651 кл. 21e14₀₂ (G01r).— Реф. журнал (Метрология и измерительная техника), 1964, № 4, реф. 4.32.605П.
167. Gerhard Z e i d l e r. Automatische Zählung und Großenanalyse von Partikeln.— *Archiv für technisches Messen*, 1964, № 338.
168. Loys S a d l e r, John F. G e n z e r. Автоматическое измерение вязкости. Патент США № 3074266 кл. 73—55.— Реф. журнал (Метрология и измерительная техника), 1965, № 1, реф. 1.32.579П.
169. A. J. B o l w e l l. Printing speedometer measures distance and time of Vehicle travel.— *Design News*, 1964, № 17.
170. Péter K a r d o s. Szállítószámláló — zálagmérleg digitális mérésadatfeldolgozó berendése.— *Mérés és Automatika*, 1965, № 2—3.
171. Н. Д. К у р т е е в, Д. Я. С в е т. О цифровом измерителе логарифма отношения.— ИВУЗ, Приборостроение, 1961, № 1.
172. В. Н. Л и т в и н е н к о, Ю. Г. К р е й м е р, Г. К. Х и ж н я к. Устройство для автоматического измерения длины проката на рельсобалочных и сортовых станах.— *Автоматика и приборостроение*, 1965, № 3.
173. Э. К. Ш а х о в. Быстродействующий метод цифрового измерения низких частот.— VII конференция по автоматическому контролю и методам электрических измерений. Тезисы докладов и сообщений. Новосибирск, 1965.
174. Г. М. Б у т а е в, В. С. Р о м а ш к и н. Усовершенствованное устройство для решения уравнения расхода.— *Автоматика и приборостроение*, 1964, № 4.
175. В. В. В и д а в с к и й, Е. Г. П у ш к о в. Вычислительная машина «Советчик мастера-2» для контроля и регулирования теплового состояния доменной печи.— *Автоматика и приборостроение*, 1963, № 3.
176. H. P. B e a n. Automation of gas measurement provides instant flow record.— *Pipe Line News*, 1965, N 11.
177. L. B o r o v s k y, J. G e r t l e r, M. K a i s e r, T. V a m o s. Meßwertverarbeitungseinrichtung für Kraftwerke Entwicklung und Aufbau der Anlage FETIS II.— *Messen — Steuern — Regeln*, 1965, № 10.
178. Л. Р. С е й д е л ь, Т. М. А л и е в, А. А. Т е р - Х а ч а т у р о в. К вопросу о высокоточном цифровом измерении температуры.— VIII конференция по автоматическому контролю и методам электрических измерений. Тезисы докладов и сообщений. Новосибирск, 1966.
179. А. Ф. Б е л о в, А. Л. Б е л о у с, К. Ф. К у з н е ц о в, С. С. К у р о ч к и н, В. Н. С а л и ч к о. Цифровая система накопления и обработки информации (АИ-2048). М., Госатомиздат, 1963.
180. Л. А. М а т а л и н, А. С. Т и ш е ч к и н, С. И. Ч у б а р о в. Устройство для обработки амплитудных спектров.— Труды V научно-технической конференции по ядерной радиоэлектронике, т. IV. Автоматизация измерений и обработка результатов. М., Госатомиздат, 1963.
181. А. Б. Е к а т о в, В. И. И в ч е н к о, Л. А. М а т а л и н, Н. В. М е ш к о в, В. И. С м и р н о в, В. Л. Ч е р н у х и н. Многомерный анализатор с предварительной обработкой информации и памятью комбинированного типа.— *Приборы и техника эксперимента*, 1965, № 4.
182. И. И. И т е н б е р г. Машина централизованного контроля и первичной переработки информации МППИ-1.— В сб. «Вычислительная техника для автоматизации производства». М., «Машиностроение», 1964.
183. К. К. С к е р с к и й, С. А. С е м е н ю к. Вычислительное устройство для определения статического момента двигателя главного привода прокатного стана.— *Механизация и автоматизация управления*, 1966, № 6.
184. О. А. Р а и с о в, А. Б. Р о з е н б л а т. Применение ЦВУ для автоматического контроля состава многокомпонентных производственных сред.— *Автоматический контроль и методы электрических измерений (Труды VI конференции)*, т. I. Новосибирск, «Наука», 1966.
185. В. С. С к а б а л л а н о в и ч, Н. М. Ф о н а р е в. Устройство для вычисления и задания скорости роспуска состава на сортировочных горках. Авторское свидетельство № 189894.— *Бюллетень изобретений*, 1967, № 1.
186. Ю. И. Г е о р г и е в с к и й. Автоматическое определение выхода металла по энергии, потребляемой алюминиевым электролизом.— *Автоматика и приборостроение*, 1964, № 1.
187. Computer for measuring the integrated flow of liquids and electrical power.— *Journal of Scientific Instruments*, 1961, № 6.
188. W. S c h u l z. Computer-spectrometer Reads out component percentages.— *Control Engineering*, 1962, № 6.

189. В. И. Лоскутов. Новый метод измерения температуры расплавленной стали.— Приборостроение, 1963, № 11.
190. Д. А. Аветисян, А. И. Бертинов, С. Р. Мизюрин, Д. Б. Кофман. Бесконтактная система измерения весового расхода жидкостей или газов.— Передовой научно-технический и производственный опыт, № 18—64—1010/30. М., ГОСИНТИ, 1964.
191. Г. М. Бутаев, И. А. Лученицер. Цифровое устройство для решения уравнения расхода газа с автоматической коррекцией по давлению.— Автоматика и приборостроение, 1963, № 1.
192. Ю. И. Георгиевский, В. Н. Афанасьев. Устройство для автоматического определения производительности алюминиевого электролизера.— Автоматика и приборостроение, 1963, № 2.
193. П. Е. Твердохлеб. Использование измерительных устройств с обработкой данных при исследовании прочности конструкции.— Электрические методы автоматического контроля (Труды ИАЭ СО АН СССР, вып. 9). Новосибирск, РИО СО АН СССР, 1964.
194. П. Е. Твердохлеб. О получении параметров функциональной зависимости $y = \sum_{j=0}^m a_j x^j$ в измерительных устройствах.— Автоматический контроль и методы электрических измерений (Труды IV конференции), т. II. Новосибирск, РИО СО АН СССР, 1964.
195. А. И. Доценко, М. Л. Фиш, В. Р. Гапеев-Воронов, В. И. Жилин. Система автоматического определения концентрации двух компонентов в трехкомпонентном растворе.— Передовой научно-технический и производственный опыт, № 18—64—1039/33. М., ГОСИНТИ, 1964.
196. Автоматизация анализа химического состава вещества. Под общей ред. Р. Б. Попова. Киев, 1966.

*Поступила в редакцию
21 ноября 1966 г.,
окончательный вариант —
16 марта 1967 г.*