

**ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ**

**Федорков Б. Г., Телец В. А. Микросхемы ЦАП и АЦП:  
функционирование, параметры, применение**

**Микросхемы ЦАП и АЦП:  
функционирование, параметры, применение**

МОСКВА

ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ

1990

ББК 32.97

Ф33 УДК 681.325

Рецензент доктор техн. наук В. Г. Домрачев Редакторы: Н. К. Вауля, Н. А. Медведева

Федорков Б. Г., Телец В. А.

Ф33 Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры,  
применение. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 320 с: ил.

ISBN 5-283-01545-9

Приведены электрические параметры и эксплуатационные характеристики отечественных микроэлектронных цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей (ЦАП и АЦП). Подробно рассмотрены особенности развития и применения больших и сверхбольших микросхем ЦАП, АЦП и систем обработки информации. Уделено внимание методам измерения и контроля параметров преобразователей. Указаны области их применения.

Для инженерно-технических работников в области разработки и эксплуатации РЭА

2404020000-360

Ф<sup>21</sup>3-90 ББК 32.97

051(01)-90

ISBN 5-283-01545-9 © Авторы, 1990

**Содержание книги Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры,**

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

## **применение**

Предисловие

### **Глава 1. Общие сведения**

- 1.1. Области применения мккроэлектронных ЦАП и АЦП
- 1.2. Требования к электрическим параметрам и эксплуатационным характеристикам ЦАП и АЦП
- 1.3. Особенности выбора и проектирования БИС ЦАП и АЦП

### **Глава 2. ЦАП**

- 2.1. ЦАП с выходом по току
  - 2.1.1. Микросхема К572ПА
  - 2.1.2. Микросхемы К572ПА2 и КР572ПА2
  - 2.1.3. Микросхема К594ПА1
  - 2.1.4. Микросхема КП08ПА1
  - 2.1.5. Микросхема КП18ПА1
  - 2.1.6. Микросхема КШ8ПА3
- 2.2. ЦАП с выходом по напряжению (микросхема К.Ш8ПА2)

### **Глава 3. АЦП**

- 3.1. АЦП последовательного приближения
  - 3.1.1. Микросхемы АЦП К572ПВ1 и КР572ПВ1
  - 3.1.2. Микросхема микроощного 8-разрядного АЦП
- 3.2. АЦП считывания
  - 3.2.1. Микросхема КП07ПВ1
  - 3.2.2. Микросхема КИ07ПВ2
  - 3.2.3. Микросхема КП07ПВ3
  - 3.2.4. Микросхема КП07ПВ4
  - 3.2.5. Микросхема КР1Ю7ПВ5
  - 3.2.6. Микросхема КМП26ПВ1
- 3.3. Функционально завершенные АЦП, сопрягаемые с микропроцессорами
  - 3.3.1. Микросхема КП08ПВ1
  - 3.3.2. Микросхема КП08ПВ2
  - 3.3.3. Микросхема АЦП КШ3ПВ1

### **Глава 4. Интегрирующие АЦП и ЦАП**

- 4.1. Интегрирующие АЦП
  - 4.1.1. Микросхемы К572ПВ2 и КР572ПВ2
  - 4.1.2. Микросхема КР572ПВ5
  - 4.1.3. Микросхема КР1Ю8ПП1
- 4.2. Интегрирующие ЦАП

### **Глава 5. Микроэлектронные системы сбора и обработки данных**

- 5.1. Микроэлектронные системы сбора данных (микросхема К572ПВ4)

### **Глава 6. Методы и средства контроля микроэлектронных ЦАП и АЦП**

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

## Глава 7. Тенденция развития мккроэлектронных устройств преобразования информации

Приложение. Общие эксплуатационные особенности микросхем ЦАП и АЦП серий К572, КН07, КУ08, КП18

Список литературы

### Список литературы

1. Осокин Ю. В., Судьин С. Л., Федорков Б. Г. Параметры, области применения и перспективы развития полупроводниковых преобразователей информации /Микроэлектроника и полупроводниковые приборы/Под ред. А. А. Васенкова и Я. А. Федотова. М.: Радио и связь. 1983. Вып. 7 С. 38—51.
2. Денисов В. И., Корольков В. В., Митрофанов Ю. Н. Устройство ввода-вывода для обработки сигналов звукового вещания на ЭВМ // Электросвязь. 1985. №4. С 19—20.
3. Свириденко В. Л., Звездин В. С, Савин А. Речевой ввод-вывод в информационных сетях//Методы и мккроэлектронные средства цифрового преобразования и обработки/Сборник тезисов докладов конференции. Рига: ИЭ и ВТ АН Латв. ССР. 1983. Т. 2. С. 212—214.
4. Федорков Б. Г., Телец В. А., Дегтяренко В. П. Микроэлектронные цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи. М.: Радио и связь, 1984.
5. Зайцев А. Е., Судьин С. Л. Помехоустойчивый измерительный канал для систем сбора информации электрофизических установок // Методы и микроэлектронные средства цифрового преобразования и обработки сигналов/Сборник тезисов докладов конференции. Рига; ИЗ и ВТ АН Латв. 1983, С. 157—160
6. Игнатъев В. К., Краснополин И. Я. Оптимизированный СКВИД с радиочастотным смещением в двапазоне 25—30 М.Гц // Приборы и техника эксперимента. 1982. № 1. С 200.
7. Телец В. А. Классификация микроэлектронных АЦП // Измерительная техника. 1981, Кз 12. С. 41—43.
8. Яншин А. А. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВМ. М.: Радио и связь, 1983.
9. АЦП со сроком службы 200 часов при 200°С // Электроника. 1980. Т. 53, № 26, С. 92,
10. Прейзак. Разработчику о дрейфе преобразователей данных // Электроника, 1977. Т. 50, № 23. С. 48—53.
11. Бахтиаров Г. Д., Малнынин В. В., Школин В. П. Аналого-цифровые преобразователи / Под ред. Г. Д. Бахтиарова. М-: Советское радио, 1980.
12. Гнатек Ю. Р. Справочник по цифро-аналоговым и аналого-цифровым преобразователям: Пер. с англ. / Под ред. Ю. А. Рюжина М.: Радио и связь, 1982.

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

13. Флоров А. Д. Теоретические основы проектирования и надежности радиоэлектронной аппаратуры. М.; Высшая школа, 1970.
14. Under B, A. Electrostatic discharge failure of semiconductor devices // 19—th Annual Proceedings Realibility Physics, 1983.
15. Richetts L. W. Fundamentals of Nuclear Hardening Electronic Equipment. New York: Wiley—interscience, 1972.
16. Коршунов Ф. п., Богатырев Ю. В., Вавилов В. А. Воздействие радиации на интегральные микросхемы. Минск: Наука и техника, 1986.
17. Кулаков В. М., Ладыгин Е. А., Шаховцев В. И. Действие проникающей радиации на изделия электронной техники / Под ред. Е. А. Ладыгина. М.: Советское радио, 1960.
18. Broell F. G., Barnard W. J. Radiation Hardened CMOS 8-bit Analogto-digital Converter // IEEE Transactions on Nuclear Science. 1983. Vol. NS-3G, M 6.P.4246—4250.
19. Гугкин Л. С Оптимизация радиоэлектронных устройств. М Советское радио, 1975.
20. Собкин Б. Л. Автоматизация проектирования аналого-цифровых приборов на микропроцессорах. М Машиностроение, 1986.
21. Gordon B. M. Noise — Effects on Analog to Digital Conversion Accuracy//Compliter Design. 1974, March, P. 65—76.
22. Моисеев В. С. Системное проектирование преобразователей информации. Л.: Машиностроение, 1982.

...

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В истекшее десятилетие публикации по преобразовательной тематике приобрели большую популярность у специалистов в области разработки радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Это обусловлено широким внедрением в отрасли народного хозяйства средств микроэлектроники и вычислительной техники, обмен информации с которыми обеспечивается линейными цифро-аналоговыми и аналого-цифровыми преобразователями (ЦАП и АЦП).

К середине 80-х годов интерес разработчиков РЭА к отечественным микроэлектронным преобразователям был частично удовлетворен после выхода в свет нескольких книг, в которых содержался справочный материал о первых отечественных интегральных микросхемах (ИС) ЦАП и АЦП, системе их параметров, терминах и определениях, методах и средствах измерений. Они сыграли заметную роль в подготовке специалистов к восприятию информации о новейших достижениях микроэлектроники в области создания ЦАП и АЦП.

В то же время ни в одной из отечественных книг не были пока рассмотрены вопросы,

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

связанные с особенностями современного этапа развития ЦАП и АЦП, который характеризуется разработкой больших и сверхбольших ИС(БИС и СБИС).

Предлагаемая книга по замыслу авторов должна в значительной мере восполнить этот пробел.

Авторами принималось во внимание, что описание принципов работы микроэлектронных ЦАП и АЦП, их классификация, система электрических параметров, термины и определения, справочные данные по наиболее известным типам микросхем знакомы читателям из предшествующих публикаций.

Следует отметить, что переход на разработку ЦАП и АЦП в виде БИС и СБИС открыл новые аспекты научных исследований и инженерной практики, связанные с расширением областей применения преобразователей, изучением влияния их основных электрических параметров на технические характеристики аппаратуры, совершенствованием методов проектирования, схемотехнических и конструкторско-технологических решений.

Очевидно, что детальное изучение каждого из указанных направлений вызовет появление на рынке научно-технической информации новой литературы, имеющей целью углубление, обобщение и популяризацию накопленных знаний о различных этапах развития БИС и СБИС ЦАП и АЦП. Но это в будущем. Нарастающий в последние годы большой интерес к этой тематике со стороны разработчиков РЭА различных отраслей народного хозяйства, науки и техники побудил авторов к написанию этой книги, в которой сделана попытка обобщить первый опыт создания и практического применения отечественных БИС и СБИС ЦАП и АЦП.

Глава 1 книги содержит необходимую вступительную информацию и начинается с обзора наиболее распространенных областей применения микросхем ЦАП и АЦП. Рассматриваются простые и наглядные примеры взаимосвязей электрических параметров преобразователей и технико-эксплуатационных характеристик аппаратуры. Уделено внимание вопросам функционирования микросхем ЦАП и АЦП в составе РЭА в условиях воздействия внешних факторов: механических, климатических, биологических и радиационных. Коротко описаны основные механизмы их воздействия на микросхемы преобразователей.

Поскольку общим вопросам проектирования БИС и СБИС посвящено достаточно большое количество публикаций, авторы посчитали целесообразным обратить внимание читателей лишь на те особенности этого процесса, которые обладают спецификой с точки зрения разработки БИС и СБИС ЦАП и АЦП.

Рассмотрены проблемы совмещенного структурно-схемотехнического и элементно-технологического проектирования БИС ЦАП и АЦП. Показана связь между технологическими характеристиками и уровнем электрических параметров преобразователей, исследовано влияние на них шумов. Описан подход к оценке предельных возможностей создания БИС ЦАП и АЦП с точки зрения структурных, схемотехнических и технологических ограничений.

Завершается гл. 1 рассмотрением отличительных эксплуатационных свойств микросхем ЦАП и АЦП серий К572, КП07, КП08, КП13 и КШ8, разработанных для выполнения разноплановых технических задач с использованием различных схемотехнических и конструкторско-технологических решений.

# ЗАВОД НИЗКОВОЛЬТНОГО И ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Таким образом, в гл. 1 сделана попытка показать ту логическую связь, которая существует между исходными требованиями поставленной технической задачи (области применения, аппаратура), внешними и внутренними условиями ее выполнения (воздействующие факторы и особенности проектирования), а также практическими результатами, выраженными через достигнутые уровни электрических параметров и эксплуатационных характеристик микросхем ЦАП и АЦП.

В последующих главах книги (гл. 2—5) подробно описаны функциональный состав, принципы работы и особенности элементарно-структурного построения, основные электрические параметры, режимы эксплуатации и их численные значения, типовые и специальные схемы включения отечественных микросхем ЦАП и АЦП, а также микроэлектронные системы сбора и обработки сигналов, включающих преобразователи в качестве важнейшего элемента.

Степень подробности изложения материалов различна от типа к типу ЦАП и АЦП. Так, в параграфах, посвященных умножающим ЦАП серии К572 (известным по более ранним публикациям), акцент сделан на специфику их применения в аппаратуре и принципиальные электрические схемы устройств преобразования формы информации. Меньшее внимание уделено описанию принципов работы и структуре построения самих микросхем ЦАП.

Напротив, при изложении материала по новым разработкам БИС и СБИС преобразователей или систем подробно описаны функциональный состав, принципы работы, а в наиболее сложных и интересных случаях — особенности взаимодействия внутренних элементов и узлов схем. Поскольку опыт практического применения БИС и СБИС ЦАП и АЦП в аппаратуре пока невелик, в некоторых случаях для самых последних разработок преобразователей приведены только типовые схемы включения.

Авторы стремились к тому, чтобы приводимые в книге примеры использования конкретных типов микросхем ЦАП и АЦП отличались разнообразием и как можно полнее характеризовали их функциональные возможности. Если в выбранных для описания примерах наблюдались элементы повтора, то они, как правило, исключались из иллюстративного или текстового материала. Поэтому в книге рассмотрено достаточно много отдельных узлов функциональному и принципиальным электрическим схемам, отличающихся оригинальностью.

В гл. 6 рассмотрены методы и оборудование для автоматизированного контроля и измерения параметров ЦАП, АЦП в лабораторных условиях и на производстве. Большинство из них имеет в основе оригинальные технические решения.

В гл. 7 указаны перспективы развития устройств преобразования информации.

Книга написана авторами в творческом содружестве.

Авторы признательны доктору техн. наук, профессору В. Г. Домрачеву, рецензировавшему рукопись, и редактору Н. К. Ваулину за высказанные ценные предложения и замечания, которые позволили как улучшить методику изложения материала, так и устранять неточности и тем самым повысить качество книги.

Авторы выражают искреннюю благодарность З. Ф. Телец и А. Д. Телец, Н. А. Савченко за

# ЗАВОД НИЗКОВОЛТНОГО И ВЫСОКОВОЛТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

их труд по оформлению рукописи.

Просим читателей направлять свои отзывы о книге в адрес издательства: 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

*Авторы*

[Скачать книгу](#) Федорков Б. Г., Телец В. А. Микросхемы ЦАП и АЦП: функционирование, параметры, применение. Москва, Издательство Энергоатомиздат, 1990