

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт  
Кафедра «Промышленная автоматика и робототехника»

Утверждено на заседании кафедры  
«Промышленная автоматика и робототех-  
ника»  
« 17 » января 2023г., протокол № 2

И.о заведующего кафедрой

 О.А.Ерзин

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по выполнению курсовой работы  
по дисциплине (модулю)  
«Микропроцессорные устройства управления  
и их программное обеспечение»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки (специальности)  
15.04.06 Мехатроника и робототехника

с направленностью (профилем)  
Роботы и робототехнические системы

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 150406-02-22

Тула 2023 год

## Разработчик(и) методических указаний

Зайчиков Игорь Вячеславович, канд.техн.наук, доц.  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание) (подпись)

## Введение.

Курсовая работа является важным этапом в плане формирования специалиста в части проектирования программного обеспечения для микропроцессорных устройств управления. Она органически связана с предыдущими дисциплинами "Современные проблемы автоматизации и управления", "Проектирование манипуляционных систем робот" и курсовыми работами по данным дисциплинам, а также с другими дисциплинами по направлению "Мехатроника и робототехника". Выполнение курсовой работы по дисциплине "Микропроцессорные устройства управления и их программное обеспечение" требует основательных знаний в области математики, программирования ЭВМ, функционирования микровычислителей.

### 1. Цель и задачи курсовой работы.

Целью курсовой работы является овладение студентами основными навыками в моделировании работы технических узлов, применяемых в робототехнических системах и освоении способов управления этими узлами.

В процессе выполнения курсовой работы студент решает комплекс задач прикладного характера и взаимосвязанных с ними способов программного их решения: составляет математическую модель технического блока, распределяет функции программных блоков, выбирает способы использования массивов данных в качестве буферирования операций и ускорения выполнения программы в целом, выбирает способ отображения текущей информации и результатов моделирования.

### 2. Основные требования к курсовой работе.

2.1. Темой курсовой работы может быть моделирование цифрового элемента или узла микропроцессорного устройства управления, аналогового узла, содержащего датчик информации для адаптивной системы управления робота, методов обработки изображений в системах технического зрения роботов, оптимизация и использование ресурсов персональной ЭВМ для решения задач управления и организации процессов в реальном масштабе времени.

2.2. Исходные данные для курсовой работы выдаются и корректируются преподавателем.

2.3. Задание на курсовую работу предполагает решение задачи исследовательского, прикладного или управленческого характера.

В работе требуется:

- 1) выбрать способ решения поставленной задачи программными средствами;
- 2) распределить функциональное назначение программных блоков;
- 3) провести анализ ограничений функционирования узла и способов их программной реализации без влияния на процессы интегрирования при моделировании;
- 4) провести анализ логической структуры программы с целью выявления повторяющихся процедур и сокращения программного кода;
- 5) выявить ограничения, накладываемые на программный продукт используемыми

системой программирования и техническими средствами;

6) провести исследования с помощью программной модели при различных входных параметрах;

7) определить необходимые входные параметры;

8) дать сводку результатов работы программного продукта.

Примечание: процесс разработки программного продукта - итерационный. Поэтому при необходимости следует уточнять и согласовывать возникающие вопросы и ограничения с преподавателем и возвращаться к повторному программированию отдельных процедур.

2.4. Объем курсовой работы определяется для пояснительной записки 20-25 стр. рукописного текста формата А4. Наличие графической части определяется по необходимости преподавателем.

2.5 Выполнение курсовой работы по дисциплине "Микропроцессорные устройства управления и их программное обеспечение" осуществляется в течение указанного семестра в соответствии с графиком, утвержденным для каждого студента преподавателем. При выполнении работы необходимо пользоваться специальной литературой, справочниками, нормативной документацией, например ГОСТами, ОСТами и т. п. К заданию подходить творчески, анализируя различные варианты программной реализации выданного задания. Для выполнения курсовой работы обязательно применение персональной ЭВМ для решения исследовательских, модельных и управленческих задач, так как технические узлы персональной ЭВМ в достаточной степени похожи на узлы микропроцессорных устройств управления, применяемых в робототехнических системах.

2.6. Защита курсовой работы производится в установленные кафедрой сроки. До защиты должны быть полностью окончены работы над выполнением задания, оформлена пояснительная записка к курсовой работе, получены результаты функционирования программного продукта и зафиксированы в виде приложений. Пояснительная записка подписывается студентом и руководящим преподавателем.

### 3. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине "Микропроцессорные устройства управления и их программное обеспечение".

3.1. План построения и содержание разделов пояснительной записки к курсовой работе являются следующими:

- титульный лист;
- задание на курсовую работу;
- содержание;
- текстовая часть;
- список использованной литературы;
- приложения.

3.2. При написании подразделов пояснительной записки для курсовой работы необходимо учитывать следующие рекомендательные указания:

- в общих сведениях о ПО желательно отразить для каких целей создано ПО; в ка-

кой программной среде функционирует оно; что необходимо сделать при смене производителя программной среды или ее версии; отразить возможности переносимости и транспортабельности ПО.

- под функциональным назначением следует понимать описание математических, логических, перекодировочных, управляющих и других операций, производимых ПО с учетом возможных ограничений.

- описание логической структуры ПО необходимо для отражения различных ветвей и последовательностей действий ПО для достижения выполнения поставленного задания.

- блочно-алгоритмическое представление ПО необходимо выполнять с учетом общепринятых символических обозначений; оно необходимо для дополнения описания предыдущего пункта и укрупненной расшифровки функций ПО.

- реализация задания не ограничивает использование различных языков программирования, применяемых персональных компьютеров и дополнительных технических узлов и программных средств; но выбор перечисленных элементов должен быть обоснованным и соответствующим заданию; в этой связи требуется описать минимально необходимый набор средств для функционирования ПО, возможные аппаратно-программные особенности и ограничения.

- вызов и загрузка ПО могут быть различными при использовании отличающихся операционных систем и аппаратных средств персонального компьютера; в этой связи необходимо указать возможные особенности функционирования и изменяемые параметры, влияющие на работоспособность ПО в различных вариантах операционно-аппаратурных сочетаний.

- описание входных данных зачастую определяет нормальное функционирование ПО; по этой причине требуется описывать тип, формат, диапазон и назначение используемых входных величин; выходные данные должны быть также описаны для однозначного восприятия результатов работы ПО.

- заключение должно отражать достоинства и недостатки работы, в нем указываются направления совершенствования работы, оценивается эффективность ПО для выполнения поставленного задания.

При использовании в ПО значительного количества отдельных процедур и функций допускается группирование их по смысловому и функциональному назначению с целью последующего объединенного описания с ранее указанными требованиями и рекомендациями, распространяемыми на эти группы функций.

3.3. Текстовая часть состоит из следующих разделов и подразделов:

Введение.

Описание программного обеспечения (ПО).

- 1) Постановка задачи и анализ возможных вариантов ее программной реализации.
- 2) Общие сведения о ПО.
- 3) Функциональное назначение ПО.
- 4) Описание логической структуры ПО.
- 5) Блочно-алгоритмическое представление ПО.
- 6) Используемые системы программирования и технические средства.
- 7) Вызов и загрузка ПО.

## 8) Входные и выходные данные ПО. Заключение.

### 4. Краткий пример описания для функции.

#### 4.1. Общие сведения.

Подпрограмма-функция EUNOR вычисляет евклидову норму вещественного N-вектора. Составлена на стандарте языка Фортран, является полностью самодокументированной и соответствует дисциплине программирования, рассматриваемой для компилятора Фортран-77.

Для использования данного программного средства необходимо наличие на соответствующей ЭВМ системы программирования, обеспечивающей применение стандарта языка Фортран. На ЭВМ БЭСМ-6 подпрограмма-функция EUNOR транслировалась с последующей успешной работой на трансляторах ФОРТРАН-Дубна, ФОРТРАН-ГДР и FOREX. Для ее применения на других типах ЭВМ с полным сохранением ее свойств и характеристик достаточно изменить значения двух машинно-зависимых констант.

#### 4.2. Функциональное назначение.

Подпрограмма-функция EUNOR вычисляет евклидову норму вещественного вектора X размерности N:

$$|x| = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2}$$

Вычисление евклидовой нормы вещественного вектора обеспечивается во всех случаях, когда эта норма представима на данной машине. При этом полностью исключены возможности переполнения арифметического устройства или образования машинного нуля, а также обеспечивается сообщения об ошибках во всех критических ситуациях, связанных со входными данными.

Для обеспечения таких свойств подпрограммы-функции применен специальный алгоритм, рассмотренный в п.4.3. Не-посредственная реализация на языке Фортран указанной выше формулы приведет к тому, что что евклидова норма будет вычисляться не для всех представимых на данной машине векторов. Например, на ЭВМ БЭСМ-6 для вектора, компоненты которого меньше  $2e-32$ , результатом будет нуль, т.е. будет иметь место образование машинного нуля. Для вектора, у которого хотя бы одна компонента будет не меньше  $2e+32$ , произойдет переполнение арифметического устройства. Таким образом, непосредственная реализация формулы вычисления евклидовой нормы вещественного вектора не учитывает специфики арифметических операций на ЭВМ и не всегда позволяет получить верный результат там, где этот результат существует для данной ЭВМ.

Подпрограмма-функция EUNOR свободна от перечисленных недостатков.

#### 4.3. Описание логической структуры.

Алгоритм, реализованный в подпрограмме-функции EUNOR, основан на масштабировании каждой компоненты вектора относительно наибольшей по модулю компоненты этого вектора.

В подпрограмме-функции EUNOR используются две машинно-зависимые константы: SYS053 (максимальное положительное число, представимое на данной машине) и SYS073 (квадратный корень из минимального положительного числа XMIN, представимого на данной машине). Для БЭСМ-6:  $SYS053 = 2e+63 = 9.223372036846e18$ ;

$XMIN = 2e-65$ ;

$SYS073 = 2e-32 = 1.646361269956e-10$ .

Логическая структура подпрограммы-функции EUNOR может быть описана следующим образом.

После инициализации рабочих (локальных) переменных проверяется правильность задания размерности N вектора X. Если значение N меньше или равно нулю, то происходит обращение к подпрограмме UTER1, осуществляющей выдачу на печать диагностических сообщений со значением параметра ошибки IERR, равным 65, после чего EUNOR возвращает управление в вызвавшую ее (под)программу. В противном случае EUNOR продолжает работу вычислением AMAX - максимальной по модулю компоненты вектора X. Если окажется, что вектор X - нулевой, т.е. AMAX равна нулю, то значение евклидовой нормы полагается равным нулю, и подпрограмма-функция EUNOR прекращает свою работу.

Если вектор X содержит ненулевые компоненты, то производится вычисление суммы квадратов компонент вектора X, масштабированных относительно наибольшей по модулю компоненты AMAX. При вычислении этой суммы применяются специальные меры предосторожности, позволяющие исключить из вычислений те компоненты вектора X, которые могут привести к антипереполнению (образованию машинного нуля) при масштабировании и при возведении в квадрат масштабированной компоненты. В соответствующих проверках используется машинно-зависимая константа. Затем проверяется, может ли евклидова норма данного вектора X быть представлена на рассматриваемом классе машин, т.е. может ли вычисленная норма поместиться в разрядной сетке машины или, другими словами, не произойдет ли переполнение арифметического устройства. Если евклидова норма не представима на данной машине, то произойдет обращение к подпрограмме UTER1, осуществляющей выдачу на печать диагностических сообщений, со значением параметра IERR, равным 66, после чего EUNOR возвращает управление в вызвавшую ее (под)программу. В противном случае вычисление евклидовой нормы заданного вектора завершается и подпрограмма-функция EUNOR прекращает свою работу.

Имеется версия рассматриваемой подпрограммы-функции, вычисляющая евклидову норму вещественного вектора, заданного в машине с удвоенной точностью.

Подпрограмма выдачи диагностических сообщений UTER1 имеет вспомогательный характер и осуществляет простую распечатку сообщений в зависимости от значения параметра ошибки IERR.

Как видно из приведенной выше логической структуры подпрограмма-функция EUNOR обеспечивает вычисление евклидовой нормы вещественного вектора во всех случаях, когда она представима на данной машине без возникновения переполнений и образований машинного нуля и выдачу диагностических сообщений, когда вычисление нормы невозможно. Это оказалось возможным за счет усложнения алгоритма, основанного на прямом способе вычисления нормы, и некоторой потери скорости вычислений.

Могут предложены и другие способы вычисления евклидовой нормы. Например, характеристики EUNOR могут быть улучшены по точности по крайней мере 3 способами: применением алгоритма попарного суммирования; за счет масштабирования ком-

понент вектора и последующего суммирования в режиме удвоенной точности; за счет повышения точности при масштабировании при помощи деления на соответствующую степень двойки.

#### 4.4. Используемые системы программирования и технические средства.

В данном случае подпрограмма-функция EUNOR представлена в версии ЭВМ БЭСМ-6. Предполагается наличие стандартной фортранной среды, т.е. редактора текста, компилятора ФОРТРАН-77, оптимизаторов кода, компоновщика и библиотекаря, а также связанных с этим программных и технических средств поддержки дисковых и ленточных накопителей. Для использования EUNOR на других типах машин с сохранением ее свойств и характеристик достаточно присвоить соответствующие значения машинно-зависимым константам SYS053 и SYS073. Тем самым, EUNOR обладает свойством переносимости или транспортабельности.

#### 4.5. Вызов и загрузка.

Вызов подпрограммы-функции EUNOR осуществляется при помощи определенного в языке ФОРТРАН аппарата доступа к внешним функциям. Загрузка EUNOR и включение ее вычислительный процесс осуществляется при помощи штатных средств системы программирования, обеспечивающей использование стандарта языка ФОРТРАН на данном типе машин.

#### 4.6. Входные и выходные данные.

Первый описывающий оператор подпрограммы-функции EUNOR имеет вид:

REAL FUNCTION EUNOR (X,N,IERR)

Параметры EUNOR имеют следующий смысл:

X- вещественный одномерный массив длины не меньше N, в котором на входе задается исходный вектор;

N- целая переменная или константа, задающая на входе числокомпонент вектора;

IERR- целая переменная, служащая для сообщения об ошибках, обнаруженных в процессе работы подпрограммы-функции. На выходе значениями IERR могут быть:

IERR=0, если евклидова норма вектора вычислена;

IERR=65, если значение N меньше или равно 0;

IERR=66, если евклидова норма заданного вектора не может быть представлена на данной машине.

### 5. Пример оформления листинга самодокументированной функции.

```
REAL FUNCTION EUNOR(X,N,IERR)
INTEGER IERR,N
REAL X
DIMENSION X(N)
```

С Назначение функции EUNOR : вычисление евклидовой нормы вещественного вектора.

С Математическое описание:  $|X| = (\text{сумма от } 1 \text{ до } N X(I)**2)**(1/2)$ .



С Подпрограмма-функция свободна от антипереполнения и обеспечивает вычисление нормы во всех случаях, когда эта С норма представима на данной машине без возникновения переполнения. Программа фиксирует все ошибочные ситуации С во входных данных.

С Параметры:

С X - исходный вектор; тип REAL;

С N - вход; число компонент вектора; тип INTEGER;

С IERR - выход; индекс сообщения об ошибках; тип INTEGER;

С IERR=65 - когда значение  $N \leq 0$ ;

С IERR=65 - когда норма вектора не представима на данной машине;

С Версии: EUNORD (Параметр X имеет тип DOUBLE PRECISION)

С Вызываемые подпрограммы\_\_: UTER1 - выдача диагностических сообщений.

С Общие блоки: нет.

С Последняя редакция: декабрь 1996 г.

С Тип ЭВМ: БЭСМ-6

С Автор: О.Б.Совер, Москва В-234, Ленинские горы, НИВЦ МГУ.

С Пример использования:

С INTEGER IERR,N

С REAL X,Y

С DIMENSION X(4)

С DATA X(1),X(2),X(3),X(4) / 1.0e0, 1.0e0, 1.0e0, 1.0e0 /

С N = 4

С Y = EUNOR(X,N,IERR)

С Результаты: Y=2, IERR=0.

REAL ABS,SQRT

С Внешние функции: нет.

EXTERNAL SQRT

С Локальные переменные:

С A - рабочая переменная для хранения и масштабирования компоненты исходного вектора;

С AMAX - максимальная по модулю компонента вектора;

С SUM - для накопления суммы квадратов масштабированных компонент вектора;

INTEGER I

REAL A,AMAX,ONE,SUM,SYS053,SYS073,ZERO

С Константы:

С SYS053 - максимальное положительное число, представимое на данной машине  
С SYS073 - квадратный корень из минимального числа представимого на данной машине

```
DATA ONE / 1.0e0 /  
1 SYS053 / 9.223372036846e+18 /  
2 SYS073 / 1.646361269956e-10 /  
3 ZERO / 0.0e0 /
```

С Внутренние функции: нет.

```
IERR = 0
```

С Сообщение об ошибке, если  $N \leq 0$ .

```
IF (N.GT.0) GO TO 10  
IERR = 65  
GO TO 90  
10 CONTINUE
```

С Инициализация рабочих переменных.

```
AMAX = ZERO  
SUM = ZERO
```

С Вычисление максимальной по модулю компоненты вектора X.

```
DO 20 I = 1,N  
IF (ABS(X(I)).GT.AMAX) AMAX = ABS(X(I))  
20 CONTINUE
```

С Прекращение вычислений, если вектор нулевой.

```
IF(AMAX.EQ.ZERO) GO TO 80
```

С Вычисление суммы компонент вектора, масштабированных относительно наибольшей по модулю компоненты.

```
DO 50 I = 1,N
```

С Контроль переполнения

```
IF (AMAX.LT.SYS073) GO TO 30  
IF (ABS(X(I)).LT.SYS073*AMAX) GO TO 40
```

```

30 CONTINUE
  A = X(I)/AMAX
  SUM = SUM + A*A
40 CONTINUE
50 CONTINUE
  SUM = SQRT(SUM)

```

С Контроль представимости евклидовой нормы на данной машине

```

  IF (AMAX.LT.ONE) GO TO 70
  IF (SUM.LE.SYS053/AMAX) GO TO 60

```

```

  IERR = 66
  GO TO 90
60 CONTINUE
70 CONTINUE
80 CONTINUE

```

С Окончательное вычисление нормы

```

  EUNOR = AMAX * SUM
  GO TO 100
90 CONTINUE

```

С Выдача сообщения об ошибке

```

  CALL UTER1(IERR)
100 RETURN
  END

```

## 6. Библиографический список

### ОСНОВНОЙ

1. Юревич Е. Основы роботехники : учеб. пособие. - 2-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 416 с. : ил. - ISBN 5-94157-473-8 : 185-00.
2. Корендясев А.И. Теоретические основы робототехники : В 2 кн.: монография. Кн. 1 / под ред. С. М. Каплунова. - М. : Наука, 2006. - 383 с. - ISBN 5-02-033952-0; 5-02-034439-7 : 315-00.
3. Корендясев А.И. Теоретические основы робототехники : В 2 кн.: монография. Кн. 2. - М. : Наука, 2006. - 376 с. - ISBN 5-02-033952-0; 5-02-034445-1 : 315-00.
4. Ефремов Д.А. Микропроцессорные устройства управления РТС : учеб. пособие. Ч.1 / Д.А.Ефремов,М.И.Герасимов. - Воронеж : Изд-во ВГТУ, 2001. - 149с. - 30.00.
5. Ефремов Д.А. Микропроцессорные устройства управления РТС : учеб. пособие. Ч.2 / Д.А.Ефремов,М.И.Герасимов. - Воронеж : Изд-во ВГТУ, 2003. - 128с. - 30.00.

6. Медведев В.А. Управление роботами и РТС. На дискете. - 2002. - 20.00.
7. Медведев В.А. Управление роботами : учеб. пособие / В.А.Медведев, А.И.Шиянов. - Воронеж : ВГТУ, 2003. - 187с. - 37.00.
8. Бойт, К. Цифровая электроника / К.Бойт;пер.с нем.М.М.Ташлицкого .— М. : Техносфера, 2007 .— 472с. : ил. — (Мир электроники) .— ISBN 978-5-94836-124-6 /в пер./ : 339.26.
9. Новожилов, О.П. Основы микропроцессорной техники. Т.1 : учеб.пособие:в 2 т. / О.П.Новожилов .— М. : РадиоСофт, 2007 .— 432с. : ил. — ISBN 5-93037-165-2 : 314.62.
10. Новожилов, О.П. Основы микропроцессорной техники. Т.2 : учеб.пособие:в 2 т. / О.П.Новожилов .— М. : РадиоСофт, 2007 .— 336с. : ил. — ISBN 5-93037-167-9 : 287.96.
11. Абрамов В.М. Электронные элементы устройств автоматического управления:Схемы.Расчет.Справочные данные / В.М.Абрамов .— М. : Академкнига, 2006 .— 680с. : ил. — Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-94628-222-0 /в пер./ : 368.10.
12. Белов А.В. Самоучитель по микропроцессорной технике / А.В.Белов .— 2-е изд.,перераб.и доп. — СПб. : Наука и Техника, 2007 .— 256с. : ил. — (Радиолюбитель) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 978-5-94387-190-0 : 101.15.
13. Нарышкин А.К. Цифровые устройства и микропроцессоры : учеб.пособие для вузов / А.К.Нарышкин .— М. : Академия, 2006 .— 320с. : ил. — (Высшее профессиональное образование:Радиоэлектроника) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-7695-1618-6 /в пер./ : 217.80.
14. Джексон, Р.Г. Новейшие датчики : монография / Р.Г.Джексон;пер.с англ.под ред.В.В.Лучинина .— М. : Техносфера, 2007 .— 384с.
15. Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов : учебник для вузов / А.Б.Сергиенко .— 2-е изд. — М.[и др.] : Питер, 2006 .— 751с.
16. Свердлов, С.З. Языки программирования и методы трансляции : учеб.пособие для вузов / С.З.Свердлов .— М.[и др.] : Питер, 2007 .— 638с. : ил. + 1опт.диск(CD ROM) .— (Учебное пособие) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 978-5-469-00378-6 /в пер./ : 229.50.
17. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов М. :Высшая школа, 2004.-790с
18. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств. М.:Додэка-XXI, 2005.-528с
19. Токарев В.Л. Аппаратные средства вычислительной техники : учеб.пособие для вузов / В.Л.Токарев .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2005 .— 470с. — (75-летию ТулГУ посвящается) .— Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-7679-0762-5 /в пер./ : 230.00.
20. Баев Б.П. Микропроцессорные системы бытовой техники : учебник для вузов / Б.П.Баев .— М. : Горячая линия-Телеком, 2005 .— 480с. : ил. — Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-93517-196-1 /в пер./ : 208.56.
21. Александров Е.К. Микропроцессорные системы : учеб.пособие для вузов / Е.К.Александров [и др.];под ред Д.В.Пузанкова .— М. : Политехника, 2002 .— 935с. : ил. — Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-7325-0516-4 /в пер./ : 316.39.
22. Шагурин И.И. Современные микроконтроллеры и микропроцессоры фирмы

Motorola : Справочник / И.И.Шагурин .— М. : Горячая линия-Телеком, 2004 .— 952с. : ил. — ISBN 5-93517-162-7 /в пер./ : 538.00.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ

1. Каган Б.М., Сташин В.В. Основы проектирования микропроцессорных устройств автоматики. - М: Энергоатомиздат, 1987.
2. Хвощ С.Т., Варлинский Н.Н., Попов Е.А. Микропроцессоры и микро-ЭВМ в системах автоматического управления. Справочник под общей редакцией С.Т. Хвоща. - Л.: Машиностроение, 1987.
3. Микропроцессорный комплект К1810. Структура, программирование и применение : справочная книга / Ю.М. Казаринов, В.Н. Номоконов, Г.С.Подклетнов, Ф.В.Филиппов; Под ред. Ю.М.Казаринова.-М.:Высш. шк.,1990.- 269с.;ил.
4. Руководство по архитектуре IBM PC и программирования/Ж.К.Голенкова, А.В.Заблоцкий, М.Л.Мархасин и др.; Под общ.ред. М.Л.Мархасина.-Мн.: ООО "Консул",1992, 949с.; ил.
6. Вуд А. Микропроцессоры в вопросах и ответах / Пер. с англ. Под. ред. Д.А.Поспелова.- М.: Энергоатомиздат. 1985.-184с.
7. Казаринов Ю.М., Номоконов В.Н., Филиппов Ф.В. Применение микропроцессоров и микроЭВМ в радиотехнических системах. Учеб. пособие для радиотехнических спец. вузов.-М.:Высш.шк.,1988. 207 с.
8. Микропроцессорные системы автоматического управления / В.А.Бесекерский, Н.Б.Ефимов, С.И.Зиатдинов и др..Под общ. ред. В.А.Бесекерского.- Л.:Машиностроение. Ленингр. отд-ние,1988. - 365с.
9. Микропроцессорное управление технологическим оборудованием микроэлектроники.: Учеб. пособие / А.А. Сазонов, Р.В.Корнилов, Н.П.Кохан и др.;Под ред. А.А.Сазонова.- М.:Радио и связь, 1988.-264с.
10. Холленд Р. Микропроцессоры и операционные системы..Краткое справочное пособие.;Пер. с англ.- М.: Энергоатомиздат, 1991.- 192с.
11. Шевкопляс Б.В. Микропроцессорные структуры. Инженерные решения. Дополнение первое.. Справочник.-М.: Радио и связь, 1993.- 256с
12. Микропроцессорные системы автоматического управления / В.А.Бесекерский, Н.Б.Ефимов, С.И.Зиатдинов и др.; Под общ. ред. В.А.Бесекерского.-Л.; Машиностроение. Ленингр. отделение, 1988.365с.
13. Системы автоматического управления с микро-ЭВМ / В.Н. Дроздов, И.В.Мирошник, В.И.Скорубский.-Л.; Машиностроение Ленингр. отделение, 1989.- 284с.
14. Остром К., Виттенмарк Б. Системы управления с ЭВМ: Пер. с англ. -М. : Мир, 1987.-480с.
15. Куафе Ф. Взаимодействие робота с внешней средой; Пер. с англ.- М.; Мир, 1985. - 285с.
16. Оформление программных средств для представления в государственный фонд алгоритмов и программ СССР // Методическая разработка для Минвуза

- СССР./О.Б.Арушанян; Под ред. В.А.Морозова, Р.Д.Солода.-М.: МГУ им. Ломоносова, 1984.-86с.
17. Язык Ассемблера для IBM PC и программирования/Пер. с англ. Ю.А.Сальникова.- М.:Высш.шк.,1992.-447с.;ил.
18. Болски М.И. Язык программирования Си. Справочник:Пер. с англ..-М.:Радио и связь, 1988.-96с.: ил.
19. Берри Р., Микинз Б. Язык Си: Введение для программистов/Пер. с англ. и предисл. Д.Б.Подшивалова.-М.:Финансы и статистика, 1988.-191 с.: ил.
20. Операционная система MS DOS. Справочник программиста. М.: "И.В.К.-СОФТ",1990.-Ч.1.-80с.
21. Операционная система MS DOS. Справочник программиста. М.: "И.В.К.-СОФТ",1990,-Ч.2.-161с.
22. Операционная система MS DOS. Справочник программиста. М.: "И.В.К.-СОФТ",1990.-Ч.3.-245с.