

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Контроллеры и интерфейсы измерительных систем Б1.В.ДВ.13

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения)

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Лунев И.В.

**Рецензент(ы):**

Насыров И.А.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6123419

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) главный инженер проекта Лунев И.В. Федеральный центр коллективного пользования физико-химических исследований веществ и материалов Приволжского Федерального округа КФУ , Lounev75@mail.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) "Контроллеры и интерфейсы измерительных систем" является изучение цифровых методов представления информации, базовой структуры микропроцессорных систем, принципов аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования информации.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.13 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Курс предназначен для студентов 4 курса, 8 семестр

Б3.ДВ.9 профессиональный цикл

Для освоения содержания дисциплины необходимо знание основ математического анализа, физики. Она формирует общекультурные и профессиональные компетенции, необходимые для прохождения учебной и производственной практик, освоения модулей профессионального цикла.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимыми для решения исследовательских задач (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики (в соответствии с профилем подготовки) и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные структуры и виды обеспечений автоматизированных систем, типы и характеристики первичных измерительных преобразователей, структуру ЭВМ и организацию обмена данными с внешними устройствами, архитектуру и алгоритмы функционирования универсальных измерительных интерфейсов;

2. должен уметь:

формулировать цель исследования, обосновать выбор метода и условия достижения цели, определять основные параметры изучаемых устройств;

3. должен владеть:

методами обработки информации.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

использовать базовые теоретические знания, практические навыки и умения для участия в научных и научно-прикладных исследованиях и аналитической деятельности.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Назначение вычислительно-управляющих устройств микропроцессоров или микро ЭВМ в измерительных приборах. Тема 2. Общие принципы построения микроЭВМ и автономного контроллера. Тема 3. Принципы сопряжения периферийных устройств и микроЭВМ. Тема 4. Интерфейсы программируемых приборов, основные особенности. Тема 5. Интерфейсы системы КАМАК. Тема 6. Программа-драйвер.	8	1-9	18	0	36	Письменная работа Коллоквиум Устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			18	0	36	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Назначение вычислительно-управляющих устройств микропроцессоров или микро ЭВМ в измерительных приборах. Тема 2. Общие принципы построения микроЭВМ и автономного контроллера. Тема 3. Принципы сопряжения периферийных устройств и микроЭВМ. Тема 4. Интерфейсы программируемых приборов, основные особенности. Тема 5. Интерфейсы системы КАМАК. Тема 6. Программа-драйвер.**

**лекционное занятие (18 часа(ов)):**

Основные метрологические параметры ИП, их структура и взаимозависимость. Основная погрешность, время измерения, входное сопротивление, динамический диапазон; рабочие условия и условия эксплуатации, дополнительная погрешность, поправка. Роль временного интервала между поверочными испытаниями (поверками). Особенности измерительных преобразований типа прибора и метода измерений существенные для целей автоматизации. Управляющие функции ВУУ (измерительная схема и алгоритм измерения, рабочий диапазон) и особенности поверочных режимов (нормализация, линеаризация, контроль нуля, контроль внешних условий). Вычислительные функции ВУУ (статистические характеристики результатов и возможности внесения поправки, виды предварительной обработки, косвенные измерения). Тестовые функции ВУУ. Особенности эксплуатационного и отладочного режимов. Сервисные функции ВУУ (интерактивный режим, первичная и вторичная обработка, документация результатов). Универсальность ВУУ. Виртуальный измерительный прибор. Дефекты цифрового управления, способы развязки прибора и микропроцессора, измерительный процессор. Структурная схема вольтметра с МП ЦВ7115, В7-18, В7-39.

**лабораторная работа (36 часа(ов)):**

Основные метрологические параметры ИП, их структура и взаимозависимость. Основная погрешность, время измерения, входное сопротивление, динамический диапазон; рабочие условия и условия эксплуатации, дополнительная погрешность, поправка.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семе-стра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Назначение вычислительно-управляющих устройств микропроцессоров или микро ЭВМ в измерительных приборах. Тема 2. Общие принципы построения микроЭВМ и автономного контроллера. Тема 3. Принципы сопряжения периферийных устройств и микроЭВМ. Тема 4. Интерфейсы программируемых приборов, основные особенности. Тема 5. Интерфейсы системы КАМАК. Тема 6. Программа-драйвер.	8	1-9	Изучение литературы. Подготовка к опросу.	14	Письменный опрос.
				подготовка к коллоквиуму	14	Коллоквиум
				подготовка к письменной работе	14	Письменная работа
				подготовка к устному опросу	12	Устный опрос

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Итого				54	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, подготовка и представление докладов, проведение блиц-опросов.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. Тема 1. Назначение вычислительно-управляющих устройств микропроцессоров или микро ЭВМ в измерительных приборах. Тема 2. Общие принципы построения микроЭВМ и автономного контроллера. Тема 3. Принципы сопряжения периферийных устройств и микроЭВМ. Тема 4. Интерфейсы программируемых приборов, основные особенности. Тема 5. Интерфейсы системы КАМАК. Тема 6. Программа-драйвер.**

Коллоквиум , примерные вопросы:

1. Разностное уравнение для реализации цифрового фильтра. 2. Передаточная характеристика цифрового фильтра. 3. Амплитудо-частотная характеристика. 4. Прямое преобразование Фурье. 5. Обратное преобразование Фурье. 6. Достоинства и недостатки АЦП параллельного типа. 7. Достоинства и недостатки АЦП последовательного приближения. 8. Достоинства и недостатки АЦП интегрирующего типа. 9. Основные характеристики четырехразрядных микроконтроллеров. 10. Общие характеристики микроконтроллера i8051. 11. Принципы построения систем сбора и обработки информации. 12. Классификации приборных интерфейсов. 13. Характеристики системной магистрали ISA. 14. Характеристики системной магистрали. 15. Порядок обмена по интерфейсу Centronics. 16. Основные характеристики последовательного интерфейса RS-232. 17. Основные характеристики универсальной последовательной шины USB. 18. Основные параметры интерфейса локальной сети Ethernet. 19. Характеристики канала общего пользования IEEE-466. 20. Характеристики приборного интерфейса КАМАК.

Письменная работа , примерные вопросы:

1. Принципы организации передачи информации между блоками в микропроцессорных системах. Архитектура "Общая шина". 2. Основные блоки микропроцессора. Их назначение. 3. Программная реализация операций ввода-вывода. Достоинства и недостатки этого метода ввода-вывода. 4. Связь с большим количеством устройств ввода-вывода. Организация внешней программно управляемой шины. 5. Прерывания в микропроцессорных системах. Особенности построения программ при наличии прерываний. 6. Прерывания в микропроцессорных системах. Особенности организации системы при наличии большого количества источников прерываний. 6. Особенности ввода-вывода с применением прямого доступа к памяти. Достоинства, недостатки и область применения этого метода. 7. Структурная схема прибора с микропроцессорным управлением и цифровой обработкой сигнала. Требования к микропроцессорам, встраиваемым в приборы. 8. Принцип цифровой обработки сигнала. Достоинства этого метода обработки сигналов. 9. Особенности архитектуры процессоров, предназначенных для цифровой обработки сигнала. 10. Вычислительные устройства, основанные на потоке данных. Однородная вычислительная среда "Райта". 11. Алгоритмы дискретных фильтров. Разностное уравнение. Амплитудно- частотные характеристики. 12. Особенности программной реализации дискретных фильтров. 14. Дискретное преобразование Фурье. Его программная реализация. Быстрое преобразование Фурье. 13. Структурные методы повышения точности при измерениях. Метод вспомогательных измерений, его достоинства и недостатки. 14. Структурные методы повышения точности при измерениях. Метод образцовых мер, его достоинства и недостатки. 15. Пример системы, реализующей цифровую обработку сигнала. Особенности процессора и блок-схема алгоритма работы. 16. Управляющие микроконтроллеры семейства MCS-51. Периферийные устройства входящие в микроконтроллер, их программирование. 17. Пример управляющей системы, использующей микроконтроллер семейства MCS-51. Подключение датчиков, исполнительных устройств и блок-схема алгоритма работы. 18. Особенности универсальных микропроцессоров, встраиваемых в приборы. 19. Параллельные АЦП, их параметры, достоинства и недостатки. Особенности сопряжения АЦП данного типа с микропроцессорными системами. 20. АЦП последовательных приближений, их типичные характеристики достоинства и недостатки. Особенности подключения этих АЦП в микропроцессорных системах, программная реализация АЦП данного типа. 21. Интегрирующие АЦП, параметры, достоинства и недостатки различных типов интегрирующих АЦП. Особенности работы данных АЦП с микропроцессорными системами, программная реализация некоторых блоков интегрирующих АЦП. 22. Цифра-аналоговые преобразователи их схемы и характеристики. Программная реализация ЦАП, частотно-импульсная и широтно-импульсная модуляция. 23. Особенности подключения исполнительных устройств (обмотка электромагнита, двигатель постоянного тока, шаговый двигатель) к микропроцессорным системам. 24. Особенности подключения датчиков к цифровым информационно- измерительным и управляющим системам. 25. Особенности, достоинства и недостатки различных типов интерфейсов компьютер - измерительный блок в информационно-управляющих системах. 26. Особенности и требования к компьютерам, используемым в измерительных и управляющих системах. Micro-PC. 27. Стандартные интерфейсы для измерительной техники. Канал общего пользования. 28. Стандартные интерфейсы для измерительной техники. КАМАК.

Письменный опрос , примерные вопросы:

1. Принципы цифровой обработки сигналов. 2. Принципы организации передачи информации между блоками в микропроцессорных системах. Архитектура "Общая шина". 3. Статистическая обработка результатов измерений. 4. Метод вспомогательных измерений, его достоинства и недостатки. 5. Структурные методы повышения точности при измерениях. Метод образцовых мер, его достоинства и недостатки. 6. Подключение датчиков к цифровым измерительным системам. 7. Структурная схема прибора с микропроцессорным управлением и цифровой обработкой сигнала. 8. Дискретное преобразование Фурье. Его программная реализация. Быстрое преобразование Фурье. 9. Пример системы, реализующей цифровую обработку сигнала. Особенности процессора и блок-схема алгоритма работы. 10. Цифро-аналоговые преобразователи. 11. Аналого-цифровые преобразователи. 12. Процессоры цифровой обработки сигналов. 13. Однокристалльные управляющие микроЭВМ. 14. Системы сбора и обработки информации. 15. Стандартные интерфейсы для измерительной техники.

Устный опрос , примерные вопросы:

1. Двоичная система счисления, представление двоичных цифр. 2. Двоично-десятичное представление чисел, сравнение с двоичным. 3. Программно-управляемый ввод-вывод информации. 4. Последовательный способ передачи информации. 5. Понятие интерфейса. 6. Методы цифровой обработки сигналов в измерительных приборах. 7. Особенности универсальных ЭВМ, используемых для целей измерения и управления. 8. Определение микропроцессора. Принцип действия и внутреннее устройство микропроцессоров, назначение их составных частей. 9. Общая характеристика, достоинства, недостатки и область применения языка "Ассемблер". Структура текста программы на языке Ассемблера. 10. Типы микросхем постоянных запоминающих устройств (ПЗУ). 11. Типы микросхемы оперативных запоминающих устройств (ОЗУ).

### **Итоговая форма контроля**

зачет (в 8 семестре)

Примерные вопросы к зачету:

Для аттестации студентов проводится зачет.

Вопросы к зачету:

1. Основные метрологические параметры ИП, их структура и взаимозависимость.
2. Управляющие функции ВУУ (измерительная схема и алгоритм измерения, рабочий диапазон) и особенности поверочных режимов (нормализация, линеаризация, контроль нуля, контроль внешних условий).
3. Вычислительные функции ВУУ (статистические характеристики результатов и возможности внесения поправки, виды предварительной обработки, косвенные измерения).
4. Тестовые функции ВУУ. Особенности эксплуатационного и отладочного режимов.
5. Сервисные функции ВУУ (интерактивный режим, первичная и вторичная обработка, документация результатов).
6. Универсальность ВУУ. Виртуальный измерительный прибор. Дефекты цифрового управления, способы развязки прибора и микропроцессора, измерительный процессор.
7. Структурная схема вольтметра с МП ЦВ7115, В7-18, В7-39.
8. Принципы сопряжения периферийных устройств (ПУ) и микроЭВМ.
9. Совместимость устройств (информационная, электрическая, конструктивная). Понятие интерфейса. Логическая, функциональная и физическая реализация.
10. Синхронная и асинхронная передача данных. Радиальный, магистральный, цепочечный и комбинированный интерфейсы. Системный интерфейс ЭВМ.
11. Малые интерфейсы (ИРПП, стык С2).
12. Понятие адаптера интерфейсов.
13. Програма-драйвер.
14. Общая характеристика, логическая и функциональная организация физической реализации (HP-IB, 26.0003.80)
15. Интерфейсы БИС (приемник/источник, K580ВГ91, сопряжения контроллеров K580ВГ92 (контроллер шины) ).
16. Интерфейс последовательной магистрали HP-IL .
17. Интерфейсы системы КАМАК. Структурная организация КАМАК. (контроллер, крейт, магистраль, модуль, станция).
18. Интерфейс магистрали крейта. Функциональная организация измерительной системы на основе крейта.
19. Интерфейс для программно-модульных многопроцессорных систем (E3S, FASTBUS, MULTIBUS).
20. Програма-драйвер, основные назначения и особенности, коды и форматы.

### **7.1. Основная литература:**

1. Архитектура ЭВМ: Учебное пособие / В.Д. Колдаев, С.А. Лупин. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 384 с.: - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/375092>
2. Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации: Учебник / Шишов О.В. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 365 с.: - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/515991>
3. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем: Учебник / Н.В. Максимов, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Форум:НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 512 с.: - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=405818>
4. Периферийные устройства вычислительной техники: Учебное пособие / Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с.: - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=424031>
5. Микропроцессорные системы: Учебник / В.В. Гуров. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 336 с.: - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=462986>

## **7.2. Дополнительная литература:**

1. Прикладная электроника : учебник / А.В. Ситников, И.А. Ситников. ? М.: КУРС: ИНФРА-М, 2017. ? 272 с.: - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/851567>
2. Занимательная микроэлектроника: Практическое руководство / Ревич Ю.В. - СПб:БХВ-Петербург, 2007. - 580 с.: - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/350358>
3. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие: Учебное пособие / Микушин А.В., Сажнев А.М., Сединин В.И. - СПб:БХВ-Петербург, 2010. - 832 с.: - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/350706>
4. Электроника интегральных схем. Лабораторные работы и упражнения: Учебное пособие / Петросянец К.О., Козылко П.А., Рябов Н.И.; Под ред. Петросянец К.О. - М.:СОЛОН-Пр., 2012. - 520 с.: - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/892456>

## **7.3. Интернет-ресурсы:**

- Аппаратные средства персональных компьютеров - <http://www.about-pc.narod.ru/index.html>  
Микропроцессоры - <http://dfe.petrso.ru/koi/posob/microcpu/index.html>  
Микропроцессоры и микроконтроллеры - <http://naf-st.ru/articles/mpmc/>  
Учебная система дистанционного управления аппаратурой КАМАК - <http://dfe3300.karelia.ru/koi/teaching/camac/index.htm>  
Электронное учебное пособие по компьютерным сетям - <http://kom-seti.narod.ru>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Контроллеры и интерфейсы измерительных систем" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Стационарное и переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, ноутбуки).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения) .

Автор(ы):

Лунев И.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Насыров И.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.