

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Национальный исследовательский университет  
"Высшая школа экономики"**

Московский институт электроники и математики  
Департамент компьютерной инженерии

**Рабочая программа дисциплины  
«Встроенные и распределенные системы сбора данных»**

для образовательной программы «Информатика и вычислительная техника»

Разработчик программы  
Гудков Ю.И., к.т.н., доцент, с.н.с., ygudkov@hse.ru  
Тув А.Л., atuv@hse.ru

Одобрена на заседании департамента компьютерной инженерии  
«31» августа 2015 г.  
Руководитель департамента В.А. Старых \_\_\_\_\_

Утверждена «\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.  
Академический руководитель образовательной программы  
Т.А. Потапова \_\_\_\_\_

Москва, 2015

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения подразделения-разработчика программы.*



## 1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов, обучающихся на образовательной программе «Информатика и вычислительная техника», изучающих дисциплину «Встроенные и распределенные системы сбора данных».

Программа разработана в соответствии с:

- Образовательным стандартом университета по направлению 09.03.01 "Информатика и вычислительная техника".
- Рабочим учебным планом университета образовательной программы «Информатика и вычислительная техника», утвержденным в 2015г.

## 2 Цели освоения дисциплины

Изучение основных принципов и способов построения информационно-измерительных систем и систем сбора данных на базе открытых микроконтроллерных платформ. Формирование навыков проектирования аппаратного и программного обеспечения встраиваемых и распределенных систем, ориентированных на решение задач в области автоматизации сбора данных и управления.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

- *Знать* принципы построения централизованных и децентрализованных систем сбора информации и управления.
- *Уметь* разрабатывать структуры и алгоритмы управления периферийными компонентами автоматизированных систем сбора, обработки и хранения информации.
- *Иметь навыки (приобрести опыт)* отладки программного и аппаратного обеспечения систем сбора информации.

Компетенция	Код по НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способен получать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной.	УК-1	<b>Знает</b> принципы построения, структурные и технические решения систем сбора данных и управления.	Лекции, семинары.
Способен провести сравнительный анализ существующих аналогов систем сбора данных и управления для технико-экономического обоснования новых разработок.	ПК-7	<b>Умеет</b> обосновать структурные решения и выбрать элементную базу и для разработки компонентов и модулей систем сбора данных исходя из требований технического задания.	Лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
Способен обосновать принимаемое проектное решение, применить критерии	ПК-8	<b>Умеет</b> разрабатывать и аппаратное и программное обеспечение компонентов в	Практические занятия, самостоятельная



Компетенция	Код по НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
оценки эффективности проектного решения при проектировании отдельных программно-аппаратных компонентов встроенных и распределенных систем сбора данных в соответствии с техническим заданием		проектируемых системах сбора данных.	работа.
Способен провести макетирование компонентов и специализированных модулей систем сбора данных на основе результатов проведенных исследований.	ПК-6	<b>Приобретает навыки</b> макетирования и настройки аппаратного обеспечения разрабатываемых встроенных и распределенных систем сбора и обработки измерительной информации.	Практические занятия
Способен использовать современные инструментальные средства и технологии программирования при разработке прикладного программного обеспечения микроконтроллерных систем сбора информации и управления.	ПК-9	<b>Приобретает опыт</b> отладки программного обеспечения встроенных и распределенных микроконтроллерных систем сбора данных с помощью современных технологий программирования и инструментальных средств.	Практические занятия, самостоятельная работа.

#### 4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к циклу профессиональных дисциплин и блоку специальных дисциплин в образовательной программе «Информатика и вычислительная техника».

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- Информатика и программирование.
- Электротехника, электроника и схемотехника.
- Микроконтроллерные системы.
- Стандартные и специализированные интерфейсы.

Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- Знать основные законы электротехники и современную элементную базу.
- Знать принципы организации микропроцессорных устройств и систем.
- Иметь навыки самостоятельной работы с инструментальными средствами разработки программного обеспечения.



Основные результаты освоения дисциплины могут быть использованы при написании выпускной квалификационной работы.

#### 4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	1 модуль	2 модуль	3 модуль
<b>Аудиторные занятия</b>	102	24	22	56
Лекции (Л)	44	16	8	20
Семинары (С)	30	8	6	16
Практические (лабораторные) занятия	28	-	8	20
<b>Самостоятельная работа</b>	108	18	46	44
Вид контроля			ДЗ	ДЗ, Э
Общая трудоемкость (часы)	210		144	108

#### 5 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Сам. работа
			Лекции	Семинары	Прак. занятия	
1	Датчики и преобразователи электрических и неэлектрических величин.	14	6	2	-	6
2	Ввод/вывод аналоговых данных в микроконтроллерных системах.	20	6	4	-	10
3	Оценка погрешности измерительных устройств и систем.	8	4	2	-	2
4	Организация встроенных систем обработки данных и управления.	54	6	4	8	40
5	Интегральные первичные преобразователи на кристалле.	8	2	2	-	6
6	Мультиконтроллерные системы с последовательными каналами связи.	76	14	8	20	40
7	Системы на кристалле и ПЛИС.	24	6	8	-	4
	<b>ВСЕГО</b>	210	44	30	28	108

#### 6 Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	1 модуль	2 модуль	3 модуль	Параметры
Текущий	Домашнее задание		дата выдачи - 9 неделя	дата выдачи - 2 неделя	срок сдачи 1 ДЗ – 15 неделя. срок сдачи 2 ДЗ – 11 неделя.
Итоговый				*	Устный экзамен.



## 6.1 Критерии оценки знаний, навыков

Текущий контроль предусматривает 2 домашних задания. Оценки по текущему контролю выставляются по 10-ти балльной шкале. Домашние задания направлены на освоение методик разработки и отладки прикладного программного обеспечения систем сбора данных. Отчет по домашнему заданию – листинг программы.

Итоговый контроль на 4 курсе – устный экзамен с оценкой, включающий 2 теоретических вопроса по разработке встроенных и распределенных систем сбора данных.

## 7 Содержание дисциплины

<i>№</i>	<i>Наименование раздела дисциплины</i>	<i>Содержание раздела</i>
1.	Датчики и преобразователи электрических и неэлектрических величин.	Измерение электрического напряжения и тока, температуры, давления, силы, перемещения, звукового сигнала, освещенности, давления жидкости и газа, влажности, магнитного поля. Погрешности измерений. Статистическая обработка результатов измерений. Основные параметры датчиков электрических и неэлектрических величин.
2.	Ввод/вывод аналоговых данных в микроконтроллерных системах.	Параметры аналогового и цифрового сигнала. Временные характеристики: длительность импульсов, скорость нарастания. Спектральные характеристики: полоса частот, гармонические искажения, соотношение сигнал/шум. Согласование сигналов. Питание аппаратуры. Типы источников сигнала: заземленные источники, источники с "плавающей землей". Типы измерительных систем: дифференциальное подключение, подключение с общим заземленным и незаземленным проводом. Синфазный сигнал. Измерительные усилители. Способы подключения аналоговых датчиков к микроконтроллерной системе. Основные схемы подключений. Способы вывода аналоговой информации. Типовые и нетиповые методы аналогово-цифрового (АЦ) и цифро-аналогового (ЦА) преобразования.
3.	Оценка погрешности измерительных устройств и систем	Ряды электрорадиоэлементов (ЭРЭ). Погрешности ЭРЭ. Результирующая погрешность схемы обработки, состоящей из пассивных элементов. Погрешности активных элементов. Ток и напряжение смещения операционного усилителя (ОУ), дрейф. Методы измерения погрешностей ОУ. Скорость АЦ и ЦА преобразований. Погрешности линейности, квантования, межкодовый интервал. Устройства выборки-хранения.
4.	Организация встроенных систем обработки данных и управления.	Типовая структура и организация встроенной системы. Операционные системы реального времени. Компоненты для ввода/вывода аналоговой информации. Алгоритмы учета погрешностей схемы в системах. Калибровка. Обработка цифровых сигналов. Эффект наложения частот. Дискретное преобразование Фурье. Передача информации от датчиков на дальние расстояния. Аналоговые



		интерфейсы. Связные интерфейсы RS485, CAN. Межприборный интерфейс GPIB.
5.	Интегральные первичные преобразователи на кристалле.	Микросхемы датчиков измерения температуры, интегральные датчики ускорения (акселерометры), Датчики угла поворота (энкодеры). Способы сопряжения с микроконтроллерными системами.
6.	Мультиконтроллерные системы с последовательными каналами связи.	Типовая структура и организация распределенной системы. Централизованное и децентрализованное управление. Интервально-маркерный метод организации обмена информации. Линии связи и режимы обмена. Линейные коды NRZ, Манчестер. Линейные коды на основе AMI-сигнала. Фазоманипулированные коды. Режимы обмена в последовательном канале связи. Ретрансляция. Гальваническая развязка в линиях связи. Примеры построения систем с последовательным каналом связи. Длинные линии связи. Меры по согласованию сигналов источника и приемника. Однокристалльный микроконтроллер, как средство первичной обработки измерительной информации. Микроконтроллеры RISC-архитектуры. Понятие DSP-контроллера. Объединение микроконтроллеров в сеть. Интегрированные среды разработки микроконтроллерных систем, особенности программирования микроконтроллеров на языках высокого уровня (ЯВУ).
7.	Системы на кристалле и ПЛИС.	Архитектура ПЛИС. Понятия логических блоков, блоков ввода-вывода. Конфигурация логических блоков, понятие LUT. Языки описания аппаратуры VHDL, Verilog. Система проектирования Quartus2. Конфигурирование ПЛИС. Программирование по JTAG. Тестирование систем при изготовлении.

## 8 Образовательные технологии

Основное внимание при изучении дисциплины должно уделяться решению практических задач разработки микроконтроллерных систем. В первую очередь, разработке алгоритмов обмена информации со стандартными периферийными компонентами и реализации протоколов межконтроллерного обмена.

### 8.1 Методические указания студентам

Пояснительная записка по домашнему заданию должна включать следующие основные разделы:

- Анализ технического задания.
- Разработка структуры и блок-схемы алгоритма программы системы сбора данных и детальных алгоритмов процедур сбора информации.
- Разработка прикладной программы.
- Выводы.

## 9 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

### 9.1 Тематика заданий текущего контроля



### *Домашние задания.*

Разработать и отладить на эмуляторе и «системе-прототипе» программные компоненты для ввода и вывода аналоговых данных, внутримодульного и межмодульного обмена информации и вывода информации на цифровой дисплей.

### **9.2 Примерный перечень вопросов для оценки качества освоения дисциплины.**

1. Методы измерения температуры. Термопара. Измерение температуры с помощью рп-перехода.
2. Методы измерения давления.
3. Методы контроля освещенности.
4. Инструментальная и методическая погрешности.
5. Систематическая и случайная составляющая погрешности.
6. Понятие доверительного интервала. Коэффициенты Стьюдента.
7. Импульсные характеристики цифровых сигналов. Частота излома.
8. Виды источников питания в системах сбора информации.
9. Виды сигналов.
10. Синфазный и дифференциальный усилители. Сравнительная характеристика.
11. Согласование сигналов. Понятие волнового сопротивления.
12. Согласование сигналов. Скорость распространения электрического сигнала.
13. Измерительные усилители.
14. Измерение погрешностей ОУ
15. Оценка погрешности схемы обработки сигналов.
16. Погрешности АЦ и ЦА преобразований.
17. Способы компенсации температурных уходов параметров электронных схем.
18. Электрическая и логическая организация GPIB, команды GPIB.
19. Электрическая и логическая организация CAN. Структура сообщений CAN. Стандартные и расширенные сообщения.
20. Арбитраж и контроль ошибок в CAN.
21. Электрические характеристики RS485.
22. Типовая структура и организация встроенной системы.
23. Самосинхронизирующиеся коды. Коды Manchester и AMI.
24. Узлы ввода-вывода аналоговой информации в микроконтроллерных системах.
25. Тестирование ИМС при изготовлении. Стандарт Standard Test Access Port and Boundary-Scan Architecture.

### **10 Порядок формирования оценок по дисциплине**

*Текущий и промежуточный контроль первого семестра:*

- $Q1_{дом.зад.}$  – оценка за домашнее задание. Оценка выставляется по десятибалльной шкале при условии сдачи задания в срок.
- $Q2_{дом.зад.}$  – оценка за домашнее задание. Оценка выставляется по десятибалльной шкале при условии сдачи задания в срок.
- $Q1_{вопрос1}$ ,  $Q1_{вопрос2}$  – оценки за ответ на вопросы на устном экзамене. Каждый ответ оценивается по пятибалльной шкале.
- $Q_{итоговая}$  - итоговая оценка по дисциплине формируется по десятибалльной шкале и рассчитывается по формуле:

$$Q_{итоговая} = 0,3Q1_{дом.} + 0,3Q2_{дом.зад} + 0,4(Q1_{вопрос1} + Q1_{вопрос2})$$

Способ округления оценки: арифметический.



## 11 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 11.1 Базовый учебник

Базовый учебник отсутствует.

### 11.2 Основная литература

- Смирнов Ю.А. , Соколов С.В. , Титов Е.В. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники. Лань, 2013. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=12948](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=12948)
- Гёлль П. Электронные устройства с программируемыми компонентами. М.: ДМК Пресс, 2008. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132132&sr=1>
- Торгонский Л. А., Коваленко П. Н. Проектирование центральных и периферийных устройств ЭВС. Учебное пособие в 2 частях. Томск: Эль Контент, 2012. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208701&sr=1>
- Куприянов М.С. Матюшкин Б.Д. Цифровая обработки сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования. Политехника, СПб, 2000.
- Ремизевич Т.В. Микроконтроллеры для встраиваемых приложений. Додека, М., 2000.
- Пятибратов М.В. «Вычислительные машины, системы и сети», Учебник М. Финансы и статистика. 1998г.
- Бройдо В.К. «Вычислительные системы, сети и телекоммуникации» Изд-е 2. Питер, 2002г.
- Хорошевский В.Г. «Архитектура вычислительных систем» Изд. МГТУ им . Баумана 2005г.
- Новицкий П.В., Зохраф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений, Энергоатомиздат 1991г.
- Томпкинс У. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC, Мир 1992
- Федорков Б.Г. Телец В.А. Микросхемы ЦАП и АЦП Энергоатомиздат 1990

### 11.3 Дополнительная литература

- Нарышкин А.К. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов. - М.: Академия, 2008.
- ATmega48/88/168 datasheet <http://www.atmel.com/images/doc2545.pdf>
- The Arduino Comic Book <http://www.jodyculkin.com/wp-content/uploads/2012/04/arduino-comic-latest.pdf>
- Ю.И. Гудков, С.Н. Сафонов, А.Л. Тув «Микроконтроллерные устройства и специальные системы обработки информации». Часть 1. Универсальный лабораторный стенд для изучения однокристалльных микроконтроллеров: Методическое руководство к лабораторному практикуму. – М: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013.

### 11.4 Интернет-ресурсы

- <http://atmel.com/>
- <http://arduino.ru/>

### 11.5 Программные средства

- Инструментальная среда для стенда UNI-DS3 с целевыми микроконтроллерами.
- Интегрированная среда отладки микроконтроллерных устройств на «системе-прототипе» multiRSC.
- Интегрированная среда AVR Studio.





### **11.6 Дистанционная поддержка дисциплины**

Дистанционная поддержка дисциплины не предусмотрена.

### **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Универсальные стенды UNI-DS3 отладки микроконтроллерных устройств на «системе-прототипе» с платами целевых микроконтроллеров и модулей расширения.
- Персональные ЭВМ.