

**Белорусский государственный университет**

**УТВЕРЖДЕНО**  
Проректор по учебно-методической работе  
*28.02.2017*  
Регистрационный № *17/уч.*



**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-31 04 02 Радиоп физика**

2017 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 02-2013 и учебного плана G31-164/уч. от 30.05.2013 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

И.П. Стецко, доцент кафедры информатики и компьютерных систем Белорусского государственного университета, кандидат технических наук.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой информатики и компьютерных систем Белорусского государственного университета  
(протокол № 4 от 17.11.2016 г.).

Методической комиссией факультета радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета  
(протокол № 3 от 22.11.2016 г.).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью изучения дисциплины «Компьютерные измерительные системы» является формирование систематизированных знаний, навыков и компетенций в области метрологии и современной измерительной электроники.

К предметной области дисциплины «Компьютерные измерительные системы» относятся: развитие и взаимодействие измерительной электроники и вычислительной техники, аппаратно-программные средства компьютерно-ориентированных измерительных систем, интеллектуальные сенсоры, методы измерений и оценки, особенности измерений различных электрических и физических величин.

Основная задача дисциплины – подготовить обучаемых к владению основами метрологии, приобретению начальных практических навыков проектирования современных измерительных средств.

Для успешного усвоения дисциплины необходимы знания по электронным датчикам и усилителям сигналов, интегральной электронике, программируемой электронике, цифровой обработке сигналов, архитектуре компьютеров и технологиям программирования.

Дисциплина вносит вклад в формирование таких профессиональных компетенций, как способность:

ПК-14. В составе группы специалистов или самостоятельно разрабатывать радиоэлектронные устройства и системы.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

**знать:**

- основы теории измерений;
- способы измерений основных электрических и физических величин;
- составные части компьютерных измерительных систем,

**уметь:**

- организовать измерительный эксперимент и оценивать его результаты,

**владеть:**

- практическими навыками работы с компьютерно-ориентированными измерительными системами.

Объем дисциплины составляет 140 учебных часов, в том числе 66 аудиторных часов, из них лекции – 34, лабораторные работы – 32.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Текущая аттестация по дисциплине – зачет.

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

*Тема 1. Введение.* Место измерительной электроники в развитии техногенной цивилизации. Развитие и взаимодействие измерительной электроники и вычислительной техники. Обзор основных этапов развития компьютерно-ориентированных измерительных систем.

*Тема 2. Классификация компьютерных измерительных систем.* Классические настольные приборы. Информационно-измерительные системы. Виртуальные приборы. Портативные приборы. Интеллектуальные датчики.

*Тема 3. Основы метрологии.* Физические величины: понятие, единицы, способы воспроизведения. Виды и методы измерений. Средства измерений. Шкалы. Погрешности измерений, классификация. Принципы описания и оценивания погрешностей. Погрешности и метрологические характеристики средств измерений. Чувствительность средств измерений к влияющим величинам, динамические характеристики, классы точности.

*Тема 4. Обработка результатов измерений.* Выявление и компенсация систематических погрешностей. Оценка случайных погрешностей, аппроксимация известными законами. Выявление и устранение грубых погрешностей. Обработка результатов прямых однократных и многократных измерений. Определение результата и погрешностей косвенных измерений. Совместные измерения. Оценивание достоверности контроля и погрешности испытаний. Международные рекомендации по оцениванию неопределенности результатов измерений.

*Тема 5. Архитектура и концепция построения компьютерных измерительных систем.* Архитектура компьютерных измерительных систем. Основные положения концепции построения компьютерных измерительных систем.

*Тема 6. Основы измерительной электроники.* Датчики. Интеллектуальные датчики. Сенсорные сети. Преобразователи электрических сигналов. Предусилители сигналов. Операционные усилители. Инструментальные усилители. Линеаризация, фильтрация, модуляция аналоговых сигналов. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов. Цифровая предобработка измерительных сигналов с использованием ПЛИС, цифровых сигнальных процессоров и микропроцессоров. Цифровая фильтрация. БПФ. Интерфейсы передачи измерительной и управляющей информации. Питание, гальваническая развязка и электромагнитная совместимость радиоэлектронных устройств. Приемы борьбы с шумами, наводками, помехами. Встроенные устройства отображения информации.

*Тема 7. Программные составляющие компьютерной измерительной системы.* Операционные системы: многозадачные, встраиваемые, реального времени. Технологии программирования и языковые средства. Графический пользовательский интерфейс, эргономика программы. Программные среды – «конструкторы приборов». Программная среда LabView.

*Тема 8. Измерение электрических и неэлектрических величин.* Измерение напряжений и токов, параметров электрических цепей. Измерение электрической мощности и шумовых параметров электронных устройств. Исследование, формирование и регистрация формы и параметров электрических сигналов (осциллографы, цифровые осциллографы, генераторы сигналов, генераторы сигналов произвольной формы, анализаторы-генераторы цифровых сигналов). Измерение частоты, длительности, фазовых и спектральных характеристик электрических сиг-

налов (частотомеры, анализаторы спектра, измерители временных интервалов). Измерение акустического шума и вибрации (измерительные микрофоны, шумомеры, датчики вибрации, виброметры). Виброакустическая и ультразвуковая диагностика машин, механизмов и материалов. Измерение линейных и угловых расстояний и перемещений. Измерение температуры, давления, силы, механического напряжения и деформации. Измерение потока и расхода. Системы измерения и учета электрической и тепловой энергии. Измерение цвета, химического состава вещества, плотности, вязкости, излучения (масс-спектрометры, газоанализаторы, дозиметры). Измерительные системы для автоматизации исследовательских, промышленных и испытательных центров.

### УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

№ п/п	Наименование раздела, темы	К-во аудиторных часов			Форма контроля знаний
		Лекции	Лаб. занятия	Лит-ра	
1.	Тема 1. Введение.	4	0	[0]	Зачет
2.	Тема 2. Классификация компьютерных измерительных систем.	2	0	[0]	Зачет
3.	Тема 3. Основы метрологии.	2	0	[1]÷[3]	Зачет
4.	Тема 4. Обработка результатов измерений.	2	4	[1]÷[3]	Зачет, отчет
5.	Тема 5. Архитектура и концепция построения компьютерных измерительных систем.	2	0	[0]	Зачет
6.	Тема 6. Основы измерительной электроники	10	0	[2], [4]÷[9], [14]÷[16]	Зачет
7.	Тема 7. Программные составляющие компьютерной измерительной системы.	2	4	[11]÷[13] [19], [20]	Зачет, отчет
8.	Тема 8. Измерение электрических и неэлектрических величин.	10	24	[2]÷[4], [10], [14], [17], [18]	Зачет, отчет

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### Основная

1. Анцыферов С.С., Голубь Б.И. Общая теория измерений: Учеб. пособие / Под ред. Н.Н. Евтихьева.– М.: Горячая Линия–Телеком, 2007.– 176 с.
2. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах. Учеб. пособие / Под общ. ред. Б.Н. Тихонова.– М.: Горячая Линия–Телеком, 2007.– 374 с.
3. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учеб. для вузов.– М.: Высшая школа, 2001.– 205 с.
4. Фрайден Д. Современные датчики. Справочник.– М.: Техносфера, 2005.– 592 с.
5. Крекрафт Д., Джерджли С. Аналоговая электроника. Схемы, системы, обработка сигнала.– М.: Техносфера, 2005.– 360 с.
6. Ратхор Т. Цифровые измерения. АЦП/ЦАП.– М.: Техносфера, 2006.– 392 с.
7. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов.– М.: Техносфера, 2006.– 856 с.
8. Гадзиховский В.И. Методы проектирования цифровых фильтров.– М.: Горячая Линия–Телеком, 2007.– 416 с.
9. Солонина А.И., Улахович Д.А., Яковлев Л.А. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов.– СПб.: БХВ-Петербург, 2001.– 464 с.
10. Олссон Г., Пиани Д. Цифровые системы автоматизации и управления.– СПб.: Невский диалект, 2001.– 557 с.
11. Раскин Д. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем / Пер. с англ.– СПб: Символ-Плюс, 2003.– 272 с.
12. Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В., Папуловский В.Ф. LabView: практикум по основам измерительных технологий: Учебное пособие для вузов.– М.: ДМК Пресс, 2005.– 208 с.
13. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabView 7 / Под ред. Бутырина П.А.– М.: ДМК Пресс, 2005.– 264 с.

#### Дополнительная

14. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / Пер. с англ. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2008. – 384 с.
15. Солонина А.И., Улахович Д.А., Арбузов С.М., Соловьева Е.Б. Основы цифровой обработки сигналов: Курс лекций /Изд. 2-е испр. и перераб.– СПб.: БХВ-Петербург, 2005.– 768 с.
16. Лапин А.А. Интерфейсы. Выбор и реализация.– М.: Техносфера, 2005.– 168 с.
17. Дьяконов В.П. Современная осциллография и осциллографы. Серия «Библиотека инженера».– М.: СОЛОН-Пресс, 2005.– 320 с.
18. Сафарбаков А.М., Лукьянов А.В., Пахомов С.В. Основы технической диагностики: учебное пособие. – Иркутск: ИрГУПС, 2006. – 216 с.
19. Евдокимов Ю.К., Линдваль В.Р., Щербаков Г.И. LabView для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. Практическое руководство для работы в программной среде LabView.– М.: ДМК Пресс, 2007.– 400 с.

20. Федосов В.П., Нестеренко А.К. Цифровая обработка сигналов в LabView / Под ред. В.П. Федосова.– М.: ДМК Пресс, 2007.– 472 с.

### **Примерный перечень лабораторных работ**

1. Прямые и косвенные однократные измерения, обработка и представление результатов при наличии систематической погрешности. Прямые измерения с многократными наблюдениями, процедуры обработки результатов при наличии грубых погрешностей.
2. Разработка в среде LabView виртуальных приборов «цифровой осциллограф» и «генератор электрических сигналов».
3. Измерение задержки распространения фронтов и длительности фронтов нарастания и спада логических элементов серий ТТЛ и КМОП с помощью цифрового осциллографа В-320.
4. Оценка погрешностей тракта аналого-цифрового преобразователя в цифровом осциллографе В-320.
5. Исследование сигналов с разными видами модуляции (амплитудной, балансной, частотной) с помощью метода аналитического формирования сигналов в программе управления генератором В-330. Оценка спектрального представления сигналов с разными типами модуляции в программе управления осциллографом.
6. Измерение коэффициента гармонических искажений генератора в различных диапазонах частот. Измерение уровней гармоник 2-го и 3-го порядка по отношению к уровню основной гармоники синусоидального сигнала.
7. Метрологическая аттестация измерительного модуля цифрового осциллографа В-320 многофункционального измерительного комплекса «Alma Meter» по методике поверки.
8. Метрологическая аттестация измерительного модуля генератора сигналов В-330 многофункционального измерительного комплекса «Alma Meter» по методике поверки.

### **Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов**

- ◆ На теоретических занятиях по лабораторному практикуму обсуждаются особенности измерительных средств и экспериментов, формулируются индивидуальные задания.
- ◆ В рамках самостоятельной работы изучаются дополнительные материалы по списку рекомендованной литературы.
- ◆ На лабораторных занятиях приобретаются практические навыки работы с компьютерно-ориентированными измерительными системами.

### **Средства диагностики:**

- тесты, как форма допуска к лабораторным работам;
- отчеты по лабораторным работам;
- коллоквиум по отдельным темам лекционного курса;
- письменный либо устный зачет по дисциплине.

Формирование итоговой оценки осуществляется в соответствии с Правилами проведения аттестации (пост. №53 от 29.05.2012 г.), Положением о рейтинговой системе БГУ (редакция 2015 г.), Критериями оценки студентов.

**ПРОТОКОЛ  
СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)*
Электронные датчики и усилители сигналов	Информатики и компьютерных систем	нет	Протокол №4 от 17.11.2016 г.
Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов	Информатики и компьютерных систем	нет	Протокол №4 от 17.11.2016 г.
Программируемая цифровая электроника	Информатики и компьютерных систем	нет	Протокол №4 от 17.11.2016 г.
Спецлаборатория (разработка прикладного программного обеспечения в среде LabView)	Информатики и компьютерных систем	нет	Протокол №4 от 17.11.2016 г.



**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ  
К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИ-  
ПЛИНЕ НА \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ УЧЕБНЫЙ ГОД**

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)  
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)