

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
**(БГТУ им. В.Г. Шухова)**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

**МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ**

(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

27.04.01 - Стандартизация и метрология

(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

Стандартизация и метрология

(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация

магистр

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения

очная


(очная, заочная и др.)

**Институт: информационных технологий и управляющих систем**

**Кафедра: стандартизации и управления качеством**

Белгород – 2015

- Рабочая программа составлена на основании требований:
- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 27.04.01 стандартизация и метрология (уровень магистратуры), приказ минобрнауки от 30 октября 2014 г. N 1412
  - плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  (Санин С.Н.)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
«Стандартизация и управление качеством»

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Афанасьев А.А.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 4 » 03 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 4 » 03 2015 г., протокол № 5/1

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Афанасьев А.А.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 4 » 03 2015 г., протокол № 5/1

Председатель  (Солопов Ю.И.)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-11	Готовность к руководству разработкой нормативно-правовой документации, регулирующей деятельность по метрологическому обеспечению, стандартизации и сертификации.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> общие методы обработки результатов измерений, в том числе совместных, совокупных и динамических;</p> <p><b>Уметь:</b> находить статистическую и функциональную зависимости между переменными;</p> <p><b>Владеть:</b> практическими навыками обработки результатов совместных, совокупных и динамических измерений с использованием ЭВМ.</p>
2	ПК-12	Способность осуществлять контроль за испытаниями готовой продукции и поступающими на предприятие материальными ресурсами, внедрять современные методы и средства измерений, испытаний и контроля, управления программами обеспечения надежности (качества) новой техники и технологии	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> численные методы обработки измерительной информации;</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать спектры измерительных сигналов;</p> <p><b>Владеть:</b> практическими навыками разработки ПО для численной обработки измерительной информации.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Все предметы уровня бакалавриата
2	Разработка и аттестация методик выполнения измерений
3	Точность и производственный контроль

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	
2	

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №2
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	34	34
лекции	-	-
лабораторные	17	17
практические	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	110	110
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	74	74
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)		Экзамен

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1 Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс 1 Семестр 2**

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Общие методы обработки результатов измерений</b>					
	Общие методы измерений; погрешности измерений выявление и компенсация систематических погрешностей; оценка случайных погрешностей; построение и аппроксимация эмпирических распределений; оценка параметров распределений; выявление и устранение грубых погрешностей; погрешности косвенных измерений; обработка результатов многократных измерений постоянных величин.	-	8	3	11
<b>1. Обработка результатов совместных и совокупных измерений</b>					
	Определение детерминированных зависимостей между измеряемыми величинами; определение статистических зависимостей между измеряемыми величинами; обработка результатов совокупных измерений.	-	4	2	6
<b>3. Обработка результатов динамических измерений</b>					
	Основные задачи; обработка реализаций детерминированных процессов; спектральный анализ кривых; структурный анализ кривых; обработка реализаций случайных процессов; коррекция результатов динамических измерений; оценка динамических характеристик средств измерений.	-	-	4	4
<b>4. Численные методы обработки измерительной информации</b>					
	Интерполяция сигналов; экстраполяция сигналов; масштабирование, усреднение и линеаризация; калибровка и компенсация; дискретные фильтры и цифровая фильтрация; контроль достоверности результатов измерений.	-	5	8	13
	<b>ВСЕГО</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>34</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 2				
1	Общие методы обработки результатов измерений	Оценка погрешностей электрических измерений	4	4
		Применение метода наименьших квадратов для сглаживания результатов	4	4
2	Обработка результатов совместных и совокупных измерений	Обработка результатов совокупных измерений	2	2
		Обработка результатов совместных измерений	2	2
4	Численные методы обработки измерительной информации	Цифровая фильтрация измерительных сигналов	5	5
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:				34

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 2				
1	Общие методы обработки результатов измерений	Проверка статистических гипотез	3	3
2	Обработка результатов совместных и совокупных измерений	Анализ статистической зависимости между двумя переменными	2	2
3	Обработка результатов динамических измерений	Спектральный анализ измерительных сигналов	4	4
4	Численные методы обработки измерительной информации	Интерполяция измерительных сигналов	4	4
		Экстраполяция измерительных сигналов	4	4
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:				34

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие методы обработки результатов измерений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие методы измерений. Классификация.</li> <li>2. Погрешности измерений. Классификация.</li> <li>3. Выявление и компенсация систематических погрешностей.</li> <li>4. Оценка случайных погрешностей.</li> <li>5. Построение и аппроксимация эмпирических распределений.</li> <li>6. Оценка параметров распределений.</li> <li>7. Выявление и устранение грубых погрешностей.</li> <li>8. Погрешности косвенных измерений.</li> <li>9. Обработка результатов многократных измерений постоянных величин.</li> </ol>
2	Обработка результатов совместных и совокупных измерений	<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Определение детерминированных зависимостей между измеряемыми величинами.</li> <li>11. Определение статистических зависимостей между измеряемыми величинами.</li> <li>12. Обработка результатов совокупных измерений.</li> </ol>
3	Обработка результатов динамических измерений	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Виды динамических измерений. Основные задачи обработки результатов динамических измерений.</li> <li>14. Обработка реализаций детерминированных процессов.</li> <li>15. Спектральный анализ кривых.</li> <li>16. Структурный анализ кривых.</li> <li>17. Обработка реализаций случайных процессов.</li> <li>18. Коррекция результатов динамических измерений.</li> <li>19. Оценка динамических характеристик средств измерений.</li> </ol>
4	Численные методы обработки измерительной информации	<ol style="list-style-type: none"> <li>20. Интерполяция сигналов;</li> <li>21. Экстраполяция сигналов;</li> <li>22. Масштабирование, усреднение и линеаризация;</li> <li>23. Калибровка и компенсация;</li> <li>24. Дискретные фильтры и цифровая фильтрация;</li> <li>25. Контроль достоверности результатов измерений.</li> </ol>

## **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

Планом учебного процесса предусмотрено выполнение курсовой работы (КР). Студенты выполняют КР на тему "Разработка программного обеспечения для ввода и обработки измерительного сигнала в ПК".

Структура КР предполагает работу над следующими разделами:

- Введение.
- Описание измеряемой физической величины.
- Описание задач управляющего ПК.
- Обоснование требований к точности измерений и выбор АЦП.
- Обоснование технических характеристик первичного измерительного преобразователя и разработка конструкции измерительного датчика.
- Выбор согласующих измерительных преобразователей и разработка электрической принципиальной схемы прибора.
- Разработка алгоритма управляющей программы.
- Написание и отладка кода управляющей программы.
- Заключение.

Во введении студент должен обосновать актуальность темы курсовой работы, выполнить постановку цели и задач курсовой работы. Заключение должно содержать выводы по работе. Расчётно - пояснительная записка (РПЗ) может содержать приложение, в которое относят всю информацию, не вошедшую в основную часть РПЗ.

По результатам выполнения и защиты курсовой работы выставляется оценка.

## **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Учебным планом не предусмотрено выполнение студентами РГЗ или ИДЗ.

## **5.4. Перечень контрольных работ**

Учебным планом не предусмотрено выполнение контрольных работ.



## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Анцыферов С.С., Голубь Б.И. Общая теория измерений: Учебное пособие/ Под редакцией академика РАН Н.Н. Евтихеева. – М.: Горячая линия - Телеком, 2007. – 176 с.
2. Алексеева, Н.А. Измерения и погрешности. Уч. пособие/Н.А. Алексеева, Ю.В. Козловский. - Красноярск: Изд-во КГТУ, 1996. - 147 с.

### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения/Е.С. Вентцель, Л.А.Овчаров. - М.: Высшая школа, 2007. - 491 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9000-2008 Система менеджмента качества. Основные положения и словарь. - М.: Изд-во стандартов, 2008. - 29 с.
3. Демидова, Н.В. Метрология, стандартизация и сертификация/ Н.В. Демидова, В.А. Бисерова, А.С.Якорева. - М.: Шпаргалки, 2007. - 19 с.
4. Брянский, Л.Н. Краткий справочник метролога: Справочник/ Л.Н. Брянский, А.С. Дойников.- М.: Издательство стандартов, 1991.- 79с.
5. Пучка, О.В. Основы метрологии. Метрологическое обеспечение производства: монография/О.В. Пучка. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. -154с.
6. Шахова Л. Д. Статистические методы контроля и управления качеством/Л.Д.Шахова, В.И. Логанина, Е.С Черноситова. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. - 225с.
7. ГОСТ Р 50779.21-2004 Статистические методы. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Нормальное распределение. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. - 43с.
8. ГОСТ 8.009- 2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. М.: Стандартинформ, 2000. - 27с.
9. МИ 1317-2004 Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров. -М.: ФГУП ВНИИСМ, 2004. - 50с.
10. МИ 2174-91 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения. С.-Петербург: ВНИИМ, 1993. - 14с.
11. Р 50.2.038-2004 Рекомендации по метрологии. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений. - М.: Изд-во стандартов, 2004. - 10с.
12. РД 50-453-84 Методические указания. Характеристики погрешности средств измерений в реальных условиях эксплуатации. Методы расчета. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1986. - 19с.

13. РМГ 64-2003 Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Методы и способы повышения точности измерений. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. - 20с.
14. РМГ 43-2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Применение «руководства по выражению неопределенности измерений». - М.: ВНИИМ, 2001. - 21 с.
15. Саати Т. Аналитическое планирование: организация систем/Т. Саати, К. Керис. - М.: Радио и связь, 1991.-224 с.
16. Т. Саати Т. Принятие решений: метод анализа иерархий/Т. Саати, пер с англ. Р.Г. Вачнадзе. - М.: Радио и связь, 1993. - 314 с.
17. Канне М. М. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: Учеб. пособ.//М.М. Канне, Б. В. Иванов, В.Н. Корешков, А.Г. Схиртладзе. - СПб.: Питер, 2008. - 560 с.
18. Кравченко, Н.С. Методы обработки результатов измерений и оценки погрешностей в учебном лабораторном практикуме: Учеб. пособ./ Н.С. Кравченко, О.Г. Ревинская. - Томск: Изд-во Томский политехнический университет, 2011. - 88 с.
19. Половинкин, А.И. Основы инженерного творчества: Учеб. пособие/ А.И. Половинкин. -М.: Машиностроение, 1988. -368с.
20. Шахова, Л.Д. Статистические методы контроля и управления качеством: практикум: учеб. пособ.// Л.Д.Шахова, В.И. Логанина, Е.С Черноситова. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. - 225 с.
21. Мироновский, Л.А. Алгоритмы оценивания результата трех измерений/ ЛА. Мироновский, В.А. Слаев. - СПб.: «Профессионал» 2010. - 192с.
22. ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. - М.: Стандартинформ, 2013. - 23с.

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://window.edu.ru> - Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам".
2. Сайт научно-технической библиотеки БГТУ им. В.Г. Шухова: <http://elib.bstu.ru>.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для проведения занятий по курсу методы и средства измерений необходимо следующее оснащение:

### 1. Практические занятия:

- столы в аудитории должны быть удобны как для черчения на бумаге, так и для размещения личных ноутбуков студентов;
- студенты должны иметь доступ к библиотечным ресурсам сети Интернет, в том числе электронной библиотеке вуза.

В наибольшей степени данным требованиям отвечает лаборатория МК420.

### 2. Лабораторные занятия:

- лаборатория методов и средств измерений, оснащенная лабораторными установками, приборами и мерительным инструментом по темам проводимых лабораторных работ;
- персональные компьютеры, оснащенные ПО:
  - а) система визуального программирования *Delphi* или *Lazarus* для построения компьютерных моделей и анализа данных;
  - б) электронные таблицы MS Excel для статистической обработки измерительной информации.

В наибольшей степени данным требованиям отвечает лаборатория МК420.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «10» 06 2016 г.

Заведующий кафедрой



А.А. Афанасьев

подпись, ФИО

Директор института



А.В. Белоусов

подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на ~~2017~~2018 учебный год.

Протокол № 13 заседания кафедры от «26» 06 2017г.

Заведующий кафедрой  \_\_\_\_\_ А.А. Афанасьев  
подпись, ФИО

Директор института  \_\_\_\_\_ А.В. Белоусов  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2018 / 2019 учебный год.

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

1. Анцыферов С.С., Голубь Б.И. Общая теория измерений: Учебное пособие / Под редакцией академика РАН Н.Н. Евтихеева. – М.: Горячая линия - Телеком, 2007. – 176 с.
2. Методы обработки результатов измерений, методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления 27.04.01 – Стандартизация и метрология / сост. С.Н. Санин., А.Е. Морозова – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018.
3. Санин С.Н. Методы обработки результатов измерений: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов направления 27.04.01 – "Стандартизация и метрология" / С.Н. Санин, А.Е. Морозова – Белгород: изд-во БГТУ, 2018.
4. Санин С.Н. Методы обработки результатов измерений: методические указания к практическим занятиям для студентов направления 27.04.01 – "Стандартизация и метрология" / С.Н. Санин, А.Е. Морозова – Белгород: изд-во БГТУ, 2018.

Протокол № 9 заседания кафедры от «18» 05 2018г.

Заведующий кафедрой  \_\_\_\_\_ А.А. Афанасьев  
подпись, ФИО

Директор института  \_\_\_\_\_ А.В. Белоусов  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «14» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой



(подпись)

О.В. Пучка

Директор института





(подпись)

А.В. Белоусов

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений.  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020 / 2021 учебный год.  
Протокол № 8 заседания кафедры от «22» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой  О.В. Пучка  
(подпись)

Директор института  А.В. Белоусов  
(подпись)



## ПРИЛОЖЕНИЯ

### **Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины**

Методы обработки результатов измерений - курс, предполагающий углубленное изучение студентами соответствующих методов для различных видов и методов измерений, применяемых в науке и промышленности.

К сожалению, курс не предусматривает проведение лекционных занятий, а следовательно, основная нагрузка по теоретической подготовке студентов ложится на их плечи. Для самостоятельной теоретической подготовки студентам следует использовать литературу, указанную в п. 6 настоящей программы. Причем, источник [1] из списка основной литературы является основополагающим.

Подготовка к выполнению практических и лабораторных работ осуществляется на основании заданий, выдаваемых преподавателем перед предстоящим занятием. После выполнения лабораторных работ следует их защита, для чего студенту следует подробно разобраться как в ходе выполнения самой лабораторной работы, так и в теоретических аспектах, использованных при ее выполнении.

## Приложение 2. Оценочные средства

Оценка качества знаний обучающегося осуществляется в процессе собеседований, защиты лабораторных работ и курсовой работы. Изучение дисциплины завершается экзаменом.

К экзамену допускаются студенты, имеющие полный конспект лекций, выполнившие лабораторные работы, сдавшие и защитившие курсовую работу. Для подготовки к экзамену студенту предварительно выдается перечень экзаменационных вопросов, составленных в соответствии данной рабочей программой.

### Уровень оценки знаний студента на экзамене

Уровень оценки знаний	Качественный показатель	Количественный показатель
Самый высокий уровень	Защищены лабораторные работы и выполнена курсовая работа на оценку "Отлично". Студент владеет отличными теоретическими знаниями в области методов обработки результатов измерений и может самостоятельно оценивать качество результатов измерений и контроля.	5
Высокий уровень	Защищены лабораторные работы и выполнена курсовая работа на оценку не ниже "Хорошо". Студент владеет хорошими теоретическими знаниями в области методов обработки результатов измерений и может принимать активное участие во всех процессах, связанных с оценкой качества измерений и контроля.	4
Средний уровень	Защищены лабораторные работы и выполнена курсовая работа на оценку не ниже "Удовлетворительно". Студент владеет основными теоретическими знаниями в области методов обработки результатов измерений, знает основные определения и термины.	3
Слабый уровень	Не защищены лабораторные работы или не выполнена или не защищена курсовая работа, или студент практически не владеет знаниями в области обработки результатов измерений.	2