

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



« 11 » 12 2015 г.

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

**Метрология и измерительная техника**  
(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

**27.03.04 – Управление в технических системах**  
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

**27.03.04 – Управление в технических системах (промышленность)**  
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация

**бакалавр**  
(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения

**очная**  
(очная, заочная и др.)

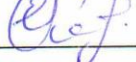
**Институт: Информационных технологий и управляющих систем**

**Кафедра: Техническая кибернетика**


Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 27.03.04 – Управление в технических системах (бакалавриат), приказ Минобрнауки России от 20.10.15 № 117
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 201\_5\_ году по направлению подготовки 27.03.04 – Управление в технических системах (бакалавриат).

Составитель (составители): к.т.н., доц.  (Е.Н.Коробкова)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Техническая кибернетика  
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.Г. Рубанов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 11 » 12 2015 г.


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 11 » 12 2015 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.Г. Рубанов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 11 » 12 2015 г., протокол № 4

Председатель: канд. техн. наук, доц.  (Ю.И. Солопов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Общепрофессиональные</b>			
1	ОПК-5	способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> основные приемы обработки и представления экспериментальных данных и учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности. <b>Уметь:</b> грамотно производить основные приемы обработки и представления экспериментальных данных и учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности. <b>Владеть:</b> способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных и учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.
	ОПК-7	способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математический анализ
2	Физика
3	Физические основы электроники
4	Электрорадиоматериалы
5	Электротехника

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Электроника и схемотехника
2	Технические средства систем управления
3	Проектирование систем управления
4	Экспериментальные исследования и методы их обработки
5	Научно-исследовательская работа

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единицы, 108 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	+	+
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
УИРС	-	-
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	диф. зачет	диф. зачет

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Понятие метрологии. Теория единства измерений. Теория погрешностей.</b>					
	Предмет и задачи метрологии. Понятие величина, классификация. Системы физических величин. Международная система. Эталоны. Поверочные схемы.	2			2
	Измерение. Основные этапы измерений, элементы, операции. Классификация. Методы измерения. Понятие об испытание и контроле.	4			2
	Основные понятия теории погрешностей. Классификация. Систематические погрешности. Случайные. Грубые.	6		4	10
	Обработка результатов измерений. Равноточные измерения. Неравноточные измерения. Косвенные измерения. Совместные и совокупные измерения.	6		4	12
<b>2. Измерительная техника.</b>					
	Средства измерения. Классификация. Основные нормируемые метрологические характеристики средств измерений.	2		5	12
	Электромеханические измерительные приборы. Магнитоэлектрического типа.	4			2
	Электромагнитные приборы. Электродинамические приборы. Электростатические приборы.	2			2
	Приборы сравнения (мосты постоянного и переменного тока)	2			2
	Электронно-лучевые осциллографы. Применение.	2		4	3
	Измерительные преобразователи.	2			2
	Цифровые измерительные приборы.	2			2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>		<b>17</b>	<b>51</b>

Примечание: в колонку «самостоятельная работа» входят подготовка к лекционным, практическим, лабораторным занятиям.

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 5				
1	Обработка результатов измерений. Случайные. Систематические погрешности.	Изучение датчиков тока и напряжения.	4	4
2	Обработка результатов измерений. Равноточные измерения.	Изучение бесконтактных конечных выключателей.	4	4
3	Обработка результатов измерений. Косвенные измерения. Метрологические характеристики средств измерений.	Измерение мощности в цепях постоянного и переменного тока.	5	5
4	Электронно-лучевые осциллографы. Основные понятия теории погрешностей.	Измерения с помощью электронного осциллографа.	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 (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Понятие метрологии. Теория единства измерений. Теория погрешностей.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие метрологии. Предмет и задачи метрологии.</li> <li>2. Структура теоретической метрологии.</li> <li>3. Правовые основы метрологической деятельности. Государственная метрологическая служба в РФ.</li> <li>4. Понятие величина. Классификация. Физические свойства и величины.</li> <li>5. Системы физических величин. Принципы построения. Международная система физических величин.</li> <li>6. Эталоны единиц физических величин.</li> <li>7. Понятие измерения. Классификация. Принципы измерений.</li> <li>8. Шкала измерений. Разновидности шкал.</li> <li>9. Понятие метода измерений. Классификация. Основные этапы измерений.</li> <li>10. Понятие испытание и контроле.</li> <li>11. Поверочные схемы измерений. Способы поверки средств измерений.</li> <li>11. Основные понятия теории погрешностей. Классификация. Принципы оценивания погрешностей.</li> <li>12. Систематическая погрешность. Классификация. Способы обнаружения и устранения систематической погрешности.</li> <li>13. Случайные погрешности. Основные законы распределения случайных погрешностей.</li> <li>14. Определение оценки для случайных отклонений.</li> <li>15. Определение доверительных интервалов.</li> <li>16. Понятие о грубых погрешностях. Критерии исключения грубых погрешностей.</li> <li>17. Обработка результатов измерений. Равноточные измерения.</li> </ol>

		<p>18. Обработка результатов измерений. Неравноточные измерения.</p> <p>19. Обработка результатов измерений. Косвенные измерения.</p> <p>20. Обработка результатов измерений. Определение случайных погрешностей косвенных измерений.</p> <p>21. Суммирование погрешностей при косвенных измерениях.</p> <p>22. Обработка результатов измерений. Совокупных и совместных измерения.</p>
2	Измерительная техника.	<p>23. Средства измерения. Классификация. Поверочные схемы. Класс точности приборов.</p> <p>24. Основные нормируемые метрологические характеристики средств измерений.</p> <p>26. Средства измерения. Классификация.</p> <p>27. Основные нормируемые метрологические характеристики средств измерений. Класс точности.</p> <p>28. Аналоговые измерительные приборы. Электромеханические приборы. Общие сведения. Классификация.</p> <p>29. Аналоговые измерительные приборы. Приборы магнитоэлектрического типа. Общее устройство. Достоинства и недостатки.</p> <p>30. Применение магнитоэлектрических измерительных механизмов: гальванометры, амперметры, вольтметры, аввометры, и тепловые приборы.</p> <p>31. Электродинамические измерительные приборы. Электромагнитные, электростатические, Ферродинамические и индукционные. Принцип действия, достоинства и недостатки.</p> <p>32. Приборы сравнения. Мосты постоянного и переменного тока. Компенсаторы. Автоматические мосты.</p> <p>33. Электронные измерительные приборы. Классификация. Структура. Входные детекторы. Основные схемы детекторов.</p> <p>34. Генераторы сигналов. Классификация.</p> <p>35. Электронно-лучевые осциллографы. ЭЛТ: структура, принцип работы.</p> <p>36. Электронно-лучевые осциллографы: структура, принцип работы. Основные виды регулировок. Применение.</p>

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

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

1. Необходимо определить погрешность измерения температуры перегретого пара с показывающим милливольтметром класса точности  $\pm 1\%$  со шкалой  $(200 \div 600)^\circ\text{C}$  градуировки ХК и дополнительным блоком компенсации температуры холодных спаев термопары при нормальных условиях; милливольтметр показывает температуру пара  $500^\circ\text{C}$ .
2. Необходимо провести обработку результатов наблюдения температуры с целью определения случайной погрешности ряда измерения (метода измерения и математического ожидания):

Nn/n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_i, ^\circ\text{C}$	50	50,1	49,9	48	48,5	51	51,5	50,9	50,99	50,05

согласно распределения Стьюдента с вероятностью  $P=0,86$ .

Кроме того, необходимо рассчитать, считая эти измерения принадлежащими конкретному прибору для измерения температуры с целью определения (нормирования) погрешности этого прибора, как систематической, так и случайной согласно ГОСТ 8.009-84 ( $t_{\text{обр}}=20^\circ\text{C}$ ).

3. Определите, с каким сопротивлением надо включать добавочный резистор для расширения верхнего предела измерения вольтметра постоянного тока до 500 В, если он имеет предел измерения  $U=50$  В и собственное потребление мощности  $P=16$  Вт.
4. Даны три ряда неравно рассеянных измерений температуры:

Ряд №1

Nn/n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
i	50	50,1	49,9	48	48,5	51	51,5	50,9	50,99	50,05

Ряд №2

Nn/n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
i	49	49,9	49,5	50,1	50,2	50,3	50,4	50,5	52	49,99

Nn/n	11	12	13	14	15	16	17	18
i	49,1	49,2	49,3	49,4	49,4	50,1	50,2	50,3

Ряд №3

Nn/n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
i	48	49,3	48,4	48,5	49,1	50,1	51,1	51,5	51,9	52
Nn/n	11	12	13	14						
i	49,2	49,5	52,1	50						

Необходимо найти результат измерения средневзвешенной величины путем расчета «веса» через СКО каждой группы и через число измерений.

- В результате большого числа измерений концентрации КОН в водном растворе был определен доверительный интервал  $20,1 \leq m(x) \leq 24,1$  с доверительной вероятностью  $P=0,95$ .

Определите СКО измерения концентрации в предположении нормального закона распределения погрешности.

Определите также доверительный интервал при доверительной вероятности  $P=0,997$ .

## 5.4. Перечень контрольных работ

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

- Латышенко К. П. «Автоматизация измерений, контроля и испытаний». Учебное пособие. Из-во «Академия», 2012.
- Сергеев А.Г. «Метрология, стандартизация и сертификация». Учебное пособие. Из-во «Юрайт», 2012.
- Тартаковский Д.Ф. «Метрология, стандартизация и технические средства измерений». Учебное пособие. Из-во «Высшая школа», 2002.
- Афанасьев А. А. «Метрология, стандартизация и сертификация». Методические указания. Из-во БГТУ им.В.Г.Шухова, 2012.
- Стальнов П.И., Пшеничникова Н.С. «Метрология, стандартизация, сертификация». Методические указания. Из-во БГТУ им.В.Г.Шухова, 2006.

### 6.2. Перечень дополнительной литературы

- Аристов А. И. «Метрология, стандартизация и сертификация». Учебное пособие. Из-во «Академия», 2006.
- Радкевич Я. М. «Метрология, стандартизация и сертификация». Учебное пособие. Из-во «Высшая школа», 2007.
- Дворяшин Б. В. «Метрология и радиоизмерения». Учебное пособие. Из-во «ACADEMIA», 2005.

### 6.3. Перечень интернет ресурсов

- Кайнова В. Н., Гребнева Т. Н., Тесленко Е. В., Куликова Е. А. «Метрология, стандартизация и сертификация». Практикум. Методические указания. Изд-во «Лань» - 2015г.  
[https://e.lanbook.com/book/61361#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/61361#book_name)
- Коротков В. С., Афонасов А. И. «Метрология, стандартизация и сертификация». Учебное пособие. Изд-во «Томский политехнический университет»-2015г.  
<http://www.iprbookshop.ru/34681.html>.
- Бисерова В. А., Демидова Н. В., Якорева А. С. «Метрология, стандартизация и сертификация». Учебное пособие. Изд-во «Научная книга»-2012г.  
<http://www.iprbookshop.ru/8207.html>.
- Егоров Ю. Н. «Метрология и технические измерения». Методические указания. Изд-во «Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ» - 2012г.  
<http://www.iprbookshop.ru/16371.html>.



## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, лабораторных занятий, самостоятельной работы УК4 № 203.

Специализированная лаборатория метрологии и технических средств автоматизации: интерактивная доска и проекционное оборудование; лабораторные стенды «Основы метрологии и электрические измерения ОМЭИ.001 РБЭ», «Датчики технологических параметров ДТП.002 РБЭ», «Датчики механических величин», «Датчики технологической информации»; цифровой осциллограф смешанных сигналов RIGOL DS1042CD; модуль ввода-вывода NI USB-6009; измеритель-регулятор Параграф PL20; регулирующий шаровой клапан с электроприводом; измерительные преобразователи температуры, уровня, давления и расхода; 3-х фазные двигатели и устройства пуска; электромеханические усилители и блоки коммутации; сельсины; МЭО; индуктивные и потенциометрические датчики; двигатели постоянного тока; цифровые мультиметры; шкафы для монтажа автоматики.

Microsoft Windows 7, Договор №63-14к от 02.07.2014.

Microsoft Office Professional 2013 Лицензионный договор № 31401445414 от 25.09.2014.

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows Лицензия № 17E017.

Google Chrome Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.

Mozilla Firefox Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения  
Mozilla Public License 2.0 MPL.

MathWorks Individual Licenses (per License): MATLAB 2016b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Control System Toolbox. Лицензия № 1145851 бессрочная


MSCSoftware: Adams Machinery, Easy5, Patran, Nastran, Marc, Apex, Dytran, FlightLoads, Sinda University Package. Лицензионное соглашение №342/CS-021015, бессрочная лицензия



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры от «16» 05 2016г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

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

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.  
Протокол № 11 заседания кафедры от «15» 05 2017г.


Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

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

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.  
Протокол № 13 заседания кафедры от «01» 06 2018г.

Заведующий кафедрой  Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института  Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.  
Протокол № 12 заседания кафедры от « 17 » 05 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_

  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры от «28» 05 2020г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_



подпись, ФИО