

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

19



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

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

направление подготовки (специальность):

**15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств**  
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

**15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств (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 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств (бакалавриат), приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 № 200
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 201\_5\_ году по направлению подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств (бакалавриат).

16  
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)

« 14 » 04 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 04 2015 г., протокол № 9

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 17 » 04 2015 г., протокол № 6/1

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-1	способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> основные теоретические понятия и положения в области метрологии в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества. <b>Уметь:</b> оценивать качество продукции с точки зрения метрологических понятий и положений. <b>Владеть:</b> навыками основных теоретических понятий и положений в области метрологии в процессе изготовления продукции требуемого качества, заданного количества.
<b>Профессиональные</b>			
1	ПК-20	способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> методики экспериментов с обработкой их результатов, с составлением описания выполненных исследований и подготовки данных. <b>Уметь:</b> грамотно производить эксперименты с обработкой их результатов с составлением описания выполненных исследований и подготовки данных. <b>Владеть:</b> методиками экспериментов с обработкой их результатов, с составлением описания выполненных исследований и подготовки данных.

## 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	Машинная графика и черчение
4	Материаловедение

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Технические средства автоматизации
2	Автоматизация технологических процессов
3	Электроника и схемотехника
4	Научно-исследовательская работа
5	Экспериментальные исследования и методы их обработки

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	51	51
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	93	93
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	+	+
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
УИРС	-	-
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	экзамен (36)	экзамен (36)

### 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			3
	Измерение. Основные этапы измерений, элементы, операции. Классификация. Методы измерения. Понятие об испытание и контроле.	4			4
	Основные понятия теории погрешностей. Классификация. Систематические погрешности. Случайные. Грубые.	6		4	11
	Обработка результатов измерений. Равноточные измерения. Неравноточные измерения. Косвенные измерения. Совместные и совокупные измерения.	6		4	11
<b>2. Измерительная техника.</b>					
	Средства измерения. Классификация. Основные нормируемые метрологические характеристики средств измерений.	2		5	9
	Электромеханические измерительные приборы. Магнитоэлектрического типа.	4			4
	Электромагнитные приборы. Электродинамические приборы. Электростатические приборы.	2			2
	Приборы сравнения (мосты постоянного и переменного тока)	2			2

	Электронно-лучевые осциллографы. Применение.	2		4	7
	Измерительные преобразователи.	2			2
	Цифровые измерительные приборы.	2			2
	<b>ВСЕГО</b>	34		17	57

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

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
-------	---------------------------------	---	------------	----------------

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр № 5</b>				
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> </ol>

		<p>10. Понятие испытание и контроле.</p> <p>11. Поверочные схемы измерений. Способы поверки средств измерений.</p> <p>11. Основные понятия теории погрешностей. Классификация. Принципы оценивания погрешностей.</p> <p>12. Систематическая погрешность. Классификация. Способы обнаружения и устранения систематической погрешности.</p> <p>13. Случайные погрешности. Основные законы распределения случайных погрешностей.</p> <p>14. Определение оценки для случайных отклонений.</p> <p>15. Определение доверительных интервалов.</p> <p>16. Понятие о грубых погрешностях. Критерии исключения грубых погрешностей.</p> <p>17. Обработка результатов измерений. Равноточные измерения.</p> <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

- Необходимо определить погрешность измерения температуры перегретого пара с показывающим милливольтметром класса точности  $\pm 1\%$  со шкалой  $(200-600)^\circ\text{C}$  градуировки ХК и дополнительным блоком компенсации температуры холодных спаев термопары при нормальных условиях; милливольтметр показывает температуру пара  $500^\circ\text{C}$ .
- 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 ( $t_{обс}=20^{\circ}\text{C}$ ).

- 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.
- 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>.

3. 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>.

4. 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 20 /20 учебный год.  
Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

*(или)*

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями  
Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 20 /20  
учебный год.

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

*Примечание: пункт 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ (на каждый учебный год) выполняются на отдельных листах.*