

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор института



« 15 » * 05 * 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Метрология и средства измерений в робототехнике
(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

15.03.06 – Мехатроника и робототехника
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

15.03.06- – Мехатроника и робототехника
(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 15.03.06- – Мехатроника и робототехника (бакалавриат), приказ Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. № 206
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 201_5_ году по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (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)

« 12 » 05 _____ 2015г.

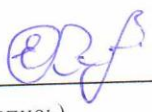
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » 05 _____ 2015 г., протокол № 10 _____

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 05 _____ 2015 г., протокол № 7 _____

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	
Общепрофессиональные компетенции			
1	ОПК-1	способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики</p> <p>Уметь: представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики</p> <p>Владеть: представлением адекватной современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики</p>
Профессиональные			
1	ПК-5	способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: способы проведения экспериментов на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем, по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</p> <p>Уметь: грамотно производить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств пользоваться справочной литературой.</p> <p>Владеть: навыками выбора средств и методов электрических измерений, по заданным методикам обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математический анализ
2	Физика

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Технические средства систем управления роботов
2	Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	85	85
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	34	34
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	95	95
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 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Понятие метрологии. Теория единства измерений. Теория погрешностей.					
	Предмет и задачи метрологии. Понятие величина, классификация. Системы физических величин. Международная система. Эталоны. Поверочные схемы.	2	4		7
	Измерение. Основные этапы измерений, элементы, операции. Классификация. Методы измерения. Понятие об испытании и контроле.	4	2		7
	Основные понятия теории погрешностей. Классификация. Систематические погрешности. Случайные. Грубые.	6	4	4	15
	Обработка результатов измерений. Равноточные измерения. Неравноточные измерения. Косвенные измерения. Совместные и совокупные измерения.	6	12	5	24
2. Средства измерений					
	Средства измерения. Классификация. Основные нормируемые метрологические характеристики средств измерений.	2	4	4	11
	Электромеханические измерительные приборы. Магнитоэлектрического типа.	4	2		7
	Электромагнитные приборы. Электродинамические приборы. Электростатические приборы.	2	2		5
	Приборы сравнения (мосты постоянного и переменного тока)	2	2		5
	Электронно-лучевые осциллографы. Применение.	2		4	6
	Измерительные преобразователи.	2	2		4
	Цифровые измерительные приборы.	2	2		4
	ВСЕГО	34	34	17	95

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
	Понятие величина, классификация. Системы физических величин. Международная система.	Физическая величина и ее количественные характеристики, единицы физических величин. Международная система единиц.	2	2
	Основные понятия теории погрешностей. Классификация. Систематические погрешности. Случайные. Грубые.	Систематические погрешности. Случайные погрешности, типовые законы распределения и их числовые характеристики.	4	4
	Обработка результатов измерений. Равноточные измерения. Неравноточные измерения. Косвенные измерения. Совместные и совокупные измерения.	Обработки и представление результатов прямых равноточных измерений.	6	6
		Обработка результатов совместных и совокупных измерений	6	6
	Средства измерения. Классификация. Основные нормируемые метрологические характеристики средств измерений.	Принцип построения СИ, типовые структурные схемы СИ.	6	6
		Организация и порядок проведения поверок СИ, их периодичность и порядок оформления. Выбор образцовых СИ, поверочные схемы.	6	6
		Погрешности СИ. Нормирование погрешностей СИ. Классы точности, согласно существующих ГОСТов.	4	4
ИТОГО:			34	34
ВСЕГО:			68	68

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
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	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.	<p>1. Понятие метрологии. Предмет и задачи метрологии.</p> <p>2. Структура теоретической метрологии.</p> <p>3. Правовые основы метрологической деятельности. Государственная метрологическая служба в РФ.</p> <p>4. Понятие величина. Классификация. Физические свойства и величины.</p> <p>5. Системы физических величин. Принципы построения. Международная система физических величин.</p> <p>6. Эталоны единиц физических величин.</p> <p>7. Понятие измерения. Классификация. Принципы измерений.</p> <p>8. Шкала измерений. Разновидности шкал.</p> <p>9. Понятие метода измерений. Классификация. Основные этапы измерений.</p> <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	Средства измерений	<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°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 ($t_{\text{обп}}=20^\circ\text{C}$).

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.

5. 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

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

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Аристов А. И. «Метрология, стандартизация и сертификация». Учебное пособие. Из-во «Академия», 2006.
2. Радкевич Я. М. «Метрология, стандартизация и сертификация». Учебное пособие. Из-во

«Высшая школа», 2007.

3. Дворяшин Б. В. «Метрология и радиоизмерения». Учебное пособие. Из-во «ACADEMIA», 2005.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. 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

2. 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 2016/2017 учебный год.
Протокол № 10 заседания кафедры от «16» 05 2016г.

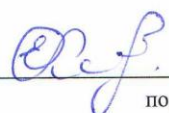
Заведующий кафедрой _____  _____ Рубанов В.Г.
подпись, ФИО

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.

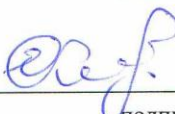
Заведующий кафедрой  Рубанов В.Г.
подпись, ФИО

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