

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Метрология и средства измерения в робототехнике

Направление подготовки (специальность):

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

Мехатроника и робототехника

Квалификация:

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1046 от 17 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 20 21 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень и звание)


(подпись)

Е. Н. Коробкова
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 20 21 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф.
(ученая степень и звание)


(подпись)

В. Г. Рубанов
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой(ами)

Технической кибернетики

(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф.
(ученая степень и звание)


(подпись)

В. Г. Рубанов
(инициалы, фамилия)

« 14 » 05 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 20 21 г., протокол № 9

Председатель:

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень и звание)


(подпись)

А. Н. Семернин
(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Категория (группа) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине |
|----------------------------------|---|--|--|
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-13. Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности. | ОПК-13.1 Выбирает и использует стандартные методы контроля качества элементов робототехнических систем | Знать: основные принципы выбора и использования стандартных методов контроля качества элементов робототехнических систем. Уметь: выбирать и использовать стандартные методы контроля качества элементов робототехнических систем. Владеть: выбором и использованием стандартных методов контроля качества элементов робототехнических систем. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК – 13 Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

| Стадия | Наименования дисциплины |
|--------|---------------------------------|
| 1 | Компьютерная графика и черчение |
| 2 | Теоретическая механика |
| 3 | Физика |

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.
Форма промежуточной аттестации зачет.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр № 5 |
|---|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 108 | 108 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе: | 54 | 54 |
| лекции | 34 | 34 |
| лабораторные | 17 | 17 |
| практические | 0 | 0 |
| групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации | 3 | 3 |
| Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе: | 54 | 54 |
| курсовой проект | 0 | 0 |
| курсовая работа | 0 | 0 |
| расчетно-графическое задание | 0 | 0 |
| индивидуальное домашнее задание | 0 | 0 |
| самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 54 | 54 |
| экзамен | 0 | 0 |

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 на подготовку к аудиторным занятиям |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. | Понятие метрологии. Теория единства измерений. Теория погрешностей. | | | | |
| 1.1. | Предмет и задачи метрологии. Понятие величина, классификация. Системы физических величин. Международная система. Эталоны. Поверочные схемы. | 2 | | | 4 |
| 1.2. | Измерение. Основные этапы измерений, элементы, операции. Классификация. Методы измерения. Понятие об испытание и контроле. | 4 | | | 4 |
| 1.3. | Основные понятия теории погрешностей. Классификация. Систематические погрешности. Случайные. Грубые. | 6 | | 4 | 6 |
| 1.4. | Обработка результатов измерений. Равноточные измерения. Неравноточные измерения. Косвенные измерения. Совместные и совокупные измерения. | 6 | | 4 | 6 |
| 2. | Измерительная техника. | | | | |
| 2.1. | Средства измерения. Классификация. Основные нормируемые метрологические характеристики средств измерений. | 2 | | 5 | 7 |
| 2.2. | Электромеханические измерительные приборы. Магнитоэлектрического типа. | 4 | | | 4 |
| 2.3. | Электромагнитные приборы. Электродинамические приборы. Электростатические приборы. | 2 | | | 4 |
| 2.4. | Приборы сравнения (мосты постоянного и переменного тока) | 2 | | | 4 |
| 2.5. | Электронно-лучевые осциллографы. Применение. | 2 | | 4 | 7 |
| 2.6. | Измерительные преобразователи. | 2 | | | 4 |
| 2.7. | Цифровые измерительные приборы. | 2 | | | 4 |
| | ВСЕГО | 34 | | 17 | 54 |

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.3. Содержание лабораторных занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема лабораторного занятия | Кол-во часов | Самостоятельная работа(на подготовку к аудиторным занятиям) |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------|---|
| семестр № <u>5</u> | | | | |
| 1 | Обработка результатов измерений. | Изучение датчиков тока и | 4 | 6 |

| | | | | |
|--------|---|--|----|----|
| | Случайные. Систематические погрешности. | напряжения. | | |
| 2 | Обработка результатов измерений. Равноточные измерения. | Изучение бесконтактных конечных выключателей. | 4 | 6 |
| 3 | Обработка результатов измерений. Косвенные измерения. Метрологические характеристики средств измерений. | Измерение мощности в цепях постоянного и переменного тока. | 5 | 7 |
| 4 | Электронно-лучевые осциллографы. Основные понятия теории погрешностей. | Измерения с помощью электронного осциллографа. | 4 | 7 |
| ИТОГО: | | | 17 | 29 |
| ВСЕГО: | | | 17 | 29 |

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий.

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ОПК – 13 Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.

| Наименование индикатора достижения компетенции | Используемые средства оценивания |
|--|----------------------------------|
| ОПК-13.1 Выбирает и использует стандартные методы контроля качества элементов робототехнических систем | защита лабораторных работ, зачет |

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание вопросов (типовых заданий) |
|-------|---|--|
| 1 | Понятие метрологии. Теория единства измерений. Теория погрешностей. | Понятие метрологии. Предмет и задачи метрологии. Структура теоретической метрологии. |
| 2 | | Правовые основы метрологической деятельности. Государственная метрологическая служба в РФ. |
| 3 | | Понятие величина. Классификация. Системы физических величин. Принципы построения. Международная система физических величин и их единиц. Эталоны единиц физических величин. |
| 4 | | Понятие измерения. Классификация. Принципы измерений. Шкала измерений. Разновидности шкал. |
| 5 | | Понятие метода измерений. Классификация. Основные этапы измерений. Понятие испытание и контроль. |
| 6 | | Поверочные схемы измерений. Способы поверки средств измерений. |
| 7 | | Основные понятия теории погрешностей. Классификация. Принципы оценивания погрешностей. |
| 8 | | Систематическая погрешность. Классификация. Способы обнаружения и устранения систематической погрешности. |

| | | |
|----|------------------------|--|
| 9 | | Случайные погрешности. Основные законы распределения случайных погрешностей. |
| 10 | | Понятие о грубых погрешностях. Критерии исключения грубых погрешностей. |
| 11 | | Обработка результатов измерений. Равноточные измерения. |
| 12 | | Обработка результатов измерений. Неравноточные измерения. |
| 13 | | Обработка результатов косвенных измерений. |
| 14 | | Определение случайных погрешностей косвенных измерений. |
| 15 | | Суммирование погрешностей при косвенных измерениях. |
| 16 | | Обработка результатов измерений. Совокупных и совместных измерений. |
| 17 | Измерительная техника. | Средства измерения. Классификация. Поверочные схемы. Класс точности приборов. Основные нормируемые метрологические характеристики средств измерений. |
| 18 | | Аналоговые измерительные приборы. Электромеханические приборы. Общие сведения. Классификация. |
| 19 | | Аналоговые измерительные приборы. Приборы магнитоэлектрического типа. Общее устройство. Достоинства и недостатки. |
| 20 | | Применение магнитоэлектрических измерительных механизмов: гальванометры, амперметры, вольтметры, аввометры, и тепловые приборы. |
| 21 | | Электродинамические измерительные приборы. Электромагнитные, электростатические, Ферродинамические и индукционные. Принцип действия, достоинства и недостатки. |
| 22 | | Приборы сравнения. Мосты постоянного и переменного тока. Компенсаторы. Автоматические мосты. |
| 23 | | Электронные измерительные приборы. Классификация. Структура. Входные детекторы. Основные схемы детекторов. |
| 24 | | Генераторы сигналов. Классификация. |
| 25 | | Электронно-лучевые осциллографы. ЭЛТ: структура, принцип работы. |
| 26 | | Электронно-лучевые осциллографы: структура, принцип работы. Основные виды регулировок. Применение. |

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта / курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

| Тема лабораторной работы | Контрольные вопросы |
|--------------------------------------|---|
| Изучение датчиков тока и напряжения. | Что такое систематическая погрешность. Классификация. Способы обнаружения и устранения систематической погрешности? |
| | Что такое случайная погрешность. Основные законы их распределения ? |
| | Каковы принципы действия и конструктивные особенности измерительного токового шунта и делителя напряжений? |
| | Каковы принципы действия и конструктивные особенности трансформатора тока и трансформатора напряжения? |
| | Каковы принципы действия и конструктивные особенности интегральных датчиков тока и напряжения? |
| | Какие основные погрешности есть у датчиков тока и напряжения, каковы их причины и пути снижения? |
| | Опишите порядок проведения экспериментов, назначение элементов стенда и меры предосторожности при работе с датчиками? |

| | |
|--|--|
| Изучение бесконтактных конечных выключателей. | Алгоритм обработка результатов равноточные измерения?. |
| | Каковы принципы действия индуктивного выключателя? |
| | Каковы принципы действия магниточувствительных выключателей? |
| | Каковы принципы действия емкостного выключателя? |
| | Каковы принципы действия ультразвукового выключателя? |
| | К какому типу относится оптический выключатель, и каков его принцип действия? |
| | Как обеспечивается питание исследуемых датчиков и как подключается нагрузка к их выходам? |
| | Что такое гистерезис датчика и как его определить экспериментально? |
| | Как исключить влияние люфтов в передаче при исследовании датчиков? |
| | Как рассчитывается среднеквадратическое отклонение случайной составляющей погрешности датчика? |
| | Как построить номинальную статическую характеристику датчика с аналоговым выходом (ИПП)? |
| Измерение мощности в цепях постоянного и переменного тока. | Что такое класс точности приборов? Поверочные схемы. |
| | Основные нормируемые метрологические характеристики средств измерений? |
| | Обработка результатов косвенных измерения? |
| | Что такое метода измерений? Классификация. |
| Измерения с помощью электронного осциллографа. | Что включает в себя основные этапы измерений? |
| | Электронно-лучевые осциллографы. ЭЛТ: структура, принцип работы. |
| | Электронно-лучевые осциллографы: структура, принцип работы. |
| | Электронно-лучевые осциллографы: основные виды регулировок. |
| | Электронно-лучевые осциллографы: применение. |

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

| Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине | Критерий оценивания |
|--|---|
| Знания | Знание терминов, классификаций, основных принципов |
| | Объем освоенного материала |
| | Полнота ответов на вопросы |
| | Четкость изложения и интерпретации знаний |
| Умения | Умение выбирать и использовать стандартные методы контроля качества элементов робототехнических систем. |
| Навыки | Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой |
| | Иметь навыки выбирать и использовать стандартные методы контроля качества элементов робототехнических систем. |

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | |
|--------------------------------|---|--|
| | не зачет | зачет |
| Знание терминов, классификаций | Не знает терминов классификаций, основных принципов | Знает термины классификации, основные принципы |

| | | |
|---|--|---|
| , основных принципов | | |
| Объем освоенного материала | Не знает значительной части материала дисциплины | Знает материал дисциплины в достаточном объеме |
| Полнота ответов на вопросы | Не дает ответы на большинство вопросов | Дает ответы на вопросы, но не все – полные |
| Четкость изложения и интерпретации знаний | Излагает знания без логической последовательности | Излагает знания без нарушений в логической последовательности |
| | Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами | Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно |
| | Неверно излагает и интерпретирует знания | Грамотно и по существу излагает знания |

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | |
|---|---|---|
| | не зачет | зачет |
| Умение выбирать и использовать стандартные методы контроля качества элементов робототехнических систем. | Не умеет выбирать и использовать стандартные методы контроля качества элементов робототехнических систем. | Умеет выбирать и использовать стандартные методы контроля качества элементов робототехнических систем при решении типовых задач |

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | |
|---|--|--|
| | не зачет | зачет |
| Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой | Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям | Владет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой при подготовке к занятиям |
| Иметь навыки выбирать и использовать стандартные методы контроля качества элементов робототехнических систем. | Не имеет навыки выбирать и использовать стандартные методы контроля качества элементов робототехнических систем. | Имеет навыки выбирать и использовать стандартные методы контроля качества элементов робототехнических систем при решении типовых задач |

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

| № | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|----|--|---|
| 1. | Учебная аудитория для проведения лекционных занятий УК 4, № 323 | Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель |
| 2. | Специализированный компьютерный класс для проведения лекционных занятий | 15 персональных компьютеров, подключенных к сети «Интернет» и имеющих доступ в электронно-информационную образовательную среду, проектор. |
| 3 | Специализированная лаборатория для проведения лабораторных занятий УК4, №203 «Метрологии и технические средства автоматизации» | Оборудование – оснащена интерактивной доской и проекционным оборудованием; типовой комплект «Основы метрологии и электрические измерения» (2 стенда), лабораторный стенд «датчики механических величин» (1 стенд), лабораторный стенд «датчики технологической информации» (1 стенд). |
| 4 | Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы | Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель |

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

| № | Перечень лицензионного программного обеспечения. | Реквизиты подтверждающего документа |
|---|---|---|
| | Microsoft Windows 10 Корпоративная | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017 |
| | Microsoft Office Professional Plus 2016 | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023 |
| | Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition» | Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г. |
| | Google Chrome | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |
| | Mozilla Firefox | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Радкевич Я.М. «Метрология, стандартизация и сертификация»: учебное пособие /Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И. – Саратов: Вузовское образование, 2019. -719с.
2. Лобач О.В. «Метрология»: учебно-методическое пособие/Лобач О.В., Романова Т.С.ю – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университете, 2019.-67с.
3. Латышенко, К. П. «Автоматизация измерений, контроля и испытаний»: учеб. для студентов ВУЗов / К. П. Латышенко. – М.: Академия, 2012. - 320 с.
4. Сергеев А.Г. « Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. для бакалавров / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. – М.: Юрайт, 2012. - 820 с.
5. Афанасьев, А. А. Метрология, стандартизация и сертификация: методические указания БГТУ им.В.Г.Шухова, г.Белгород. 2012.
6. Стальнов П.И., Пшеничникова Н.С. «Метрология, стандартизация, сертификация»: БГТУ им.В.Г.Шухова, г.Белгород. 2006. -200с.
7. Тартаковский, Д. Ф. « Метрология, стандартизация и технические средства измерений» :

- учеб. для вузов / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. - Москва: Высшая школа, 2002. - 201 с.
8. Аристов А.И. «Метрология, стандартизация и сертификация»: учебник / А. И. Аристов, Карпов, Л. И.; Приходько, В. М.; Раковщик, Т. М. – М.: Академия, 2006. - 379 с.
9. Дворяшин, Б. В. «Метрология и радиоизмерения : учеб. пособие / Б. В. Дворяшин. - Москва: АCADEMIA, 2005. - 296 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Радкевич Я.М. «Метрология, стандартизация и сертификация». [Электронный ресурс]: учебное пособие / Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И.. — Саратов : Вузовское образование, 2019. — 791 с. — ISBN 978-5-4487-0335-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/79771.html> .
2. Лобач О.В. «Метрология». [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Лобач О.В., Романова Т.С.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 67 с. — ISBN 978-5-7782-3854-1. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99191.html>
3. Кайнова В. Н. «Метрология, стандартизация и сертификация» [Электронный ресурс]. Москва: Лань, 2015. https://e.lanbook.com/book/61361#book_name.
4. Коротков В.С., Афонасов А.И. «Метрология, стандартизация и сертификация» [Электронный ресурс]. Томский политехнический университет, 2015. <http://www.iprbookshop.ru/34681.html>
5. Бисерова В.А. «Метрология, стандартизация и сертификация» [Электронный ресурс]. Москва: Научная книга, 2012. <http://www.iprbookshop.ru/8207.html>
6. Егоров Ю.Н. «Метрология и технические измерения» [Электронный ресурс]. Московский гос.строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. <http://www.iprbookshop.ru/16371.html>

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ / 20____ учебный год без изменений.

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ В. Г. Рубанов _____
подпись ФИО

Директор института _____ А. В. Белоусов _____
подпись ФИО