

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета ФРЭЭ \_\_\_\_\_  
В.А. Небольсин /  
«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)  
«Теория измерений»

**Направление подготовки (специальность)** 12.03.01 «Приборостроение»  
**Профиль (специализация)** «Приборостроение»  
**Квалификация выпускника** Бакалавр  
**Нормативный период обучения** 4 года/ 4 года 11 м.  
**Форма обучения** Очная / Заочная  
**Год начала подготовки** 2021 г.

Автор программы \_\_\_\_\_  /Самодуров А.С./

Заведующий кафедрой  
конструирования и производства  
радиоаппаратуры \_\_\_\_\_  /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_  /Турецкий А.В./

**Воронеж 2021**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов знаний и умений в области теории измерений, изучение студентами роли теории и практики измерений различных физических величин и освоение студентами теоретических и практических основ методологического обоснования процесса измерения.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

изучение принципов создания образов реального мира посредством измерения физических величин;

освоение процедур моделирования источников погрешностей;

выявление структуры погрешностей и проведение анализа ее составляющих;

изучение математических моделей измерительных систем;

изучение основы проектирования процесса измерений и метрологических исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория измерений» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б.1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теория измерений» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-5 - способность выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                         |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5        | <b>Знать:</b> основы теории измерений, системы стандартизации и сертификации средств измерений и контроля                                 |
|             | <b>Уметь:</b> пользоваться современными средствами измерения и контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач   |
|             | <b>Владеть:</b> пользоваться современными средствами измерения и контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач |

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Теория измерений» составляет 5 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

### Очная форма обучения

| Вид учебной работы                             | Всего часов | Семестры |     |  |  |
|------------------------------------------------|-------------|----------|-----|--|--|
|                                                |             | 5        |     |  |  |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>              | 54          | 54       |     |  |  |
| В том числе:                                   |             |          |     |  |  |
| Лекции                                         | 18          | 18       |     |  |  |
| Практические занятия (ПЗ)                      |             |          |     |  |  |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 36          | 36       |     |  |  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | 90          | 90       |     |  |  |
| Часы на контроль                               | 36          | 36       |     |  |  |
| Курсовая работа                                |             |          |     |  |  |
| Контрольная работа                             |             |          |     |  |  |
| Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой |             |          |     |  |  |
| Вид промежуточной аттестации – экзамен         | +           | +        |     |  |  |
| Общая трудоемкость                             | час         | 180      | 180 |  |  |
|                                                | зач. ед.    | 5        | 5   |  |  |

### Заочная форма обучения

| Вид учебной работы                             | Всего часов  | Семестры |     |  |  |
|------------------------------------------------|--------------|----------|-----|--|--|
|                                                |              | 4        |     |  |  |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>              | 8            | 8        |     |  |  |
| В том числе:                                   |              |          |     |  |  |
| Лекции                                         | 4            | 4        |     |  |  |
| Практические занятия (ПЗ)                      |              |          |     |  |  |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 4            | 4        |     |  |  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | 163          | 163      |     |  |  |
| Часы на контроль                               | 9            | 9        |     |  |  |
| Курсовая работа                                |              |          |     |  |  |
| Контрольная работа                             |              |          |     |  |  |
| Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой |              |          |     |  |  |
| Вид промежуточной аттестации – экзамен         | +            | +        |     |  |  |
| Общая трудоемкость                             | час          | 180      | 180 |  |  |
|                                                | зач. ед.     | 5        | 5   |  |  |
|                                                | экзамен. ед. |          |     |  |  |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

| № п/п        | Наименование темы                      | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Лекц      | Лаб. зан. | СРС       | Всего, час |
|--------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1            | Объекты измерений                      | Формально-логические принципы создания образов реального мира. Определение измерений. Понятия. Физические шкалы и неоднозначность образов действительности. Эталоны. Общие сведения из теории вероятности. Законы распределения измеряемых величин. Основные понятия и виды.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2         | 4         | 10        | 16         |
| 2            | Основы теории измерений                | Общие принципы моделирования. Моделирование характеристик измерительных систем. Модели. Моделирование законов распределения случайных величин. Теория погрешности. Принцип формирования образов действительности. Оценка параметров измерений. Виды погрешности и их определение. Источники появления погрешностей. Классификация ошибок измерения. Метрологические характеристики средств измерения. Нормируемые метрологические характеристики средств измерения. Методы проведения измерений. Процедуры. Градуировка, проверки и юстировки измерительных приборов. Процедуры измерения постоянных величин. Процедуры измерения нестационарных величин. Оптимальное планирование эксперимента. Подбор эталонов. Принцип планирования процессов градуировки. Подбор периода дискретизации погрешностей. Суммирование погрешностей | 12        | 24        | 60        | 96         |
| 3            | Средства измерений                     | Основные виды измерения и контроля, измерительные приборы. Меры и измерительные приборы. Основные элементы устройств приборов, типичные погрешности. Методы определения погрешностей механизмов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2         | 4         | 10        | 16         |
| 4            | Рекомендации международных организаций | Понятия об единицах измерений, их классификация. Система СИ. Основные метрологические термины и их определение. Основные понятия и виды взаимозаменяемости. Виды сборок и регулировок. Общие понятия о допусках в различных типах соединений, применяемых в приборостроении.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2         | 4         | 10        | 16         |
| <b>Итого</b> |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>18</b> | <b>36</b> | <b>90</b> | <b>144</b> |

#### заочная форма обучения

| № п/п | Наименование темы | Содержание раздела                                                                                                                                                   | Лекц | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|-----|------------|
| 1     | Объекты измерений | Формально-логические принципы создания образов реального мира. Определение измерений. Понятия. Физические шкалы и неоднозначность образов действительности. Эталоны. | 1    | 1         | 40  | 42         |

|              |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |          |            |            |
|--------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|------------|------------|
|              |                                        | Общие сведения из теории вероятности. Законы распределения измеряемых величин. Основные понятия и виды.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |          |            |            |
| 2            | Основы теории измерений                | Общие принципы моделирования. Моделирование характеристик измерительных систем. Модели.<br>Моделирование законов распределения случайных величин.<br>Теория погрешности. Принцип формирования образов действительности.<br>Оценка параметров измерений. Виды погрешности и их определение. Источники появления погрешностей.<br>Классификация ошибок измерения. Метрологические характеристики средств измерения.<br>Нормируемые метрологические характеристики средств измерения.<br>Методы проведения измерений. Процедуры. Градуировка, проверки и юстировки измерительных приборов.<br>Процедуры измерения постоянных величин.<br>Процедуры измерения нестационарных величин<br>Оптимальное планирование эксперимента. Подбор эталонов.<br>Принцип планирования процессов градуировки. Подбор периода дискретизации погрешностей.<br>Суммирование погрешностей | 1        | 1        | 43         | 45         |
| 3            | Средства измерений                     | Основные виды измерения и контроля, измерительные приборы. Меры и измерительные приборы.<br>Основные элементы устройств приборов, типичные погрешности. Методы определения погрешностей механизмов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1        | 1        | 40         | 42         |
| 4            | Рекомендации международных организаций | Понятия об единицах измерений, их классификация. Система СИ. Основные метрологические термины и их определение<br>Основные понятия и виды взаимозаменяемости.<br>Виды сборок и регулировок.<br>Общие понятия о допусках в различных типах соединений, применяемых в приборостроении.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1        | 1        | 40         | 42         |
| <b>Итого</b> |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>4</b> | <b>4</b> | <b>163</b> | <b>171</b> |

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Многократные измерения физической величины постоянного размера
2. Проверка гипотезы о виде распределения
3. Объединение результатов измерений
4. Обеспечение требуемой точности результата многократных измерений физической величины постоянного размера
5. Построение линейной эмпирической зависимости по опытным данным

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                         | Критерии оценивания                                     | Аттестован                                                    | Не аттестован                                                   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| ПК-5        | <b>Знать:</b> основы теории измерений, системы стандартизации и сертификации средств измерений и контроля                                 | Активная работа на лабораторных и практических занятиях | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | <b>Уметь:</b> пользоваться современными средствами измерения и контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач   | Активная работа на лабораторных и практических занятиях | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | <b>Владеть:</b> пользоваться современными средствами измерения и контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач | Активная работа на лабораторных и практических занятиях | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

#### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 или 7 семестрах для очной и заочной форм обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность | Критерии оценивания | Отлично | Хорошо | Удовл | Неудовл |
|-------------|-------------------------------------------------------|---------------------|---------|--------|-------|---------|
|             |                                                       |                     |         |        |       |         |

|      | компетенции                                                                                                                               |         |                                                |                                                   |                                                  |                                                             |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| ПК-5 | <b>Знать:</b> основы теории измерений, системы стандартизации и сертификации средств измерений и контроля                                 | Экзамен | если выполнены требования на оценку "отлично". | если не выполнены требования на оценку "отлично". | если не выполнены требования на оценку "хорошо". | если не выполнены требования на оценку "удовлетворительно". |
|      | <b>Уметь:</b> пользоваться современными средствами измерения и контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач   | Экзамен | если выполнены требования на оценку "отлично". | если не выполнены требования на оценку "отлично". | если не выполнены требования на оценку "хорошо". | если не выполнены требования на оценку "удовлетворительно". |
|      | <b>Владеть:</b> пользоваться современными средствами измерения и контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач | Экзамен | если выполнены требования на оценку "отлично". | если не выполнены требования на оценку "отлично". | если не выполнены требования на оценку "хорошо". | если не выполнены требования на оценку "удовлетворительно". |

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

#### 1. Физическая величина – это:

- а) объект измерения;
- б) величина, подлежащая измерению, измеряемая или измеренная в соответствии с основной целью измерительной задачи;
- в) одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

2. Количественная характеристика физической величины называется:
- а) размером;
  - б) размерностью;
  - в) объектом измерения.
3. Качественная характеристика физической величины называется:
- а) размером;
  - б) размерностью;
  - в) количественными измерениями нефизических величин
4. Измерением называется:
- а) выбор технического средства, имеющего нормированные метрологические характеристики;
  - б) операция сравнения неизвестного с известным;
  - в) опытное нахождение значения физической величины с помощью технических средств.
5. К объектам измерения относятся:
- а) образцовые меры и приборы;
  - б) физические величины;
  - в) меры и стандартные образцы.
6. При описании электрических и магнитных явлений в СИ за основную единицу принимается:
- а) вольт;
  - б) ом;
  - в) ампер.
7. При описании пространственно-временных и механических явлений в СИ за основные единицы принимаются:
- а) кг, м, Н;
  - б) м, кг, Дж
  - в) кг, м, с.
8. При описании световых явлений в СИ за основную единицу принимается:
- а) световой квант;
  - б) кандела;
  - в) люмен.
9. Для поверки эталонов-копий служат:
- а) государственные эталоны
  - б) эталоны сравнения;
  - в) эталоны 1-го разряда.



## 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1 Из перечисленных метрологических характеристик прибора к качеству измерения относятся: а) класс точности; б) предел измерения; в) входной импеданс.

2 Единством измерений называется: а) система калибровки средств измерений; б) сличение национальных эталонов с международными; в) состояние измерений, при которых их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные пределы с заданной вероятностью.

3 Основной погрешностью средства измерения называется погрешность, определяемая: а) в рабочих условиях измерений; б) в предельных условиях измерений; в) в нормальных условиях измерений.

4 Правильность измерений – это: а) характеристика качества измерений, отражающая близость к нулю систематических погрешностей результатов измерений; б) характеристика качества измерений, отражающая близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, выполняемых повторно одними и теми же методами и средствами измерений и в одних и тех же условиях; отражает влияние случайных погрешностей на результат измерения; в) характеристика качества измерений, отражающая близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами и средствами измерений, разными операторами, но приведённых к одним и тем же условиям.

5 Сходимость измерений – это: а) характеристика качества измерений, отражающая близость к нулю систематических погрешностей результатов измерений; б) характеристика качества измерений, отражающая близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, выполняемых повторно одними и теми же методами и средствами измерений и в одних и тех же условиях; отражает влияние случайных погрешностей на результат измерения; в) характеристика качества измерений, отражающая близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами и средствами измерений, разными операторами, но приведённых к одним и тем же условиям.

6 Воспроизводимость измерений – это: а) характеристика качества измерений, отражающая близость к нулю систематических погрешностей результатов измерений; б) характеристика качества измерений, отражающая близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, выполняемых повторно одними и теми же методами и средствами измерений и в одних и тех же условиях; отражает влияние случайных погрешностей на результат измерения; в) характеристика качества измерений, отражающая близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами и средствами измерений, разными операторами, но приведённых к одним и тем же условиям.

7 К метрологическим характеристикам средств измерений относятся: а) цена деления, диапазон измерения, класс точности, потребляемая мощность; б) кодовые характеристики, электрический входной и выходной импеданс, диапазон измерения, быстродействие; в) диапазон измерения, класс точности, габаритные размеры, стоимость.

8 К метрологическим характеристикам для определения результатов измерений относят: а) функцию преобразования, значение меры, цену деления, кодовые характеристики; б) электрический входной импеданс, электрический выходной импеданс, погрешности СИ, время реакции; в) функцию распределения погрешностей, погрешности СИ, значение меры, цену деления.

9 Уменьшение влияния случайных погрешностей на результат измерения достигается: а) измерением с многократным наблюдением измеряемой величины; б) внесением поправки в результат измерения; в) повторными измерениями другим оператором или с использованием другого средства измерения.

10 Уменьшение влияния систематических погрешностей на результат измерения достигается: а) измерением с многократным наблюдением измеряемой величины; б) внесением поправки в результат измерения; в) повторными измерениями другим оператором или с использованием другого средства измерения.

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1 Плотность определяется посредством измерения массы и длины (объёма). Такие измерения называются: а) прямыми; б) косвенными; в) относительными.

2 Мерой рассеяния результатов измерения является: а) дисперсия и среднее квадратическое отклонение; б) эксцесс; в) медиана.

3 Чтобы расширить предел измерения прибора, шунт по отношению к амперметру нужно включить: а) последовательно; б) параллельно; в) смешанно.

4 Если противодействующий момент не будет действовать на подвижную часть измерительного механизма, то: а) стрелка указателя дойдёт до правого ограничителя; б) стрелка останется неподвижной; в) стрелка займёт положение, пропорциональное измеряемой величине.

5 Чтобы расширить предел измерения прибора, добавочное сопротивление по отношению к вольтметру нужно включить: а) последовательно; б) параллельно; в) смешанно.

6 Амперметр должен иметь величину сопротивления: а) большую; б) малую; в) зависит от типа прибора.

7 Вольтметр должен иметь величину сопротивления: а) большую; б) малую; в) зависит от типа прибора.

8 Измерения с использованием метода совпадений осуществляют с помощью: а) микрометра б) манометра в) штангенциркуля

9 Измерения по методу непосредственной оценки реализуются в ... а) фазометрах б) штангенинструментах в) микрометрах

10 По способу формирования выходного сигнала измерительные преобразователи делятся на: а) параметрические б) синусоидальные в) дисперсионные

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом.

#### **7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

1. Взаимосвязь понятий измерения и числа.
2. Проверка гипотезы о среднем значении нормально распределенной случайной величины  $X$  с известной дисперсией.
3. Физические величины и их единицы.
4. Проверка гипотезы о значении дисперсии нормально распределенной случайной величины  $X$  при неизвестном среднем.
5. Измерительные шкалы.
6. Проверка гипотез о независимости и стационарности данных.
7. Классификация ошибок.
8. Проверка гипотез о положении (сдвиге), симметрии распределения, однородности данных.
9. Основы теории ошибок. Частота, вероятность, среднее значение, дисперсия.
10. Определение вида закона распределения значений измеряемой величины.
11. Распределение вероятностей. Нормальное распределение.
12. Определение вида закона распределения значений измеряемой величины. Графические методы.
13. Доверительный интервал. Распределение Стьюдента. Неравенство Чебышева.
14. Проверка гипотезы о согласовании эмпирического и теоретического распределения по критериям согласия.
15. Критерий Пирсона (хи-квадрат).
16. Оценка истинного значения и ошибки измерения.
17. Сложение ошибок.
18. Статистическая проверка гипотез. Выбор критической области.
19. Взвешенное среднее значение.
20. Определение вида закона распределения значений измеряемой величины. Аналитические методы.
21. Линейная регрессия.
22. Биномиальное распределение. Распределение Пуассона.
23. Оценка числа измерений, необходимого для получения  $\bar{X}$  требуемой точностью.

24. Модельные виды распределений.
25. Оценка числа измерений, необходимого для получения СКО среднего с требуемой точностью.
26. Другие виды распределений. Распределение Коши, Бозе-Эйнштейна
27. Оценка числа измерений для определения допустимых границ.
28. Нелинейная регрессия.
29. Объединение результатов измерений.
30. Использование вероятностной бумаги.
31. Метод Асковица для построения МНК-прямой.
32. Использование критерия Колмогорова.

#### **7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса.

1. Оценка **«Неудовлетворительно»** ставится в случае, если студент продемонстрировал:
  - отсутствие знаний значительной части программного материала;
  - неправильный ответ хотя бы на один из основных вопросов, существенные и грубые ошибки в ответах на остальные вопросы, непонимание сущности излагаемых вопросов;
  - неумение применять теоретические знания при решении практических задач, отсутствие навыков в использовании математического аппарата.
2. Оценка **«Удовлетворительно»** ставится в случае, если студент продемонстрировал:
  - знание основного материала учебной дисциплины без частных особенностей и основных положений смежных дисциплин;
  - правильные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы;
  - умение применять теоретические знания к решению основных практических задач, ограниченное использование математического аппарата;
  - слабые навыки, необходимые для решения практических задач, связанных с предстоящей профессиональной деятельностью.
3. Оценка **«Хорошо»** ставится в случае, если студент продемонстрировал:
  - достаточно полные и твердые знания всего программного материала учебной дисциплины, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов, достаточно полные знания основных положений смежных дисциплин;
  - последовательные, правильные, конкретные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы, свободное устранение замечаний в недостаточно полном освещении отдельных положений при постановке дополнительных вопросов;

-умение самостоятельно анализировать изучаемые явления и процессы, применять основные теоретические положения и математический аппарат к решению практических задач;

-достаточно твердые навыки и умения, обеспечивающие решение практических задач, связанных с предстоящей профессиональной деятельностью.

4. Оценка «**Отлично**» ставится, если студент продемонстрировал:

-глубокие и твердые знания всего программного материала учебной дисциплины, глубокое понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов, твердые знания основных положений смежных дисциплин;

-четкие, лаконичные, логически последовательные, полные, правильные и конкретные ответы на поставленные вопросы;

-умение самостоятельно анализировать и прогнозировать рассматриваемые явления и процессы в их взаимосвязи и диалектическом развитии, использовать математический аппарат и применять теоретические положения к решению практических задач, делать правильные выводы из полученных результатов;

-твердые навыки, обеспечивающие решение практических задач, связанных с предстоящей профессиональной деятельностью.

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|-------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|
| 1     | Объекты измерений                        | ПК-5                                          | Тест, экзамен, устный опрос      |
| 2     | Основы теории измерений                  | ПК-5                                          | Тест, экзамен, устный опрос      |
| 3     | Средства измерений                       | ПК-5                                          | Тест, экзамен, устный опрос      |
| 4     | Рекомендации международных организаций   | ПК-5                                          | Тест, экзамен, устный опрос      |

#### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется

проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. И.Ф. Шишкин Теоретическая метрология. Учебник для вузов 2010
2. Самодуров А.С. Теория измерений : Учебное пособие 2012
3. Кириллов В.И Метрологическое обеспечение технических систем 2013
4. Муратов А.В., Ромащенко М.А. Метрология, стандартизация и технические измерения: учеб. Пособие, 2007, 2011
5. Папанцева Е. И. и др. Вестник АПК Ставрополя №4(12) 2013 - Студенческий кружок – один из методов повышения качества преподавания дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация», 2013
6. Самодуров А.С. Теория измерений : Метод. указ. к лабораторным работам N1-2 по дисциплине "Теория измерений" для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки бакалавров 200100 "Приборостроение" 2012
7. Самодуров А.С. Программа, методические указания к СРС и контрольные задания по дисциплине "Теория измерений" для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки бакалавров 200100 "Приборостроение" 2013
8. Самодуров А.С. Теория измерений : Метод. указ. к лабораторным работам N3-4 по дисциплине "Теория измерений" для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки бакалавров 200100 "Приборостроение" 2014
9. Самодуров А.С. Теория измерений : Метод. указ. к лабораторным работам N5-7 по дисциплине "Теория измерений" для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки бакалавров 200100 "Приборостроение" 2014

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов**

## **информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Перечень ПО, включая перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Word,  
Microsoft Excel,  
Internet Explorer,  
MathCAD.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://window.edu.ru> - единое окно доступа к информационным ресурсам;

<http://www.edu.ru/> - федеральный портал «Российское образование»;  
Образовательный портал ВГТУ.

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:

<https://docplan.ru/> - бесплатная база ГОСТ.

Электронная библиотека [www.elibrary.ru/](http://www.elibrary.ru/)

Электронные библиотечные системы <https://www.iprbookshop.ru/>

<https://e.lanbook.com/>

Электронная информационно-обучающая система ВГТУ  
<https://old.education.cchgeu.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением, ауд. 234/3, 226/3, 225/3, 230б/3.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Теория измерений» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия.

Лекция представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в его тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать авто-

матически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации –готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента                                                                                                                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция              | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. |



|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                           | <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.</p> |
| <p>Практические занятия</p>                               | <p>Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.</p>                                                                                                        |
| <p>Подготовка к дифференцированному зачету и экзамену</p> | <p>При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.</p>                                                                                                                                                                                                                                  |

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| №<br>п/п | Перечень вносимых изменений | Дата вне-<br>сения из-<br>менений | Подпись заведую-<br>щего кафедрой, от-<br>ветственной за реа-<br>лизацию ОПОП |
|----------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|----------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|