

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Факультет инновационных технологий

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

С. В. Шидловский

Рабочая программа дисциплины

**Метрология и технические измерения**

по направлению подготовки / специальности

**09.03.02 Информационные системы и технологии**

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

**Программное и аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер - программист**

**Инженер - разработчик**

Год приема

**2025**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

С.В. Шидловский

Председатель УМК

О.В. Вусович

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ООПК-1.1 Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования

ООПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Освоить аппарат фундаментальной и практической метрологии;
- Научиться применять понятийный аппарат фундаментальной и практической метрологии для решения практических задач профессиональной деятельности в том числе для проведения корректных технических измерений.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Четвертый семестр, зачет

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Математика, Электротехника.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 16 ч.

-лабораторные: 24 ч.

-практические занятия: 8 ч.

в том числе практическая подготовка: 24 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Основные понятия. Физические величины

Основные понятия и определения метрологии. Теоретическая, законодательная и прикладная метрология. Основные цели и задачи метрологии. Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств материального мира. Международная система единиц физических величин. Основные, дополнительные и производные единицы. Типы шкал измерений.

## Тема 2. Измерение и погрешность

Виды и методы измерений. Классификация видов измерений. Основы теории погрешностей. Классификация погрешностей измерения. Внесение поправок в результаты измерений. Воспроизведение единиц физических величин и передача их размеров. Эталон единицы физической величины.

## Тема 3. Средства измерений. Метрологическое обеспечение

Средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений. Пределы допускаемой основной погрешности средств измерений. Классы точности средств измерений. Государственная поверочная схема. Локальные поверочные схемы. Понятие о калибровке средств измерений. Принципы метрологического обеспечения. Метрологические службы и организации РФ. Государственный метрологический контроль и надзор.

## Тема 4. Обработка результатов измерений

Статистическая обработка результатов измерений: прямых равноточных измерений и косвенных измерений.

### 8.1. Примерный перечень практических занятий

1. Единицы физических величин. Система СИ.
2. Расчет погрешностей и округление результатов измерений.
3. Методы и методики измерений. Классы точности измерений.
4. Статистическая обработка результатов измерений

### 8.2. Примерный перечень лабораторных занятий

1. Определение абсолютной и относительной погрешностей измерений.
2. Прямые и косвенные измерения напряжения и тока.
3. Оценка верхней границы частотного диапазона измерительных приборов.
4. Косвенное измерение мощности методом амперметра и вольтметра.
5. Расширение пределов измерительных приборов.
6. Прямые измерения синусоидальных напряжения и тока.
7. Прямое и косвенное измерения электрического сопротивления.
8. Измерение электрического сопротивления мостовым методом.
9. Измерение электрического сопротивления неравноплечим мостом.
10. Прямое измерение электрической емкости.
11. Измерение и обработка данных с инерциальных навигационных систем.
12. Метод калибровки фотокамеры при построении систем технического зрения.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения тестов по лекционному материалу, контроля выполнения практических и лабораторных заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

### 9.1. Посещаемость

Преподавателем фиксируется физическое присутствие/отсутствие студента на проводимом лекционном занятии.

Таблица 1 - Критерии оценивания посещаемости

| Характеристика посещаемости, час | Оценка в баллах, ед. |
|----------------------------------|----------------------|
| 2                                | 2                    |

### 9.2. Тестирование по лекционному материалу

Тестовые задания предусматривают закрепление теоретических знаний, полученных студентом во время занятий по данной дисциплине. Их назначение – углубить знания студентов по отдельным вопросам, систематизировать полученные знания, выявить умение проверять свои знания в работе с конкретными материалами. При подготовке к решению тестовых заданий рекомендуется повторить материалы по пройденным темам.

Выполнение тестового задания студентом проводится в системе «Электронный университет – iDO» на практическом занятии в компьютерном классе. Тестовое задание может содержать в себе от 5 до 12 вопросов с перечнем для выбора ответа, либо с открытым ответом. Для ответа на каждый вопрос тестового задания отводится не более 2 минут.

Таблица 2 - Критерии оценивания теста

| Правильный ответ, шт. | Оценка в баллах, ед. |
|-----------------------|----------------------|
| 1                     | 1                    |

### 9.3. Выполнение практических заданий

Главная цель выполнения практического задания заключается в выработке у студента практических умений, связанных с обобщением и интерпретацией освоенных материалов. Кроме того, ожидается, что результаты выполнения практических заданий будут впоследствии использоваться учащимися для освоения новых тем.

При подготовке к выполнению практического задания необходимо повторить лекции, по теме выполняемого задания. Предполагается также использование рекомендованной литературы.

Далее следует изучить содержание практического задания, выданного преподавателям, в том числе последовательность выполнения работы.

В результате выполнения практического задания необходимо оформить отчет в соответствии с «Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых работ, научно-исследовательских работ, рефератов и отчетов по практикам», принятыми на Факультете инновационных технологий. Ссылка на актуальную версию методических указаний, размещенных на сайте факультета, выдается преподавателем на первом практическом занятии. Оформленный отчет отражает ход выполнения и решение практического задания.

Оценка выполнения практического задания студентом производится в виде защиты выполненной работы, при устном опросе преподавателя и проверке им отчета. Во время устного опроса преподаватель задает студенту уточняющие вопросы о ходе выполнения практического задания.

Таблица 3 - Критерии оценивания практического задания

| Характеристика выполнения задания                                                                                                                                                                                             | Оценка в баллах, ед. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Работа выполнена полностью и в срок. Студент владеет теоретическим материалом, способен детально описать ход выполнения работы. Отчет выполнен полностью в соответствии с предъявляемыми требованиями.                        | 4                    |
| Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, может объяснить ход работы, допуская незначительные ошибки в теоретической части. Отчет выполнен полностью в соответствии с предъявляемыми требованиями | 2                    |
| Работа выполнена с ошибками. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки при пояснении хода работы. Отчет выполнен с нарушением предъявляемых требований.                                        | 1                    |
| Работа не выполнена                                                                                                                                                                                                           | 0                    |

За выполнение практического задания с нарушением сроков сдачи дополнительно снимается 2 балла.

#### 9.4. Выполнение лабораторных заданий

Главная цель выполнения лабораторного задания заключается в выработке у студента практических умений, связанных с использованием освоенных материалов. Кроме того, ожидается, что результаты выполнения лабораторных заданий будут впоследствии использоваться учащимся в профессиональной деятельности.

При подготовке к выполнению лабораторного задания необходимо повторить лекции, по теме выполняемого задания. Предполагается также использование рекомендованной литературы.

Далее следует изучить содержание лабораторного задания, выданного преподавателям, в том числе последовательность выполнения работы.

В результате выполнения лабораторного задания необходимо оформить отчет в соответствии с «Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых работ, научно-исследовательских работ, рефератов и отчетов по практикам», принятыми на Факультете инновационных технологий. Ссылка на актуальную версию методических указаний, размещенных на сайте факультета, выдается преподавателем на первом лабораторном занятии. Оформленный отчет отражает ход выполнения лабораторного задания.

Оценка выполнения лабораторного задания студентом производится в виде защиты выполненной работы, при устном опросе преподавателя и проверке им отчета. Во время устного опроса преподаватель задает студенту уточняющие вопросы о ходе выполнения лабораторного задания.

Таблица 4 - Критерии оценивания лабораторного задания

| Характеристика выполнения задания                                                                                                                                                                                             | Оценка в баллах, ед. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Работа выполнена полностью и в срок. Студент владеет теоретическим материалом, способен детально описать ход выполнения работы. Отчет выполнен полностью в соответствии с предъявляемыми требованиями.                        | 8                    |
| Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, может объяснить ход работы, допуская незначительные ошибки в теоретической части. Отчет выполнен полностью в соответствии с предъявляемыми требованиями | 4                    |
| Работа выполнена с ошибками. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки при пояснении хода работы. Отчет выполнен с нарушением предъявляемых требований.                                        | 2                    |
| Работа не выполнена                                                                                                                                                                                                           | 0                    |

За выполнение лабораторного задания с нарушением сроков сдачи дополнительно снимается 2 балла.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

#### 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Оценивание промежуточной аттестации осуществляется по балльно-рейтинговой системе согласно таблице 5.

Таблица 5 - Балльно-рейтинговая система оценивания

| Форма контроля                        | Максимальный балл, ед. |
|---------------------------------------|------------------------|
| Посещаемость                          | 16                     |
| Тестирование по лекционному материалу | 12                     |
| Выполнение практических заданий       | 16                     |
| Выполнение лабораторных заданий       | 56                     |
| <b>Итого:</b>                         | <b>100</b>             |

Итоговая оценка промежуточной аттестации выставляется с учетом оценок/баллов, полученных студентом во время текущего контроля согласно таблице 6.

Таблица 6 - Критерии итоговой оценки

| Характеристика оценки, балл | Оценка       |
|-----------------------------|--------------|
| от 80 и выше                | «зачтено»    |
| ниже 80                     | «не зачтено» |

В случае, если в течение курса студент не присутствовал на занятиях, то на последнем занятии у него есть возможность пройти тест из 12 вопросов, сдать 4 практических задания и 7 лабораторных заданий с отчетами для получения баллов и итоговой оценки.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

### 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов;

г) Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых работ, научно-исследовательских работ, рефератов и отчетов по практикам, утвержденные на Факультете инновационных технологий.

### 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Димов Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов / Ю. В. Димов. – 4-е изд. – СПб. [и др.] : Питер, 2013. – 496 с.

2. Сергеев А. Г. Метрология: учебное пособие / А. Г. Сергеев. – 2-е изд. – М. : Логос, 2011. – 382 с.

3. Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация : в 2 ч. : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сергеев, В. В. Терегеря. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2016. – Ч. 1 : Метрология. – 421 с. – Режим доступа ЭБС Юрайт: <https://www.biblio-online.ru/book/61BBB922-35D7-40E6-B1D8-19C2DACDDCDC> ; Ч. 2 : Стандартизация и сертификация. – 420 с. – Режим доступа ЭБС Юрайт: <https://www.biblio-online.ru/book/05225E39-7B0B-4CA4-AD18-139CE18CC79B>.

б) дополнительная литература:

1. Гугелев А. В. Стандартизация, метрология и сертификация: учебное пособие / А. В. Гугелев. – 2-е изд. – М. : Дашков и Ко, 2012. – 270 с.

2. Кошечая И. П. Метрология, стандартизация, сертификация: учебник для студентов / И. П. Кошечая, А. А. Канке. – М. : Форум, 2012. – 414 с.

3. Никифоров А. Д. Метрология, стандартизация, сертификация: учебное пособие для студентов / А. Д. Никифоров, Т. А. Бакиев. – М. : Высшая школа, 2010. – 428 с.

4. Кравченко Е.В. Метрология, стандартизация, сертификация: учебное пособие для студентов / Е.В. Кравченко, Ю.К. Кривогузова, И.П. Озерова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 172 с. – Режим доступа: <http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/z/ZHDANOVA AO/teaching/Tab/book.pdf>– ...

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- пакет программ LibreOffice (свободно распространяемое);
- публично доступные облачные технологии (Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### 14. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекций, консультаций, текущего контроля, в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий, необходима аудитория, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения: компьютер преподавателя с веб-камерой, микрофоном и устройством для воспроизведения звука (динамики, колонки, наушники и др.) или ноутбук с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НИ ТГУ.

Учебная аудитория для проведения практических занятий, промежуточной аттестации должна быть оснащена оборудованием и техническими средствами обучения: компьютер преподавателя (ноутбук), персональные студенческие компьютеры с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НИ ТГУ. Для отображения презентаций используется мультимедиа-проектор, широкоформатный экран, акустическая система.

Для проведения лабораторных занятий по дисциплине необходима аудитория, оборудованная лабораторным стендом по метрологии на платформе NI ELVIS II, персональным компьютером с необходимым установленным ПО на базе языка программирования LabVIEW, набором NI myRIO Starter Kit.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

#### 15. Информация о разработчиках

Шашев Дмитрий Вадимович, доцент кафедры интеллектуальных технических систем факультета инновационных технологий, кандидат технических наук.