

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Северный (Арктический) федеральный  
университет им. М.В. Ломоносова»

**А.А. Глуханов**

# **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ**

***Практикум***

***Учебное пособие***

Архангельск  
САФУ  
2021

УДК 006.35(075)  
ББК 30.10 я 73  
Г 55

*Рецензенты:*

зав. группой технических измерений и физико-химического анализа,  
научно-исследовательского центра испытаний автомобильного транспорта  
«НАМИ», канд. техн. наук А.Е. Коптелов;  
доцент кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств  
Северного (Арктического) федерального университета,  
канд. техн. наук С.А. Цаплина

**Глуханов, Анатолий Андреевич**

Г 55 Методы и средства измерений, испытаний и контроля: [Электронное издание]: практикум: учебное пособие / А.А. Глуханов; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Электронные текстовые данные. – Архангельск: САФУ, 2021. – 206 с.  
ISBN 978-5-261-01516-1

Приведены методические указания по выполнению лабораторных работ по основным разделам дисциплины «Методы и средства измерений, испытаний и контроля». Включены задачи для практических аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов, а также даны рекомендации по их решению. Приведены комплекты тестовых заданий по всем изучаемым темам для контроля усвоения теоретического материала.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 27.03.01 «Стандартизация и метрология», 27.03.02 «Управление качеством», 12.03.04 «Инженерное дело в медико-биологической практике», а также другим направлениям обучения.

УДК 006.35(075)  
ББК 30.10 я 73

Издательский дом им. В.Н. Булатова  
163060, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 56

ISBN 978-5-261-01516-1

© Глуханов А.А., 2021  
© Северный (Арктический)  
федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова, 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |          |
|---|----------|
| <b>Введение .....</b>   | <b>5</b> |
| <br><b>1. Виды и методы измерений. Условия измерений</b>  |          |
| Лабораторная работа № 1. Косвенные измерения. Определение плотности твердого тела правильной формы, оценка погрешности измерения .....            | 7        |
| Лабораторная работа № 2. Обработка результатов неравноточных измерений .....  | 14       |
| Лабораторная работа № 3. Определение условий измерения в лаборатории .....  | 19       |
| <br><b>2. Линейно-угловые средства и методы измерений</b>   |          |
| Лабораторная работа № 4. Оценка соответствия геометрических параметров изделия заданным требованиям .....   | 32       |
| Лабораторная работа № 5. Выбор средств измерения для линейно-угловых измерений.....   | 40       |
| <br><b>3. Измерительные преобразователи неэлектрических величин</b>   |          |
| Лабораторная работа № 6. Оценка функциональной зависимости сопротивления терморезистора от температуры .....                                      | 48       |
| <br><b>4. Аналоговые электромеханические приборы</b>  |          |
| Лабораторная работа № 7. Ознакомление с устройством и работой аналоговых электроизмерительных приборов с измерительным механизмом .....           | 53       |
| <br><b>5. Методы измерения параметров электрических цепей</b>   |          |
| Лабораторная работа № 8. Измерение активного сопротивления методом вольтметра-амперметра .....  | 59       |
| Лабораторная работа № 9. Измерение сопротивления электрической цепи постоянному току мостовым методом.....  | 64       |
| <br><b>6. Осциллографические методы измерений</b>   |          |
| Лабораторная работа № 10. Ознакомление с работой цифрового осциллографа. Автокалибровка осциллографа. Калибровка осциллографа по напряжению ..... | 77       |
| Лабораторная работа № 11. Калибровка осциллографа RIGOL DS1052E по частоте с помощью генераторов сигналов низкочастотных ГЗ-120 и ГЗ-1121.....    | 90       |

|  |            |
|--|------------|
| Лабораторная работа № 12. Калибровка осциллографа RIGOL DS1052E по напряжению с помощью калибратора осциллографов импульсного И1-9.....  | 96         |
| <b>7. Средства и методы измерения давления</b>   |            |
| Лабораторная работа № 13. Калибровка образцового деформационного манометра типа МО №11202 с помощью манометра грузопоршневого МП-60..... | 101        |
| <b>8. Средства и методы измерения массы</b>  |            |
| Лабораторная работа № 14. Калибровка набора гирь Г-4-1111.10.....  | 111        |
| Лабораторная работа № 15. Калибровка весов лабораторных квадратных ВЛКТ-500.....   | 124        |
| <b>Задачи для самостоятельной работы</b>   |            |
| 1. Погрешности средств измерений. Классы точности приборов.....  | 133        |
| 2. Виды измерений. Обработка результатов прямых многократных и косвенных измерений .....   | 138        |
| 3. Методы измерения параметров электрических цепей .....   | 143        |
| 4. Осциллографические методы измерений .....   | 148        |
| 5. Средства и методы измерения давления.....   | 153        |
| <b>Тестовые задания</b>  |            |
| 1. Измерения. Виды, методы, условия и погрешности измерений .....  | 159        |
| 2. Средства измерений. Классификация, погрешности, метрологические характеристики, классы точности средств измерений .....               | 163        |
| 3. Измерительные преобразователи неэлектрических величин .....   | 168        |
| 4. Аналоговые электроизмерительные приборы.....  | 171        |
| 5. Методы измерения параметров электрических цепей .....   | 174        |
| 6. Осциллографические методы измерений .....   | 177        |
| 7. Цифровые средства измерений.....  | 180        |
| 8. Линейно-угловые средства и методы измерений .....   | 184        |
| 9. Средства и методы измерения давления.....   | 187        |
| 10. Средства и методы измерения массы.....   | 191        |
| <b>Список использованной литературы .....</b>  | <b>194</b> |
| <b>Приложения.....</b>   | <b>195</b> |

## ВВЕДЕНИЕ

Наряду с техническим развитием общества, постоянно ужесточаются требования к организации измерений. Усложняются процедуры подготовки и проведения измерительного эксперимента, обработки и интерпретации полученной информации. Современная метрология, развиваясь, использует сложные эмпирические методы познания, а также различные методы других наук. В этих условиях особую важность приобретают знания по метрологическому обеспечению организации измерительных и контрольных процедур, а также практические навыки по выполнению и обработке результатов измерений и различных видов контроля.

В последнее время, с активным внедрением профессиональных стандартов и повышением требований к сформированности у специалистов, в первую очередь, умений и навыков профессиональной деятельности, особое значение в процессе обучения приобретает практическая, деятельностьная, составляющая. Она позволяет не только закрепить полученные теоретические знания, но и дополнить их практическим опытом, получаемым при решении конкретных практических проблем. С другой стороны, все большее значение в учебном процессе принимает самостоятельная работа студентов. Она позволяет расширить круг рассматриваемых при изучении дисциплины вопросов, а также способствует более эффективному закреплению получаемых знаний и повышению личной вовлеченности обучающегося в учебный процесс.

На решение этих актуальных задач в рамках дисциплины «Методы и средства измерений и контроля» направлено настоящее пособие.

Представленный практикум по дисциплине «Методы и средства измерений и контроля» содержит:

- лабораторные работы по основным разделам дисциплины, сопровождающиеся краткими теоретическими сведениями и контрольными вопросами для проверки теоретических знаний;
- типовые практические задачи, предназначенные для контроля качества получаемых знаний из лекционного курса и в ходе самостоятельной работы, а также для формирования умений по применению теоретических знаний. По каждой теме приведены примеры решения задач;
- подборки тестовых заданий по каждой изучаемой теме для контроля и закрепления полученных знаний.

Основное внимание в пособии уделено лабораторным работам, при выполнении которых студенты осваивают приемы и методики правильной организации измерительного эксперимента и обработки его результатов, применения контрольно-измерительных инструментов, их поверки и калибровки. Одновременно студенты получают навыки работы с нормативной документацией, анализа и практического применения положений законодательных актов и требований стандартов и регламентов. В результате происходит приобретение, закрепление, углубление и расширение приобретенных на лекциях знаний учебной дисциплины, умений применять практические приёмы и методы анализа теоретических положений и концепций дисциплины, навыков использования современных научно-технических средств при решении задач, возникающих в практической деятельности инженеров.

Перед выполнением каждой лабораторной работы студенты должны самостоятельно изучить соответствующие темы по лекционному курсу или учебной литературе, что позволит им приобрести базовые знания, необходимые для выполнения заданий. Проверку полученных знаний и умений с использованием контрольных вопросов необходимо проводить по каждой работе.

Отчетность по выполнению большинства лабораторных работ может оформляться в виде протоколов на бланках, имеющихся у преподавателя. Это позволяет оптимизировать аудиторное время, выделяемое на выполнение работы, а также формирует у студентов навыки оформления рабочей документации. Некоторые лабораторные работы, не требующие габаритного и сложного оборудования, можно выполнять в формате практических занятий, тем самым адаптируя практикум под конкретную учебную программу.

Тестовые задания и задачи, приведенные в практикуме, охватывают весь перечень вопросов, рассматриваемых при изучении дисциплины, что позволяет организовать исчерпывающее оценивание качества приобретенных студентами знаний как в аудиторной, так и в дистанционной форме.

Пособие содержит приложения, содержащие справочные сведения, обеспечивающие использование студентами при выполнении лабораторных работ и решении задач достоверной и актуальной информации.

Практикум предназначен для студентов бакалавриата, обучающихся по направлениям «Стандартизация и метрология», «Управление качеством», «Инженерное дело в медико-биологической практике», а также по другим направлениям обучения.