

Федеральное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»



“УТВЕРЖДАЮ”

Начальник ОПКВК

В.П. Драгунов

27 декабря 2022 г.

ПРОГРАММА - МИНИМУМ
кандидатского экзамена
по научной специальности 2.2.4
Приборы и методы измерения (по видам измерений)
Отрасли наук: технические науки

Введение

Настоящая экзаменационная программа разработана в соответствии с утвержденным паспортом научной специальности 2.2.4 «Приборы и методы измерения (по видам измерений)». Программа отражает требования к знаниям и умениям соискателя в области современных достижений приборостроения и информационно-измерительных технологий.

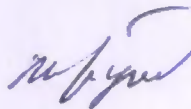
В программу входят следующие дисциплины:

- теория случайных процессов с элементами теории вероятностей и математической статистики;
- основы метрологии и метрологического обеспечения;
- математическая обработка результатов измерений;
- теория измерений и передача измерительной информации;
- методы и средства измерений механических величин, времени и частоты, тепловых величин, электрических и магнитных величин, аналитических и структурно-аналитических величин (состава, свойств и структуры веществ и материалов);
- измерение интегральных характеристик периодических сигналов.

Программа разработана на кафедре Защиты информации НГТУ, на основе разработок экспертного совета по электронике, измерительной технике, радиотехнике и связи Высшей аттестационной комиссии при участии Московского государственного института электроники и математики, 32 ГНИИ Министерства обороны России и ВНИИ метрологической службы.

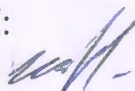
Программу разработал:

доц. кафедры ЗИ, к.т.н., с.н.с. В.А. Трушин



Заведующий кафедрой ЗИ:

к.т.н., доц. А.В.Иванов



Программа утверждена на заседании кафедры ЗИ,

протокол заседания кафедры № 12 от « 26 » декабря 20 22 г.

Вопросы по темам и дисциплинам

1. Основы метрологии

1. Предмет и задачи метрологии. Термины и определения. Физические величины. Международная система единиц физических величин. Размерность величин и единиц. Практические приложения теории размерностей.

2. Средства измерений. Виды средств измерений. Меры и наборы мер. Измерительные аналоговые и цифровые преобразователи. Измерительные установки и системы. Характеристики средств измерений. Рабочие средства измерений. Нормирование метрологических характеристик и классы точности. Способы выражения пределов допускаемой погрешности. Обоснование межповерочных интервалов.

3. Эталоны. Общие понятия. Государственные эталоны первичные и специальные. Вторичные эталоны (эталон-копии, сравнения и рабочие). Одиночный и групповой эталоны. Эталонный набор. Хранение эталонов. Перспективы развития эталонов. Обеспечение единства измерений. Поверочные схемы.

4. Методы и принципы измерений. Виды методов измерений. Преобразование измеряемой величины в процессе измерений. Метод непосредственной оценки. Дифференциальный метод. Нулевой метод. Метод совпадений. Принципы измерений.

5. Постановка измерительной задачи. Выбор средств и методов измерений. Выбор количества измерений. Методика выполнения измерений. Способы обнаружения и исключения систематических погрешностей. Метод замещения, компенсации погрешности по знаку, метод противопоставления, метод симметричных наблюдений.

6. Прямые и косвенные измерения. Совокупные и совместные измерения. Однократные и многократные измерения. Равноточные и неравноточные измерения.

7. Погрешности и неопределенности результатов измерений. Виды погрешности измерений. Точность, правильность, сходимость результатов измерений. Округление результатов измерений. Погрешности измерительных устройств в статическом и динамическом режиме. Суммирование погрешностей измерительного канала для зависимых и независимых составляющих. Концепция неопределенности результатов измерений.

8. Обработка результатов измерений. Требования к методам обработки результатов измерений. Проверка гипотезы о виде распределения

экспериментальных данных. Исключение грубых погрешностей. Обработка результатов прямых однократных измерений. Обработка результатов косвенных, совместных, совокупных измерений. Проверка однородности групп измерений при нормальном и отличном от нормального распределении.

9. Особенности метрологического обеспечения при разработке, производстве и эксплуатации технических устройств. Средства измерений как основа метрологического обеспечения. Влияние средств измерений на точность и надежность технических устройств. Автоматические измерительные системы как средства диагностики, контроля и поверки. Метрологическое обеспечение автоматических измерительных систем.

10. Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений». Общие положения, единицы величин. Средства и методики выполнения измерений. Метрологические службы. Государственный метрологический контроль и надзор. Калибровка и сертификация средств измерений.

11. Методология проведения метрологического сопровождения и метрологической экспертизы технических объектов. Основные направления их совершенствования.

2. Методы и средства измерений

1. Измерения механических величин. Методы и средства измерений плотности веществ. Измерение параметров движения. Измерители линейных скоростей. Измерители скоростей вращения. Акселерометры. Виброметры. Методы измерения сил, моментов. Динамометры. Принципы действия динамометров. Измерение крутящего момента. Весоизмерительные приборы. Измерения линейно-угловых величин. Поверочное оборудование и поверка средств измерений механических величин. Измерительные преобразователи механических величин.

2. Теплофизические измерения. Эффект Джозефсона. Эффект Холла. Методы измерения температуры. Общие сведения об измерении температуры и температурных шкалах. Метрологические характеристики и классификация средств измерения температуры. Термометры сопротивления и методы измерения сопротивления. Термопары. Пирометры.

3. Методы измерения давления и разрежения, расхода и уровня. Средства измерений давления и разности давления. Вакуумметры. Расходомеры постоянного перепада, электрические, тахометрические и

ультразвуковые. Измерение уровня. Методы и средства поверки средств измерений теплотехнических величин.

4. Измерение времени и частоты. Принцип неопределенности при измерении временных и частотных параметров. Эталонное время. Шкалы времени. Государственная служба времени, частоты и определения параметров вращения Земли. Квантовые стандарты частоты и времени. Кварцевые меры частоты. Электронносчетные частотомеры. Синтезаторы частоты, делители и умножители частоты. Фазовые и частотные компараторы. Измерители интервалов времени. Приемники сигналов эталонных частот и сигналов времени.

5. Измерения электрических и магнитных величин. Законы Кирхгофа и Ома. Закон магнитной индукции Ампера. Теорема Ампера. Методы измерений электрических и магнитных величин. Классификация средств измерений электрических и магнитных величин. Электрические измерительные преобразователи. Основные узлы электроизмерительных приборов. Измерения силы токов и напряжений. Измерения частоты и фазы, анализ спектра электрических сигналов. Измерения параметров цепей постоянного и переменного тока. Измерения параметров магнитного поля, определение характеристик и параметров магнитных материалов. Методы и средства поверки средств измерений электрических и магнитных величин.

3. Измерение интегральных характеристик периодических сигналов

1. Среднеквадратическое, средневыпрямленное значения сигналов, коэффициент формы, коэффициент амплитуды. Методы измерения среднеквадратического значения сигналов. Современные микросхемы преобразователей среднеквадратического значения сигналов в постоянное напряжение.

2. Влияние формы и частоты сигналов на погрешности различных видов преобразователей.

3. Активная и реактивная мощность и энергия сигналов, коэффициент мощности. Методы измерения активной мощности сигнала.

4. Принципы построения счетчиков электроэнергии. Статические счетчики. Счетчики прямого и трансформаторного включения. Современные микросхемы для измерения электрической энергии.

5. Классы точности счетчиков электроэнергии. Динамический диапазон. Калибровка, регулировка, поверка счетчиков электроэнергии. Оборудование для проведения калибровки и поверки.

6. Двухтактный интегрирующий преобразователь. Технические характеристики

7. Преобразователь напряжения в частоту синхронизированного типа.

8. Сигма-дельта преобразователь 1-го и 2-го порядка.

9. Измерительные трансформаторы тока. Основные технические и метрологические характеристики измерительных трансформаторов тока (ИТТ)

10. Эквивалентная схема ИТТ. Источники погрешности. Пути уменьшения амплитудных и фазовых погрешностей ИТТ. Образцовые ИТТ.

11. Цифровые трансформаторы тока. Конструкция, методы измерения, технические характеристики, достоинства, недостатки.

Рекомендуемая основная литература

1. Основы стандартизации, метрологии и сертификации. А.В. Архипов, Ю.Н. Берновский, А.Г. Зекунов [и др.]; под ред. В.М. Мишина. – М.: ЮНИТИ ДАНА, 2017. – 447 с. – ISBN 978-5-238-01173-8.

2. Волович. Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 636 с. : ил.

3. Яков Фрейдин. Современные датчики. Справочник. – М.: Техносфера, 2021.

4. Анцыферов С.С., Афанасьев М.С. Метрологическое обеспечение наукоемких технологий. – М.: Икар, 2016. - 224 с. - ISBN 978-5-7974-0517-7.

5. Метрологическое обеспечение измерений, испытаний и контроля. / М. Я. Марусина. : учеб. пособие. - СПб.: ИТМО, 2020. - 69 с.

6. Грязин Д.Г. Основы метрологии и метрологического обеспечения. – СПб: Ун-т ИТМО, 2019. – 72 с.

7. Основы обработки результатов измерений : [учеб. пособие] / Е. А. Степанова, Н. А. Скулкина, А. С. Волегов ; [под общ. ред. Е. А. Степановой] ; М-во образования и науки РФ, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 95 с. ISBN 978-5-7996-1331-0.

8. Лебедев В.И. Микропроцессорные счетчики электроэнергии. - М.: ДМК-Пресс, 2017. - 196с.

9. Измерения электрической энергии [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / М. М. Бабичев, Ю. А. Пасынков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - URL: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000222571 (Дата обращения: 09.01.2023).

10. Физические основы получения информации : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / В.Ю. Шишмарев. - М.: Издательский центр "Академия", 2010. - 448 с.

11. Войтович И. Д. Интеллектуальные сенсоры : учебное пособие / И. Д. Войтович, В. М. Корсунский. - М., 2011.

12. Основы надежности электронных средств. Под ред. Ямпурин Н.П. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 240 с.

13. Кестер У. (ред.) Аналого-цифровое преобразование. – М.: Техносфера, 2007. — 1016 с.

14. Проектирование систем цифровой и смешанной обработки сигналов / [У. Кестер, Дж. Брайэнт, Д. Кинг и др.] ; ред. ориг. изд. У. Кестер ; пер. с англ. под ред. А. А. Власенко. – М. : Техносфера, 2010. – 326 с. : ил.

15. Кнорринг В.Г. Цифровые измерительные устройства. Теоретические основы цифровой измерительной техники [Электронный ресурс]. - 2003. URL: https://yadi.sk/d/Az3d7_7jNNBXp (Дата обращения: 09.01.2023).

Рекомендуемая дополнительная литература

1. Теоретические основы информационно-измерительной техники: учеб. пособие / Г.А. Садовский. – М.: Высш.шк., 2008. – 478 с., ил. ISBN 978-5-06-005738-6.

2. Раннев Г.Г. Измерительные информационные системы: учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2010. – 336 с.

3. Раннев, Г.Г. Методы и средства измерений: учебник для вузов / Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко. – 5-е изд., стер. – М. :Издат. центр «Академия», 2008. – 336 с.

4. Информационно-измерительная техника и электроника : [учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика" / Г. Г. Раннев и др.] ; под. ред. Г. Г. Раннева. – 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2009. - 512 с. : ил.

5. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников; под ред. Э. Удда. – М.: Техносфера, 2008. – 520 с.

6. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. Л.: Энергоиздат, 1991.
7. Шаракшанэ А.С., Халецкий А.К., Морозов И.А. Оценка характеристик сложных автоматизированных систем. М.: Машиностроение, 1993.
8. Клаасен К.Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. М.: Постмаркет, 2000.
9. Хансуваров К.И., Цейтлин В.Г. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара. М.: Издательство стандартов, 1989.
10. Электрические измерения, под ред. Е.Г.Шрамкова. М.: Высшая школа, 1972.
11. Юинг Г.В. Инструментальные методы химического анализа. М.: Высшая школа, 1989.
12. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. М.: Наука, 1988.
13. Электрические измерения неэлектрических величин, под ред. П.В.Новицкого. М.: Энергия, 1975.
14. Одуан К., Гино Б. Измерение времени. Основы GPS. – М.: Техносфера, Мир связи, 2002, 400 с.
15. Орлова М.П. Низкотемпературная калориметрия. М.: Издательство стандартов, 1975.
16. Кавелеров Г.И., Мандельштам С.М. Введение в информационную теорию измерений. М.: Энергия, 1974.
17. Исаев Л.К., Малинский В.Д. Обеспечение качества: стандартизация, единство измерений, оценка соответствия. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.
18. Волгин Л.И. Измерительные преобразователи переменного напряжения в постоянное / Л.И. Волгин. - М., 1977. - 240 с. : ил., схемы.
19. Попов В.С. Измерение среднеквадратического значения напряжения / В.С. Попов, И.Н. Желбаков. - Москва, 1987. - 119, [2] с. : ил.
20. Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа : учебник для вузов / А.Н. Колмогоров, С. В. Фомин. - М., 1989. - 623 с. : ил.
21. Федоров В.М. Курс функционального анализа : учебник [для математических специальностей вузов] / В.М. Федоров. - СПб. [и др.], 2005. - 351 с.

22. Ратхор Т.С. Цифровые измерения. АЦП / ЦАП : [учебник-монография] / Т.С. Ратхор ; пер. с англ. Ю.А. Заболотной ; под ред Е.Л. Свинцова. - М., 2006. - 390, [1] с. : ил., схемы, табл.

23. Орнатский П.П. Автоматические измерения и приборы : (Аналоговые и цифровые): Учебник для вузов по спец. "Инф.-измер. техника". – Киев, 1986. - 503 с. : ил.

24. Электронные цифровые приборы / Б.И. Швецкий. - Киев, 1991. - 190 с. : ил.

25. Шляндин В.М. Цифровые измерительные устройства : учебник для вузов по спец. "Информ. -измер. техника". - М., 1981. - 335 с. : ил.

26. Федеральный закон "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 N102-ФЗ.

27. ГОСТ Р 8.000-2015. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2016.

28. ГОСТ Р 8.596-2002. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения. –М.: Стандартинформ, 2008.

29. ГОСТ Р 8.625-2006. Государственная система обеспечения единства измерений. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2007.

30. ГОСТ Р 8.585-2001. Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования. – М.: Изд-во стандартов, 2001.

31. ГОСТ Р 54500.3-2011 (Руководство ИСО/МЭК 98-3:2008). Неопределенность измерения. Руководство по выражению неопределенности измерения [Электронный ресурс] Ч. 3 / ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева", Автономная некоммерческая организация "Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем" – М.: Стандартинформ, 2012. - 100 с.

32. МИ 2083-90. ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей. – М.: 1991.