

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 2.2.11
«Информационно-измерительные и управляющие системы»
Отрасли наук: технические науки

Новосибирск – 2022

Введение

Настоящая экзаменационная программа разработана в соответствии с утвержденным паспортом научной специальности 2.2.11 «Информационно-измерительные и управляющие системы». Программа отражает требования к знаниям и умениям соискателя в области перспективных информационно-измерительных и управляющих систем, систем их контроля, испытаний и метрологического обеспечения. Основное внимание уделяется вопросам первичных измерительных преобразователей, надежности и метрологического обеспечения информационно-измерительных систем.

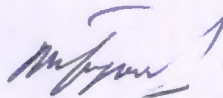
В программу входят следующие дисциплины:

- теория случайных процессов с элементами теории вероятностей и математической статистики;
- теория функций и функциональный анализ;
- численные методы и математическое программирование;
- методы оптимизации;
- статистическая теория измерений и передачи измерительной информации;
- информационно-измерительные системы и их метрологическое обеспечение;
- основы теории контроля технических объектов;
- основы теории автоматического управления.

Программа разработана на кафедре Защиты информации НГТУ, на основе разработок экспертного совета по электронике, измерительной технике, радиотехнике и связи Высшей аттестационной комиссии Минобразования России при участии НПО «Спектр», МИЭМ и Госстандарта.

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. Общие вопросы теории измерительной техники

1. Основные термины и определения в измерительной технике. Физическая величина. Истинное и действительное значения физической величины. Классификация видов и методов измерения. Средства измерения и их основные метрологические характеристики. Классы точности.

2. Передача измерительной информации. Количество информации в дискретных и непрерывных сообщениях. Кодирование сообщений и цели кодирования. Декодирование. Помехоустойчивое кодирование. Общие принципы использования избыточности. Корректирующие и циклические коды. Дискретизация непрерывных величин. Модуляция. Скорость передачи информации и пропускная способность канала связи.

3. Количество информации и избыточность. Содержание информации. Меры полезности информации. Обобщенное представление процесса обмена информацией. Энтропия, шум.

4. Основные понятия теории массового обслуживания и теории статистических решений. Классификация систем массового обслуживания и их основные характеристики.

5. Элементы теории погрешностей. Случайные погрешности, законы распределения. Систематические погрешности. Обработка результатов прямых измерений. Погрешности косвенных измерений. Способ наименьших квадратов.

6. Сжатие данных. Методы и алгоритмы сжатия данных. Адаптивные устройства.

2. Основы теории построения ИИУС

1. Основные определения. Области применения ИИУС. Обобщенная структурная схема. Описание функционирования ИИУС. Разновидность входных величин. Классификация ИИУС по принципам построения.

2. Основные разновидности структур ИИУС и их интерфейсов. Виды интерфейсов. Классификация интерфейсов. Протоколы и типовые алгоритмы обмена информацией.

3. ЭВМ и средства микропроцессорной техники ИИУС. Микропроцессорные комплекты интегральных микросхем.

4. Аналого-цифровая часть ИИУС. Измерительно-вычислительные комплексы. Виды модуляции сигналов. Унифицирующие преобразователи. Измерительные коммутаторы амплитудно-модулированных сигналов. Защита входных измерительных цепей ИИУС от помех. Структуры и алгоритмы аналого-цифровой части ИИУС.

5. Программное обеспечение ИИУС. Системное программное обеспечение. Прикладное программное обеспечение. Информационное и лингвистическое обеспечение ИИУС.

6. Оценка качества управления ИИУС. Линейные, нелинейные, динамические и стохастические методы оптимизации ИИУС.

3. Структура и алгоритмы ИИУС

1. Измерительные системы (ИС) независимых входных величин. Многоточечные и мультиплицированные ИС. Многомерные и аппроксимирующие ИС. Статистические измерительные системы. Измерения статистических характеристик случайных процессов. Системы для измерения законов распределения вероятностей. Корреляционные и спектральные ИИУС.

2. Теоретические основы систем автоматического контроля (САК). Функция и основные виды САК. Выбор контролируемых величин и областей их состояния. Ошибки контроля. Объем выборки при контроле системы автоматического допускового контроля. Формирование норм и сравнение уставок с контролируемыми величинами. САК параллельного и последовательного действия и алгоритмы их работы.

3. Системы технической диагностики. Системы технической диагностики и их показатели. Методы оптимизации проверочных программ. Выбор контролируемых параметров для локализации неисправности ИИУС. Принципы построения систем диагностирования. Методы диагностирования.

4. Системы автоматического управления. Основные принципы управления. Структура процессов управления. Объект управления. Линейные и нелинейные системы управления. Непрерывные и дискретные системы управления. Самонастраивающиеся системы управления.

5. Оптические и голографические информационно-измерительные системы. Особенности голографического неразрушающего контроля. Голографическая интерферометрия.

4. Методы оценки технических характеристик ИИУС

1. Точностные характеристики ИИУС. Критерии и методы оценки погрешностей измерения входной величины. Метод оценки полной погрешности. Погрешности звеньев ИИС. Погрешности квантования. Информационные оценки.

2. Временные характеристики ИИУС. Определение интервалов равномерной дискретизации. Аддитивная дискретизация. Метод оценки времени измерительных преобразований аналоговой части. Метод оценки времени работы цифровой части ИИУС.

3. Нормируемые метрологические характеристики ИС. Технические средства поверок. Автоматическая коррекция погрешности ИИУС. Оценка эффективности ИИУС. Планирование испытаний ИИУС.

4. Характеристики систем автоматического управления. Надежность, живучесть и помехоустойчивость систем автоматического управления.

5. Основы метрологического обеспечения

1. Понятие, цели и задачи метрологического обеспечения. Особенности метрологического обеспечения при разработке, производстве и эксплуатации ИИУС.

2. Понятие единства измерений. Структура Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).

3. Закон Российской Федерации “Об обеспечении единства измерений”. Методики выполнения измерений (МВИ). Метрологические службы. Государственный метрологический контроль и надзор. Поверка и калибровка средств измерений.

4. Нормативная документация, регламентирующая деятельность метрологических служб.

5. Поверка и калибровка средств измерений. Поверочные схемы.

6. Метрологическое сопровождение и экспертиза ИИУС. Основные направления их совершенствования.

7. Метрологическая надежность средств измерений.

6. Датчики измерительных систем

1. Датчики температуры: термоэлектрические, резистивные, полупроводниковые. Бесконтактные измерения температуры

2. Датчики для измерения геометрических параметров

3. Датчики для измерения веса, давления, деформации

4. Датчики для измерения физических свойств материалов и изделий (влажности, произвольного распределения вещества)
5. Датчики для анализа состава газа
5. Датчики для измерения скорости потока и расхода
6. Датчики для интеллектуальных систем безопасности
7. Интегральные МЭМС-акселерометры и гироскопы

7. Теория надежности информационно-измерительных систем

1. Основные определения теории надежности.
2. Классификация отказов информационных систем. Количественные показатели надежности информационной системы.
3. Основные этапы жизненного цикла элементов и сложной системы в целом. Вопросы надежности, решаемые на каждом из этапов жизненного цикла элемента и сложной системы.
4. Факторы, влияющие на надежность информационно-измерительных систем (конструктивно-схемные, производственно-технологические, программные, эксплуатационные)
5. Надежность систем с зависимыми отказами элементов.
6. Резервирование, избыточность, расчет надежности систем с резервированием.
7. Организация и проведение испытаний на надежность ИИС.
8. Характеристика человека, как звена информационно-измерительной системы.

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. Цапенко М.П. Измерительно-информационные системы. - М.: Энергоатомиздат, 1985.

4. Яков Фрейдин. Современные датчики. Справочник. – М.: Техносфера, 2021.
5. Анцыферов С.С., Афанасьев М.С. Метрологическое обеспечение наукоемких технологий. – М.: Икар, 2016. – 224 с. – ISBN 978-5-7974-0517-7.
6. Метрологическое обеспечение измерений, испытаний и контроля. / М. Я. Марусина. : учеб. пособие. – СПб.: ИТМО, 2020. – 69 с.
7. Грязин Д.Г. Основы метрологии и метрологического обеспечения. – СПб: Ун-т ИТМО, 2019. – 72 с.
8. 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.
9. 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.
10. Войтович И. Д. Интеллектуальные сенсоры : учебное пособие / И. Д. Войтович, В. М. Корсунский. – М., 2011.
11. Гужов В. И. Компьютерная интерферометрия [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Гужов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск, [2015]. – Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215524. – Загл. с экрана.
12. Основы надежности электронных средств. Под ред. Ямпурина Н.П. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 240 с.
13. Проектирование систем цифровой и смешанной обработки сигналов. Под ред. Уолта Кестера. – М.: Техносфера, 2010. – 328 с.
14. Сенсоры и датчики физических величин : учебное пособие / Г. Н. Лукьянов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2020. — 57 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/190906> (дата обращения: 23.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Джексон Р. Г. Новейшие датчики / Р. Г. Джексон ; пер. с англ. В. В. Лучинина. – М., 2007. – 380 с. : ил.

2. Волоконно-оптические датчики. Вводный курс для инженеров и научных работников; под ред. Э. Удда. – М.: Техносфера, 2008. – 520 с.
3. Пьезоэлектрические датчики / Под ред. В.М. Шарапова. – М.: Техносфера, 2006. – 632 с.
4. Новоселов О.Н., Фомин А.Ф. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем. - М.: Машиностроение. 1991.
5. Шаракшанэ А.С., Халецкий А.К., Морозов И.А. Оценка характеристик сложных автоматизированных систем, М.: Машиностроение, 1993.
6. Новицкий П.В., Зограф И.А., Лабунец В.С. Динамика погрешностей средств измерений. - Л.: Энергоатомиздат, 1990.
7. Липаев В.В. Выбор и оценивание характеристик качества программных средств. Методы и стандарты. Серия "Информационные технологии". - М.: СИНТЕГ, 2001.
8. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. - Л.: Энергоиздат. 1991.
9. Сычев А.П. Метрологическое обеспечение радиоэлектронной аппаратуры. - М.: РИЦ "Татьянин день", 1993.
10. Ланге Ф.Г. Статистические аспекты построения измерительных систем. - М.: Радио и связь, 1981.
11. Бессонов А.А. Мороз А.В. Надежность систем автоматического регулирования. – Л.: Энергоатомиздат, 1984.
12. Датчики (перспективные направления развития) : Учеб. пособие / Новосиб. гос. техн. ун-т; А. Ф. Алейников, В. А. Гридчин, М. П. Цапенко; Под ред. М. П. Цапенко. - Новосибирск, 2001. - 176 с. : ил.
13. ВЧ МЭМС и их применение / В. Варадан, К. Виной, К. Джозе ; пер. с англ. под ред. Ю. А. Заболотной. - М., 2004. - 525 с. : ил., табл., цв. ил.
14. Орнатский П. П. Автоматические измерения и приборы : (Аналоговые и цифровые): Учебник для вузов по спец. "Инф. -измер. техника". - Киев, 1986. - 503,[1] с. : ил.
15. Федеральный закон "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 N 102-ФЗ.
16. ГОСТ Р 8.000-2015. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2016.

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

18. 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.

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

20. 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.

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