

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Программа вступительного испытания
для абитуриентов, поступающих в БНТУ,
для освоения содержания образовательной программы
высшего образования II ступени,
2017 год

Специальность

1-38 80 01 Приборостроение, метрология и информационно-измерительные
приборы и системы

Минск 2017 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа вступительного испытания составлена в соответствии с действующими типовыми учебными программами для реализации содержания образовательных программ высшего образования I степени.

В программу вступительного испытания включены темы, отражающие данные о проектировании информационно-измерительных систем, первичных преобразователей и измерений неэлектрических величин; проектировании систем охранной и пожарной безопасности, контроля параметров объектов обнаружения; методах и средствах контроля качества и состояния объектов; сенсоры и сенсорные микросистемы.

Цель вступительного испытания является определение у абитуриентов уровня знаний по основным разделам:

- информационно-измерительная техника;
- методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов
- конструирование сенсорных систем;
- конструирование и производство приборов;
- техническое обеспечение безопасности.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Раздел 1 «ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»*

Тема 1. Основные понятия об измерительных приборах и системах

Роль измерений в научной и технической деятельности человека. Экономические затраты на проведение измерений в различных отраслях промышленности. Электронные приборы – основа парка современных средств измерений. Микроэлектроника и вычислительная техника – основа построения средств измерений. Возможность применения электронных приборов в различных областях науки и техники благодаря применению преобразователей неэлектрических величин в электрические.

Тема 2. Общие сведения об измерениях

Объекты электронных измерений. Основные понятия и определения метрологии: понятие об измерении, основные элементы процесса измерения, классификация электрических сигналов. Краткий очерк развития отечественной электроизмерительной техники.

Тема 3. Общие сведения о методах и средствах измерений

Классификация средств измерений. Передача размера единиц от эталонов образцовым и рабочим средствам измерений. Классификация измерительных приборов по обобщённым признакам. Обозначения приборов. Метрологические характеристики средств измерений. Погрешности средств измерений. Классы точности и нормирование погрешностей средств измерений. Функции, выполняемые микропроцессором в измерительных приборах. Улучшение метрологических характеристик с помощью микропроцессоров. Общие методы повышения точности средств измерений.

Тема 4. Измерительные преобразователи. Меры

Меры. Масштабные измерительные преобразователи. Аналоговые электромеханические измерительные преобразователи и приборы. Магнитоэлектрические измерительные приборы. Измерительные преобразователи переменного напряжения в

постоянное: пиковые детекторы, детекторы средневзвешенного значения. Детекторы среднеквадратического значения, фазовый детектор, термоэлектрический измерительный преобразователь. Цифро-аналоговые преобразователи. Аналого-цифровые преобразователи. Цифровые отсчётные устройства.

Тема 5. Аналоговые электронные вольтметры

Общие сведения. Параметры напряжения переменного тока. Классификация вольтметров. Структурные схемы и принцип действия аналогового электронного вольтметра. Аналоговые электронные вольтметры для измерения постоянных напряжений, переменных напряжений, импульсных напряжений, напряжений одиночных и редкоповторяющихся импульсов. Влияние формы кривой напряжения на показания вольтметров.

Тема 6. Цифровые вольтметры

Общие сведения. Цифровые вольтметры постоянного тока: с кодо-импульсным преобразованием, с время-импульсным преобразованием, с частотно-импульсным преобразованием, с двухтактным интегрированием. Цифровые вольтметры переменного тока. Программируемый цифровой вольтметр.

Тема 7. Приборы для измерения мощности

Общие сведения. Измерение мощности в диапазонах низких и высоких частот. Общая характеристика приборов и методов измерений диапазона СВЧ.

Тема 8. Измерительные генераторы сигналов

Общие сведения. Низкочастотные измерительные генераторы синусоидальных колебаний. Принципы построения низкочастотных цифровых генераторов. Высокочастотные генераторы сигналов. Импульсные генераторы. Цифровые генераторы сигналов специальной формы.

Тема 9. Приборы для измерения интервалов времени, частоты и фазовых сдвигов

Общие сведения. Цифровые частотомеры. Микропроцессорные цифровые частотомеры. Измерение частоты осциллографом. Гетеродинный и резонансный способы измерения частоты. Измерения временных интервалов. Цифровой фазометр. Измерение сдвига по фазе осциллографом.

Тема 10. Приборы для исследования формы напряжения

Назначение, принцип действия и классификация осциллографов. Универсальные осциллографы. Основные узлы электронно-лучевых осциллографов. Скоростные и стробоскопические осциллографы. Универсальные осциллографы со сменными блоками. Запоминающие осциллографы. Осциллографы, содержащие микропроцессор. Применение и выбор электронно-лучевого осциллографа.

Тема 11. Приборы для измерения спектральных характеристик сигналов

Общие сведения. Анализ спектра методом фильтрации. Дисперсионно-временной метод. Цифровой анализ спектра. Микропроцессорный анализатор, работающий по алгоритму быстрого преобразования Фурье. Приборы для измерения параметров модулированных колебаний. Приборы для измерения нелинейных искажений.

Тема 12. Приборы для измерения характеристик случайных процессов

Общие сведения. Измерение среднего значения, средней мощности и дисперсии. Измерение корреляционных и взаимокорреляционных функций. Анализ спектров случайных процессов. Применение микропроцессоров в средствах измерения характеристик случайных процессов.

Тема 13. Приборы для измерения параметров цепей с сосредоточенными параметрами

Общие сведения об измеряемых величинах. Методы и приборы непосредственной оценки. Методы и приборы сравнения. Резонансный метод. Генераторный метод. Измерение амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик четырёхполюсника.

Тема 14. Информационно-измерительные системы

Основные направления автоматизации измерений. Интерфейсы измерительных систем. Элементы измерительных информационных систем. Структуры и алгоритмы функционирования измерительных систем. Системы технической диагностики. Распознающие измерительные системы. Телеизмерительные информационные системы.

Тема 15. Измерительно-вычислительные комплексы

Общие сведения об измерительно-вычислительных комплексах. Государственная система приборов и агрегатный комплекс средств электроизмерительной техники. Аппаратура для испытаний интегральных схем. Диагностика микропроцессорных устройств. Виртуальные приборы. Перспективы развития измерительной техники.

Тема 16. Классификация первичных измерительных преобразователей (ПИП)

Роль ПИП в современном обществе. Основные понятия и определения: чувствительный элемент (ЧЭ), первичный измерительный преобразователь (ПИП), сенсор, датчик. Проблемы классификации ПИП. Активные и пассивные измеряемые величины.

Дискретные и интегральные ПИП. Точечные и распределенные ПИП. ПИП как преобразователь энергии. ПИП контактные и бесконтактные. Виды сигналов на выходе ПИП. Биологические датчики. Перспективы развития ПИП. Микро- и нанопреобразователи. Интеллектуальные датчики.

Тема 17. Нормирование характеристик и выходных сигналов ПИП

Структура и содержание ГОСТ 8.009-84 «Нормируемые метрологические характеристики средств измерений». Номенклатура метрологических характеристик. ГОСТ 8.256-77 «Нормирование и определение динамических характеристик аналоговых средств измерений». Характеристики влияния окружающей среды на статические погрешности ПИП. Нормирование выходных сигналов ПИП по ГОСТ 16465-70, 26.010-80, 26.011-80, 26.013-81.

Тема 18. Генераторные и параметрические ПИП и способы их включения в измерительные цепи. Энергетическая эффективность ПИП

Энергетическая эффективность генераторных и параметрических измерительных преобразователей (согласование по мощности). Измерительные цепи генераторных преобразователей. Измерительные цепи параметрических преобразователей. Включение ПИП последовательное, дифференциальное, логотрическое, компенсационное. Уравновешенные мосты постоянного тока. Оценка погрешностей уравновешенных мостов. Проблемы уравновешивания мостов переменного тока. Неуравновешенные мосты постоянного тока. Расчет нелинейности. Мосты с автоматическим уравновешиванием.

Тема 19. Структурные и функциональные схемы построения ПИП

Датчик как цепь измерительных преобразований. Проблема преобразования измеряемых величин в электрический сигнал. ПИП одноступенчатые и многоступенчатые, одномерные и многомерные. Разделение входных сигналов в многомерных ПИП.

Тема 20. Коррекция статических и динамических характеристик ПИП

Последовательная и параллельная коррекция. Влияние цепей следящего уравновешивания на статическую и частотную характеристики ПИП.

Тема 21. Измеряемые физические величины. Принципы построения ПИП. Проблемы синтеза ПИП

Номенклатура физических величин, измеряемых наиболее часто. Величины, характеризующие процессы (ток, напряжение, перемещение, расход, сопротивление, упругость, масса и т.п.); величины, характеризующие свойства и состав веществ (концентрация, температура, влажность и т.п.). Физические явления и эффекты, используемые при создании ПИП. Проблема выбора физических эффектов для построения ПИП, из нескольких тысяч известных эффектов, проявляющихся в веществах. Проблемы разработки и формализации алгоритмов синтеза ПИП на основе хорошо известных и широко используемых физических эффектов.

Тема 22. ПИП с механическими и механическими упругими чувствительными элементами

Маятниковые ПИП. ПИП, содержащие механические упругие чувствительные элементы: стержни, балки, консоли, мембраны, пружины, растяжки, трубки Бурдона. Статические характеристики элементов и их резонансные частоты. Материалы для изготовления упругих элементов. Понятие поперечной неравножесткости стержней и растяжек и ее влияние на погрешность ПИП. Чувствительные элементы микромеханических преобразователей. Применение для измерения физических величин.

Тема 23. ПИП на основе теплового расширения вещества

ПИП, основанные на использовании теплового расширения твердых тел, жидкостей и газов. Биметаллические ПИП. Термометры расширения. Дилатометры. Датчики, основанные на использовании зависимости давления насыщенных паров от температуры. Применение для измерения физических величин.

Тема 24. Резисторные и реостатные ПИП

Преобразователи на основе контактного сопротивления, резисторные, реостатные, функциональные резисторные и реостатные. Потенциометрические ПИП. Применение резисторных и реостатных ПИП для измерения неэлектрических величин.

Тема 25. Резистивные, емкостные и импедансные ПИП

ПИП на эффектах зависимости электрического сопротивления, в том числе комплексного, от уровня входного сигнала: терморезистивные и термисторные, тензо- и пьезорезистивные, фоторезистивные, магниторезистивные, хемирезистивные, емкостные и импедансные. Гигристоры. Схемы включения. Источники погрешностей. Применение для измерения физических величин.

Тема 26. Пьезоэлектрические и пьезорезонансные ПИП

Пьезоэлектрический эффект. Основные характеристики пьезоэлектрических ПИП. Измерительные цепи, усилители заряда, усилители напряжения. Пьезопреобразователи с обратной связью. Пьезорезонансные преобразователи силы, давления, температуры. Пьезорезонансные акселерометры и вискозиметры.

Тема 27. Акустические и ультразвуковые ПИП

Особенности распространения ультразвука в газообразных, жидких и твердых телах. Генерация и прием ультразвука. Датчики расстояния, уровня жидкостей и сыпучих материалов, расхода, плотномеры, присутствия. Портативные аппараты для УЗИ.

Тема 28. Электромагнитные ПИП

Измерительные трансформаторы и индуктивные делители напряжения. Магнитоэлектрические и магнитогидродинамические преобразователи датчиков уравнивания. Электромагнитные преобразователи измерительных механизмов электромеханических приборов. Индуктивные преобразователи. Трансформаторные (взаимоиндуктивные) преобразователи. Вихретоковые индуктивные преобразователи. Индукционные преобразователи.

Тема 29. ПИП на поверхностных акустических волнах (ПАВ)

Виды ПАВ. Принцип действия ПИП. Резонаторные ПИП. ПИП на основе линий задержки. Конструкции датчиков на ПАВ. Датчики температуры, деформации, влажности, магнитного поля, микровесы. Химические и биохимические датчики на ПАВ. Применение для измерения физических величин.

Тема 30. ПИП на магнитных эффектах и магнитных свойствах вещества

Магнитоэлектронные ПИП. Преобразователи Холла. ПИП на эффекте Виллари (магнитоупругие), на эффекте Баркгаузена, на магнито-бистабильных катушках (датчики Виганда). Магнитострикционные ПИП. Магнитодиоды и магнитотранзисторы. Магнитоэлектронные датчики перемещений и скорости. Термомагнитные и магнитомеханические газоанализаторы. Схемы включения. Особенности конструкции. Применение для измерения физических величин.

Тема 31. ПИП на термоэлектрических эффектах

Основные термоэлектрические явления. Принципы действия термоэлектрических преобразователей. Материалы, используемые для изготовления термопар. Основные

схемы включения и источники погрешностей термоэлектрических преобразователей. Применение термоэлектрических преобразователей для измерения различных физических величин.

Тема 32. ПИП на диодах, биполярных и полевых транзисторах и приборах с отрицательной ВАХ

Фотодиоды. Схемы включения, согласования фотодиодов и коррекции функций преобразователя. Фотовольтаический режим. Режим фотопроводимости и фотоамперный режим. PIN-фотодиод. Газоразрядные сенсоры. Фототранзисторы. Схемы включения и применение фототранзисторов. Преобразователи на полевых транзисторах. Структура и физика работы полевого транзистора. МДП фоточувствительный элемент. Преобразователи на элементах с отрицательной ВАХ. Туннельные диоды. Тиристоры. Z-резисторы. Применение для измерения физических величин.

Тема 33. Фотоэлектрические ПИП

ПИП с внешним фотоэффектом и фотогальванические ПИП. Фотоэлектрические преобразователи перемещений, положения, размера, момента вращения, разности давлений. Фотоэлектрические пирометры, рефрактометры, нефелометры и турбидиметры. Схемы включения. Приборы с зарядовой связью как оптические сенсоры. Чувствительность. Зарядовая связь. Оптические ПЗС-приборы. Тройная ПЗС-система. Применение для измерения физических величин.

Тема 34. Особенности технологии изготовления микроэлектронных преобразователей

Основные этапы кремниевой микроэлектронной технологии. Специальные вопросы технологии микроэлектронных датчиков. Применение микроэлектронных технологий для создания датчиков. Тенденции производства микроэлектронных датчиков.

Тема 35. Классификация датчиков

Генераторные датчики сигналов. Датчики напряжения. Датчики тока. Датчики заряда. Параметрические датчики сигналов.

Тема 36. Схемотехника подключения датчиков

Последовательные цепи и делители напряжения. Сдвиг и нормирование сигналов. Мостовые измерительные схемы. Мосты переменного тока. Подключение датчиков к мостовым схемам. Особенности подключения датчиков с высоким импедансом.

Тема 37. Точностные параметры интегральных операционных усилителей (ОУ)

Классификация интегральных операционных усилителей. Анализ погрешностей усилителей. Методы анализа усилителей. Структура погрешностей усилителей.

Тема 38. Разновидности специализированных интегральных измерительных усилителей

Измерительные усилители. Инструментальные усилители. Усилители с модуляцией и демодуляцией сигнала. Двухканальные ОУ. Усилители с периодической компенсацией дрейфа нуля (ПКД-усилители). Программируемые ОУ. Токоразностные ОУ (усилители Нортон). Изолирующие усилители. Зарядочувствительные и трансимпедансные усилители.

Тема 39. Проблемы измерительных усилителей и методы устранения

Шумы усилительных схем. Однополярное питание ОУ. ОУ с технологией «от питания до питания».

Тема 40. Ошибки, связанные с резисторами и паразитными термопарами

Выполнение заземления в системах со смешанными сигналами.

Тема 41. Борьба с внешними шумами

Уменьшение шума источников питания и фильтрация. Методы предотвращения и выпрямления радиочастотных помех. Особенности применения высокоскоростной логики.

Тема 42. Основные концепции экранирования

Методы изоляции прецизионных цепей.

Тема 43. Защита измерительных усилителей

Методы защиты от перегрузки по напряжению. Помехи от электростатических разрядов. Защита входов усилителей от выбросов напряжения.

Тема 44. Сигналы фотодатчиков

Фоторезисторы, фотодиоды, фоточувствительные приборы с зарядовой связью. Проблемы усиления и нормирования

Тема 45. Сигналы датчиков температуры.

Сигналы металлических термометров сопротивления, терморезисторов, термопар, полупроводниковых датчиков температуры. Проблемы усиления и нормирования

Тема 46. Сигналы датчиков деформации и смещения

Сигналы металлических тензодатчиков, полупроводниковых тензодатчиков, пьезоэлектрических датчиков. Проблемы усиления и нормирования

Тема 47. Сигналы датчиков магнитного поля

Датчики на эффекте Холла. Магниторезисторы. Проблемы усиления и нормирования

Раздел 2 «МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ»

Тема 1. Классификация и характеристики первичных ИП

Основные понятия и определения. Основные виды ИП, их структура. Основные характеристики первичных ИП. Понятия статических и динамических характеристик. Стандартные динамические звенья. Динамические характеристики (временные и частотные) стандартных динамических звеньев: переходная, импульсная, амплитудно-фазовая, фазочастотная, амплитудно-частотная, передаточная функция и их взаимосвязи. Метрологические характеристики первичных ИП. Нормируемые метрологические характеристики и комплексы нормируемых метрологических характеристик. Способы нормирования.

Тема 2. Динамические свойства первичных ИП

Реакция ИП на входные воздействия различных типов. Идеальное безинерционное звено (динамическое звено нулевого порядка) и его характеристики. Идеальные дифференцирующее и интегрирующее звенья (динамические звенья первого порядка) и их характеристики. Аperiodические звенья первого порядка. Реальные электрические интегрирующие и дифференцирующие звенья и их характеристики. Частотные погрешности. Интегрирующее звено с замедлением. Аperiodические звенья второго порядка и их характеристики. Динамические характеристики звеньев с тепловой инерционностью. Дифференциальное уравнение термопары, динамические характеристики, дорегулярный и регулярный режимы установления температуры. Оценка установившегося теплового режима. Оценка тепловой постоянной времени. Установившийся тепловой режим при периодическом тепловом воздействии.

Тема 3. Колебательные звенья

Механические и электрические колебательные звенья. Дифференциальные уравнения, физический смысл коэффициентов. Частотные характеристики колебательных звеньев. Экспериментальное определение параметров частотных характеристик колебательных звеньев. Фазовые характеристики колебательных звеньев. Переходные характеристики колебательных звеньев. Колебательный, аperiodический и критический переходные процессы. Время установления выходного сигнала. Импульсный переходный процесс. Экспериментальное определение параметров колебательных звеньев.

Тема 4. Измерительные цепи первичных ИП

Термодинамический шум. Информационно-энергетический КПД измерительного преобразователя. Согласование сопротивлений генераторных первичных ИП. Эффективность преобразования. Согласование сопротивлений параметрических первичных ИП. Теорема Мильштейна об эквивалентном генераторе. Эффективность

преобразования. Измерительные цепи прямого преобразования и уравнивающего преобразования. Измерительные цепи для работы с генераторными первичными ИП. Измерительные цепи для работы с параметрическими первичными ИП (цепи последовательного включения ИП и цепи включения ИП в виде делителей) Измерительные цепи для работы с параметрическими первичными ИП в виде неравновесных мостов. Мост симметричный относительно измерительной диагонали и мост симметричный относительно неизмерительной диагонали с одним рабочим плечом. Оптимизация по мощности и по чувствительности. Мост симметричный относительно измерительной диагонали и мост симметричный относительно неизмерительной диагонали с двумя чувствительными элементами. Оптимизация по мощности и по чувствительности. Симметричный мост с четырьмя чувствительными элементами. Неравновесные мосты переменного тока.

Тема 5. Преобразователи и датчики физических величин

Резистивные преобразователи (потенциометрические, тензорезистивные, фоторезистивные, терморезистивные). Конструкции, типовые схемы включения, материалы, параметры. Емкостные преобразователи. Конструкции, типовые схемы включения, материалы, параметры. Электромагнитные преобразователи (индуктивные, индукционные). Конструкции, типовые схемы включения, материалы, параметры. Пьезоэлектрические преобразователи. Конструкции, типовые схемы включения, материалы, параметры. Тепловые преобразователи (термоэлектрические). Конструкции, типовые схемы включения, материалы, параметры, погрешности. Электрохимические преобразователи. Конструкции, типовые схемы включения, материалы, параметры. Преобразователи ионизирующего излучения. Конструкции, типовые схемы включения, материалы, параметры.

Тема 6. Применение первичных ИП для измерения различных физических величин

Измерения угловых и линейных размеров и перемещений. Измерения механических сил, деформаций, давлений и напряжений. Измерения параметров движения жидких и газообразных сред. Расходомеры. Измерения температуры. Контактные и бесконтактные методы измерений. Измерения концентрации веществ и влажности. Измерения параметров вакуумных сред. Микроэлектронные датчики. Тенденции и перспективы развития.

Тема 7. Введение

Организация службы контроля. Системы контроля, объекты контроля, методы и средства контроля.

Тема 8. Радиационные методы контроля

Общие вопросы радиационного контроля качества. Источники корпускулярного излучения. Источники рентгеновского излучения. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом. Индикаторы ионизирующего излучения. Первичные преобразователи ионизирующего излучения в электрические сигналы. Схема радиационного контроля по прошедшему излучению. Проведение радиационного контроля. Гамма дефектоскопы. Рентгенотелевизионные системы. Специальные методы радиационного контроля качества.

Тема 9. Ультразвуковые методы контроля

Типы акустических волн. Характеристики волнового процесса. Акустические свойства сред. Отражение и преломление акустических волн. Дифракция и рефракция акустических волн. Излучение и прием акустических волн. Способы акустического контакта. Пьезоматериалы и их характеристики. Характеристики пьезоэлектрических преобразователей. Бесконтактные преобразователи. Лазерный способ генерации акустических волн. Эхометод. Акустическая эмиссия. Физические основы акустической эмиссии. Основные параметры акустической эмиссии. Технология акустико-эмиссионной диагностики.

Тема 10. Тепловые методы контроля

Общие вопросы теплового контроля. Источники тепловых потоков и поля температур. Основные законы теплопередачи. Схема теплового контроля при местном нагреве. Модели поглощающих абсолютно черных тел с плоскостями разной формы. Индикаторы тепловых полей. Первичные преобразователи тепловых величин. Передающие электронно-лучевые трубки. Видиконы. Пирозлектрические преобразователи. Вспомогательные устройства, применяемые при тепловом контроле. Холодильные устройства. Аппаратура одноточечного теплового контроля. Пирометры. Визуализация тепловых полей. Термовизоры. Организация теплового контроля. Контроль тепловыми методами физических и геометрических параметров.

Тема 11. Электрические методы и средства контроля

Общие сведения об электрических методах контроля. Электроемкостной метод и средства контроля. Конструкции преобразователей. Основы теории расчета электроемкостных преобразователей. Приборы для измерения состава и структуры материалов. Электропотенциальные приборы. Термоэлектрические приборы, электроискровые, трибоэлектрические и электростатические приборы. Электрорезистивные методы и средства контроля и диагностики. Диагностические параметры и модели метода.

Тема 12. Оптические методы контроля

Общие вопросы оптического неразрушающего контроля. Источники света. Лампы накаливания. Газоразрядные лампы. Светоизлучающие диоды. Оптические квантовые генераторы. Основные оптические элементы и устройства. Первичные преобразователи оптического излучения. Фоторезисторы и вакуумные фотоэлементы. Фотодиоды и фототранзисторы. Фотоэлектронные умножители. Электронно-лучевые, вакуумные передающие трубки. Визуальный контроль качества. Визуально-оптический контроль. Применение оптических устройств для контроля качества. Эндоскопы. Фотометрические методы. Контроль телевизионными методами. Применение телевизионной автоматики для контроля качества. Интерференционные методы контроля качества. Голографические методы.

Тема 13. Вихретоковый метод контроля

Физические основы вихретоковых методов контроля. Электромагнитное поле вихретокового датчика. Методика контроля. Основные операции вихретокового метода контроля. Схема электромагнитного контроля. Чувствительность вихретокового метода контроля.

Тема 14. Классификация методов и технических средств неразрушающего контроля

Классификация технических средств неразрушающего контроля по типу используемых физических полей и излучений, способам взаимодействия физических полей и излучений с объектами контроля, техническому исполнению. Физические поля. Спектр излучений, используемых в неразрушающем контроле.

Тема 15. Технические средства радиационного неразрушающего контроля

Физические основы радиационного вида неразрушающего контроля. Ионизирующие излучения. Источники ионизирующих излучений. Устройство и принцип действия рентгеновской трубки. Конструкция радиоизотопного источника ионизирующего излучения. Приемники ионизирующих излучений. Рентгеновская пленка, сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы. Технические средства рентгеновской дефектоскопии и толщинометрии. Технические средства радиоизотопной дефектоскопии и толщинометрии. Биологическое действие ионизирующих излучений. Вопросы безопасности при осуществлении радиационного неразрушающего контроля. Технические средства промышленной рентгеновской компьютерной томографии (РКТ). Области применения промышленной РКТ.

Тема 16. Технические средства акустического неразрушающего контроля

Физические основы акустического (ультразвукового) вида неразрушающего контроля. Область и объекты ультразвукового неразрушающего контроля. Классификация методов ультразвукового неразрушающего контроля. Пьезоэлектрический преобразователь. Классификация пьезоэлектрических преобразователей по типу исполнения и способу ввода ультразвука в объект контроля. Многоэлементные пьезоэлектрические преобразователи. Фазированные решетки. Бесконтактные ультразвуковые преобразователи. Технические средства ультразвуковой дефектоскопии. Методики ультразвукового неразрушающего контроля изделий из металла и сварных соединений. Технические средства ультразвуковой толщинометрии.

Тема 17. Технические средства оптического неразрушающего контроля

Физические основы оптического вида неразрушающего контроля. Область и объекты оптического неразрушающего контроля. Оптическое излучение. Источники оптического излучения. Технические средства для визуально-оптического контроля размеров. Проекторы и микроскопы Интерферометрические методы и средства измерения толщины тонких пленок. Промышленная эндоскопия.

Тема 18. Технические средства магнитного неразрушающего контроля

Физические основы магнитного неразрушающего контроля. Область и объекты магнитного неразрушающего контроля. Основные методы магнитного вида неразрушающего контроля. Магнитные преобразователи. Технические средства магнитной дефектоскопии. Методы и технические средства намагничивания и размагничивания объектов контроля. Магнитные поля рассеяния дефектов. Магнитопорошковая дефектоскопия. Технические средства магнитной толщинометрии. Магнитная толщинометрия покрытий.

Тема 19. Технические средства теплового неразрушающего контроля

Физические основы теплового неразрушающего контроля. Область и объекты теплового неразрушающего контроля. Законы теплового излучения. Контактная и бесконтактная термометрия. Оптические пирометры. Термографы (теповизоры). Классификация термографов в зависимости от способа формирования двумерного изображения. Пассивный тепловой неразрушающий контроль. Активный тепловой неразрушающий контроль.

Тема 20. Технические средства вихретокового неразрушающего контроля

Физические основы вихретокового неразрушающего контроля. Область и объекты вихретокового неразрушающего контроля. Вихретоковые преобразователи (ВТП). Информационно-измерительные блоки современных вихретоковых дефектоскопов. Технические средства вихретоковой толщинометрии.

Тема 21. Технические средства неразрушающего контроля проникающими веществами

Физические основы неразрушающего контроля проникающими веществами. Капиллярный метод неразрушающего контроля и течеискание. Область и объекты контроля проникающими веществами. Дефектоскопические материалы. Пенетранты, очистители, гасители, проявители. Технические средства капиллярной дефектоскопии. Методика проведения капиллярного неразрушающего контроля. Технические средства течеискания. Классификация основных методов контроля герметичности. Контроль герметичности объектов.

Тема 22. Технические средства радиоволнового неразрушающего контроля

Физические основы радиоволнового неразрушающего контроля. Область и объекты радиоволнового вида неразрушающего контроля. Сверхвысокочастотное (СВЧ) излучение. Основные методы СВЧ-контроля. Элементная база СВЧ-аппаратуры. СВЧ-дефектоскопия. Толщинометрия тонких металлических пленок на диэлектрическом основании и диэлектрических слоев на металлическом основании. СВЧ-влажнометрия.

Тема 23. Технические средства электрического неразрушающего контроля

Физические основы электрического неразрушающего контроля. Область и объекты неразрушающего контроля электрического вида. Электроемкостный, термоэлектрический, электроискровой методы контроля. Электрические преобразователи. Электроемкостные толщиномеры. Термоэлектрические структуроскопы. Электроискровые дефектоскопы.

Тема 24. Технические средства комплексного неразрушающего контроля

Комплексные средства неразрушающего контроля, имеющие несколько измерительных каналов в одном приборе. Комплексные дефектоскопы с вихретоковым, магнитным и ультразвуковым измерительными каналами Достоинства и недостатки комплексных приборов. Комплексные передвижные лаборатории.

Раздел 3 «СЕНСОРЫ И СЕНСОРНЫЕ МИКРОСИСТЕМЫ»

Раздел 3.1. Компоненты нано- и микросистемной техники

Предмет дисциплины «Компоненты нано- и микросистемной техники». Понятие микросистем. Области применения микросистем. Основные типы микросистем. Перечень компонентов микросистем.

Примеры изделий МСТ. Масштабирование изделий МСТ по известным природным объектам. Место микросистем в структуре нанотехники. Определения МСТ в терминологии различных стран. Основные части микросистем. История формирования МСТ в отдельное направление техники. Классификация компонентов микросистемной техники по функциональному назначению и принципу действия. Виды микроустройств в микросистемах: электромеханическое, оптоэлектромеханическое, теплофизическое, флюидное, биотехническое. Перечень компонентов МСТ.

Преимущества от снижения размеров. Необходимость учета процессов трения при эксплуатации МСТ. Виды повреждений МСТ. Применение АСМ для оценки трибологических характеристик материалов МСТ.

Основные конструкционные и функциональные материалы МСТ. Применение кремния, пластмасс, стекла, металлов, керамических материалов.

Технологические основы формирования микромеханических элементов из кремния: анизотропное травление, электрохимическое травление, плазменное травление, микрообработка поверхности поликристаллического кремния, сочетание присоединения кремния методом сплавления с реактивным ионным травлением, сочетание реактивного ионного травления и подложки SOI (кремний на изоляторе), примеры структур, полученных этими методами. Поверхностные технологии: литье при вращении, термовакуумное напыление, ионное распыление, химическое осаждение из газовой фазы. Обработка эксимерным лазером, LIGA (литографическая гальванопластика и литье).

Входные и выходные, статические и динамические, энергетические, конструктивно-технологические, эксплуатационные, точностные параметры и характеристики. Параметры и характеристики, в наибольшей степени выражающие специфические точностные и системные особенности МСТ. Погрешность линейности, время преобразования (отклика), частотный диапазон, активация, градуировочная характеристика, передаточная характеристика, нелинейность, разрешающая способность, порог срабатывания, воспроизводимость, выходной шум, время срабатывания, дрейф сигнала на выходе, амплитуда сигнала на выходе, гистерезис, мертвый ход, пороговая характеристика, стабильность, смещение нуля передаточной характеристики, дрейф смещения нуля передаточной характеристики, время готовности, диапазон выходного сигнала.

Термоэлектрические явления, эффекты Зеебека, Пельтье, Томпсона. «Контактные» и «бесконтактные» термоэлектрические сенсоры. Датчики, использующие термоэлектрический эффект: резистивные детекторы температуры (РДТ), термопары, термисторы. Типовая конструкция пленочного термопарного преобразователя.

Принцип действия термоанемометра, закон Кинга, термический массовый расходомер, анемометр постоянной температуры. Пироэлектрический детектор ИК излучения.

Микромеханические гироскопы. Закон сохранения угловых моментов, определение микрогироскопа (МГ), инерционная масса (ИМ), упругий подвес (резонатор). Явление прецессии, режим движения и режим чувствительности. Гироскопы LL –, RR и LR –типа. Классификационные признаки МГ. Типовые характеристики МГ.

Монолитные кремниевые гироскопы, основные группы вибрационных гироскопов: простые вибраторы (масса на пружине, балки), уравновешенные вибраторы (камертон), тонкостенные резонаторы (фужеры, цилиндры, кольца), конструкции и принцип действия микродатчиков угловой скорости с якорем, кольцом, типа камертона.

Микромеханические приводы движения: пьезоэлектрические, емкостные, термомеханические, электромагнитные, пневматические актюаторы. Термомеханические актюаторы. Конструкционные приемы, используемые для усиления термических воздействий: биметаллическое усиление, изогнутая консоль, соединение консолей. Конструкции термических актюаторов для больших перемещений. Принцип действия псевдо-биморфного усилителя термических напряжений. Микрозахватывающие устройства. Примеры применения в механизмах поворота структур элементов МСТ.

Электростатический актюатор. Конструкции электростатических актюаторов: из параллельных пластин, с наклонной пластиной, с симметричными параллельными пластинами, с параллельными пластинами с двумя степенями свободы, балочный актюатор с двусторонним закреплением, механически связанный актюатор с двумя параллельными пластинами. Гребенчатые микродвигатели. Латеральный гребенчатый актюатор. Вертикальный гребенчатый актюатор. Перемещение интегрального микромеханического зеркала с гребенчатыми электростатическими актюаторами

Термоактюаторы: микронагреватели, микрохолодильники.

Микромеханизмы: механические зубчатые и фрикционные микропередачи, микрорычаги, муфты.

Микродвигатели в МЭМС. Контактный и бесконтактный способы передачи энергии от статора к ротору. Электростатические воздушные планарные двигатели. Электростатические диэлектрические планарные микродвигатели.

Пьезоэлектрический микродвигатель. Электротепловые планарные двигатели. Тонкопленочный аналог "биметаллических" устройств.

Микрореактивные планарные двигатели, их типы: газотурбинные реактивные микродвигатели (микроГТД), жидкостные реактивные микродвигатели (микроЖРД), микрореактивные двигатели (МРД) холодного газа. Микросопла. Концепция «цифровой микрореактивной тяги». «Этажерочная» структура элементов микрореактивных планарных двигателей. Особенности существующих разработок микрореактивных двигателей.

Волоконные микродвигатели. Электромагнитный актюатор «машущее крыло».

Биморфный балочный актюатор с V-образными полиимидными канавками. Актюаторы на основе сплавов с памятью формы.

Управляемые микроэлектрорадиокомпоненты: резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности, микроантенны; микроэлектро-механические и микропневматические реле и коммутаторы.

Переключатели в MEMS. Типы микромеханических ключей по принципу действия: электростатические, магнитные, электромагнитные, оптические. Структура интегрального микромеханического ключа. Параметры микромеханических ключей. Электромагнитные релейные выключатели. Двухпозиционное магнитное реле. Переключатели на основе интегральных оптических волноводов.

Оптические компоненты: микрзеркала, микролинзы, оптические волокна, модуляторы.

Свето пропускающие окна.

Зеркала с задней отражающей поверхностью. Призмы. Кривые зеркала. Зеркала с передней отражающей поверхностью. Линзы. Линзы Френеля. Оптические волокна и волноводы. Конструкция и принцип действия оптоволоконного датчика изгибных

деформаций. Концентраторы (коллекторы). Модуляторы: электрооптические, акустикооптические, интерферометрические.

Интегральное микромеханическое зеркало с гребенчатыми электростатическими актюаторами. Микрооптическая скамья (МОС) и ее элементы. Цифровое микрозеркальное устройство

. Электротермическая активация микрозеркал и ее основные виды. Биморфная активация.

Микроустройства обработки, хранения и записи информации: оптомеханические и интегрально-оптические схемы, микродиски. Чип устройства квантового хранения данных - "Millipede" ("Многоножка"). Строение отдельного термомеханического кантилевера.

Миниатюрные аналитические приборы: оптические микроспектрометры, микрохроматографы, микромасс-спектрометры. Химические детекторы в составе аналитических приборов. Принцип жидкостной и газовой хроматографии. Масс-спектрометрия. Области применения масс-спектрометрии. Принцип ИК спектроскопия на основе преобразования Фурье. Вольтамперометрия.

Миниатюрные медико-биологические приборы: матричные и капиллярно-флюидные микросистемы (чипы). Лаборатория на чипе. Микрожидкостные системы. Этапы функционирования микрофлюидного чипа для выявления вируса гриппа.

Элементы флюидной аналитическо-технологической микросистемы.

Микрофлюидный чип для капиллярного электрофореза. Основные параметры микрофлюидных чипов: электрофоретическая подвижность пробы, коэффициент диффузии аналита в буфере, напряженность электрического поля, сила тока. Перемещение микрообъемов жидкости тепловым действием света. Концентрационно-капиллярный эффект.

Основные элементы микрожидкостных систем: микронасосы, клапаны, смесители, каналы. Немеханические и механические насосы. Основные составные части механического насоса. Активные и пассивные клапаны. Балочный клапан. Двойные клапаны.

Клапаны мембранного типа.

Микропоршни. Поршневой механический пьезоэлектрический микронасос. Поршневой механический термопневматический микронасос. Пассивные клапаны. Микродозаторы, микросмесители, микросепараторы, микротранспортеры, микрореакторы.

Преимущества аналитико-технологических микросистем. Состав интегрированной кластерной технологической микросистемы. Основные признаки кластерной микросистемы.

Микросхваты, микроножи, микросверла, микрозонды. Микроманипуляторы, управляемые лазерным лучом. Микрозонды сканирующих зондовых микроскопов.

Нанопроводники, электропроводящие нанотрубки. Ленты из нанотрубок. Полевой транзистор на основе графеновой наноленты. Гибкие аккумуляторы и преобразователи энергии на основе нанотрубок. Магнитная flash-память на основе углеродных нанотрубок. Транзистор на нанотрубке. Графеновый транзистор. Сверхточный детектор массы и силы на основе нанотрубки.

Магнитные компоненты на основе ДНК. Проводящие нанонити на основе микроорганизмов.

Доставка лекарств протеиново-липидными бионанотрубками, молекулами дендромеров.

Биологические наноконтейнеры

Биологические актюаторы. Газовая нанотурбина. Принцип действия пероксидного мотора.

Наномотор на силе поверхностного натяжения.

Молекулярные машины. Датчик наноперемещений на основе наноэлектромеханической перемычки и одноэлектронного транзистора.

Квантовый выключатель. Принцип действия наномеханического вентиля.

Наномеханическая память на основе осциллятора из струны. Преимущества малых размеров ячейки механопамяти. Увеличение плотности памяти. Коллинеарная голография - пять непересекающихся "измерений" данных. Нанoeлектромеханический одноэлектронный транзистор. Механическая память на основе молекул. Молекулярная электроника. Взаимодействие живых нейронов и электроники. Проект "Roboblood". «Умная» пыль. «Умный» дом.

Раздел 3.2. Технологии нано- и микросистемной техники

Цель и задачи дисциплины. Основные технологические процессы производства материалов и изделий микро- и наносистемной техники. Классификация технологических процессов. Технологический процесс - основные понятия. Периодический, непрерывный и комбинированный технологический процесс. Технологичность. Методы оценки технологичности.

Кремниевые подложки и их назначение. Классификация подложек по структурным признакам и назначению. Этапы производства пластин из слитков монокристаллического кремния. Особенности перехода с 300 мм на 450 мм кремниевые пластины. Основные технологические трудности, возникающие при производстве пластин большего диаметра.

Источники и виды загрязнений поверхности подложек. Классификация методов очистки подложек. Способы жидкостной обработки подложек. Обезжиривание, химическое и электрохимическое травление, промывание в воде. Селективные и полирующие травители. Лимитирующие стадии травления. Методы сухой очистки. Термообработка, газовое, ионное и плазмохимическое травление. Основные достоинства и недостатки.

Основные технологические процессы для создания полупроводниковых микросхем и изделий микро – и нанотехники. Последовательность формирования диффузионно-планарной структуры.

Эпитаксия. Гомоэпитаксия и гетероэпитаксия. Схема возникновения дислокаций несоответствия. Эпитаксия из газовой фазы. Хлоридный и силановый метод. Технология проведения газофазной эпитаксии. Схема горизонтального реактора для эпитаксии из парогазовой смеси. Жидкофазная эпитаксия. Область применения, достоинства и недостатки. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ). Основные требования к установке МЛЭ. Устройство установки молекулярно-лучевой эпитаксии (основные составляющие и их функции). Блок-схема реактора для МЛЭ. Механизм МЛЭ. Легирование при эпитаксии. Дефекты эпитаксиальных пленок. Возможности, основные достоинства и недостатки МЛЭ.

Термическое окисление. Основные функции SiO₂. Механизмы окисления. Классификация методов окисления и получаемых окислов. Основы технологии проведения диффузии и контроля диффузионных слоев. Распределение примеси при диффузии из ограниченного и бесконечного источника. Расчет глубины залегания p-n перехода.

Взаимодействие ионов высоких энергий с поверхностью твердого тела. Виды взаимодействия. Взаимодействие с ядрами и электронами, пробег ионов, каналирование. Ионная имплантация. Профили распределения примеси при ионной имплантации. Дефекты при ионной имплантации и способы их устранения.

Литографические процессы в технологии микро- и наносистемной техники. Основные виды литографии. Методы оптической литографии. Способы нанесения фоторезистов. Основные параметры фоторезистов: светочувствительность, разрешающая способность, кислотостойкость, адгезия к подложке. Позитивные и негативные фоторезисты. Принципы электронно-лучевой литографии. Общая характеристика. Проекционная литография. Сканирующая электронно-лучевая литография. Факторы, ограничивающие разрешающую способность электронолитографии. Основы рентгеновской литографии. Ионная литография.

Основы вакуумных технологий – понятие вакуума, степени вакуума. Характеристики различных степеней вакуума. Число Кнудсена, его физический смысл. Общая характеристика вакуумных насосов. Физические принципы объемной откачки.

Форвакуумные насосы и принципы их работы на примере пластинчато-роторного насоса. Высоковакуумные насосы. Физические принципы, лежащие в основе работы диффузионных насосов. Состав вакуумной системы. Функции основных элементов вакуумных систем.

Методы формирования тонких пленок, применяемые в технологии микро- и наносистемной техники. Термовакuumное напыление. Ионно-плазменные методы получения тонких пленок. Физико-химические процессы при формировании тонких пленок катодным распылением. Модели и механизмы катодного распыления. Отличительные особенности магнетронного распыления. Ионно-лучевые методы получения тонких пленок. Физические принципы контроля толщины напыляемых пленок. Основные методы синтеза порошков для нанокерамики. Технологии химического осаждения из паровой фазы, высокоэнергетического синтеза и осаждения из растворов. Взрывное испарение. Испарение в потоке инертного газа (левитационно-струйный метод). Формование и спекание нанокерамики. Технологические трудности при производстве нанокерамики.

Основные нелитографические методы в технологии микро- и наносистемной техники. Технология кремниевой объёмной и поверхностной микрообработки. LIGA и SIGA технологии. Тенденции развития технологий микро- и наносистемной техники.

Раздел 3.3. Сенсоры и сенсорные микросистемы

Цели и задачи дисциплины. Основные понятия и определения. Сенсоры и системы на их основе. Классификация сенсоров. Единицы измерений используемые в сенсорных системах.

Передачная функция. Максимальный сигнал на входе. Максимальный сигнал на выходе. Точность. Калибровка. Ошибки калибровки. Гистерезис. Нелинейность. Насыщение. Воспроизводимость. Зона нечувствительности. Разрешение. Полное выходное сопротивление. Активация. Динамические характеристики. Внешние факторы. Надежность. Эксплуатационные характеристики. Специфические свойства.

Электрический заряд, поле и потенциал. Емкость. Конденсатор. Диэлектрическая постоянная. Магнетизм. Закон Фарадея. Соленоид. Тороид. Постоянный магнит. Индукция. Сопротивление. Удельное сопротивление. Температурная и тензометрическая чувствительность. Пьезоэлектрический эффект. Пьезоэлектрические пленки. Пироэлектрический эффект. Эффект Холла. Эффекты Зеебека и Пельтье. Звуковые волны. Термические свойства материалов. Шкала температуры. Термическое расширение. Теплоемкость. Теплоперенос. Теплопроводимость. Конвективная теплопередача. Тепловое излучение. Коэффициент излучения. Свет. Динамические модели элементов сенсора. Механические, термические и электрические элементы.

Входные характеристики схем сопряжения. Усилители. Схемы возбуждения сигнала. Аналого-цифровые преобразователи. Мостиковые схемы. Пересылка данных. Шумы в сенсорах и цепях. Источники питания маломощных сенсоров.

Примеры микромеханических сенсоров. Роль эффекта масштабирования при учете физических процессов в микросенсорах. Микрообработка кремния (silicon micromachining). Механика кремниевых мембран и балок. Принципы измерения механических величин.

Сенсоры силы, динамометрический датчик. Сенсоры давления: пьезорезисторный, емкостной, резонансный. Миниатюрные микрофоны.

Объемные и поверхностные микромеханические датчики ускорения и угловых скоростей. Термические датчики потока.

Характеристики химических сенсоров. Классификация механизмов химической чувствительности. Простые химические сенсоры. Сложные химические сенсоры.

Хемомеханические сенсоры: сенсоры на ПАВ и резонирующие консоли. Термические, оптические и электрохимические сенсоры.

CMOS - емкостные микросистемы. CMOS - калориметрические приборы. CMOS - интегральная резонирующая консоль. CMOS - микронагреватели. CMOS - химическая мультисенсорная система.

Ультразвуковые сенсоры. Микроволновые датчики движения. Емкостные датчики размещения. Трибоэлектрические датчики. Оптоэлектронные датчики движения. Потенциометрические датчики. Гравитационные датчики. Емкостные датчики. Индуктивные и магнитные датчики. Оптические датчики. Ультразвуковые датчики. Радиолокационные датчики. Датчики толщины и уровня.

Характеристики ускорения. Емкостные датчики ускорения. Пьезо-резистивные датчики ускорения. Пьезо-электрические датчики ускорения. Термические датчики ускорения. Гироскопы.

Датчики деформации. Сенсоры осязания. Пьезо-электрические датчики силы. Понятие давления. Ртутные датчики давления. Сильфонные, мембранные и тонкопленочные датчики давления. Пьезо-резистивные датчики давления. Емкостные датчики давления. Оптоэлектронные датчики давления. Вакуумные датчики давления.

Основы динамики потока. Сенсоры теплопередачи. Ультразвуковые сенсоры. Электромагнитные сенсоры. Сенсоры микропотока. Датчики ветра. Кориолисовый массовый расходомер. Датчик лобового сопротивления. Понятие влажности. Емкостные сенсоры. Электропроводящие сенсоры. Теплопроводящие сенсоры. Оптические гигрометры. Вибрационные гигрометры.

Радиометрия. Фотометрия. Оптические окна. Зеркала. Линзы. Линзы Френеля. Волоконная оптика и волноводы. Концентраторы. Покрытия для термоадсорбции. Электрооптические и акустооптические модуляторы. Интерференционная волоконно-оптическая модуляция. Фотодиоды. Фототранзисторы. Фоторезисторы. Охлажденные фотодетекторы. Болометры. Сцинтилляционные детекторы. Ионизационные детекторы. Поверхностно-барьерные и полупроводниковые детекторы.

Терморезистивные сенсоры. Термоэлектрические контактные датчики. Полупроводниковые сенсоры. Оптические температурные сенсоры. Акустические температурные сенсоры. Пьезоэлектрические температурные сенсоры.

Корпусирование смолами. Крепление кристалла на плате. Монтаж методом перевёрнутого кристалла.

Биосенсоры: нано и микромолярные концентрации. Микробные биосенсоры. Клеточные биосенсоры. Основные типы иммуносенсоров. Методы измерения отклика биосенсоров.

Интеллектуальные сенсоры и МЭМС. МОЭМС. Электронный нос.

РАЗДЕЛ 4. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Тема 1. Общие сведения о первичных преобразователях

Классификация первичных преобразователей. Параметрические и генераторные датчики. Статическая характеристика датчика. Чувствительность датчика. Определение чувствительности графическим методом. Виды нелинейностей датчиков. Динамические характеристики датчиков. Переходный процесс.

Тема 2. Первичные преобразователи температуры

Преобразователи температуры, основанные на тепловом расширении вещества. Жидкостные и газовые термометры. Рабочие жидкости жидкостных термометров. Биметаллические термометры. Материалы биметаллов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Температурный коэффициент сопротивления. Металлические термометры сопротивления (терморезисторы). Материалы, конструкция и схемы включения. Зависимость сопротивления полупроводников от температуры. Полупроводниковые термометры сопротивления (термисторы). Термисторы с положительным температурным коэффициентом сопротивления (позисторы). Технология изготовления и материалы термисторов. Явление термоэлектричества (эффект Зеебека). Коэффициент Зеебека. Термопары. Материалы термопар.

Тема 3. Первичные преобразователи давления

Гидростатические преобразователи давления. Выбор рабочих жидкостей гидростатических преобразователей. Упругие чувствительные элементы деформационных манометров. Зависимость сопротивления проводников от деформации. Тензометрический коэффициент. Проволочные тензометрические преобразователи. Материалы, конструкция и схемы включения. Способы термокомпенсации тензометрических преобразователей. Полупроводниковые тензометрические преобразователи. Особенности конструкции и технологии изготовления. Датчики типа КНД и КНС. Пьезоэлектрический эффект (прямой и обратный) и пьезоэлектрические материалы. Пьезоэлектрические преобразователи. Магнитострикционный эффект (прямой и обратный) и магнитострикционные материалы. Магнитострикционные преобразователи.

Тема 4. Первичные преобразователи магнитных полей

Преобразователи на основе эффекта Холла. Пример использования датчиков Холла в бесконтактных концевых выключателях. Магниторезистивные преобразователи. Виды магниторезистивного эффекта. Сверхпроводящие квантовые интерференционные датчики (СКВИДы). Стационарный и нестационарный эффекты Джозефсона. Магнитоимпедансные преобразователи.

Тема 5. Фотоэлектрические преобразователи

Фотоэлектрические преобразователи. Источники и приемники света для фотоэлектрических преобразователей. Источники лазерного излучения для измерительных преобразователей. Абсолютные и инкрементные фотоэлектрические датчики углового положения. Пример использования фотоэлектрических преобразователей для измерения перемещений компьютерной мыши. Фотоэлектрические датчики линейных перемещений. Пример использования фотоэлектрических преобразователей для измерения деформаций кантилевера атомно-силового микроскопа. Применение фотоэлектрических датчиков для считывания информации с CD- и DVD-носителей.

Тема 6. Емкостные и индуктивные преобразователи

Емкостные преобразователи и схемы их включения. Пример использования емкостных преобразователей в тачпаде. Индуктивные преобразователи и схемы их включения. Включение емкостных и индуктивных преобразователей в колебательный контур автогенератора. Телеметрические системы на основе емкостных и индуктивных преобразователей.

Тема 7. Волоконно-оптические преобразователи и преобразователи на основе поверхностных акустических волн (ПАВ)

Волоконно-оптические датчики с резонатором Фабри-Перо и внутриволоконной решеткой Брэгга. Датчики на основе ПАВ.

Тема 8. Методы и средства исследования состава и структуры материалов

Исследование состава и структуры материалов с помощью рентгеновского излучения. Рентгеноструктурный анализ. Дифракция рентгеновского излучения на кристаллах. Условие Вульфа-Брэгга. Рентгеноструктурный анализ порошков и поликристаллов. Метод Дебая-Шеррера. θ - 2θ гониометры. Рентгеноструктурный анализ монокристаллов. Метод Лауэ. Метод дифракции монохроматического излучения. Гониометры Эйлера. Рамановская спектроскопия. Инфракрасная Фурье-спектроскопия.

Тема 9. Методы и средства измерения параметров колебаний и вибраций

Кинематический и сейсмический методы измерения параметров колебаний и вибраций. Измерение параметров колебаний и вибраций с помощью волоконно-оптических датчиков. Измерение параметров колебаний и вибраций с помощью лазерного доплеровского виброметра. Гомодинные и гетеродинные виброметры. Применение лазерных доплеровских виброметров для измерения давления (напряжений). Роль акустооптического модулятора. Измерение параметров колебаний и вибраций с помощью интерферометров Майкельсона и Фабри-Перо.

Тема 10. Методы и средства измерения ускорений и скоростей

Пружинные акселерометры для измерения линейных и угловых ускорений. Микромеханические акселерометры. Компенсационные акселерометры. Оптический акселерометр с кольцевым микрорезонатором. Волоконно-оптические и туннельные акселерометры. Измерение скоростей с помощью эффекта Доплера.

Тема 11. Методы и средства измерения расхода веществ

Расходомеры переменного и постоянного перепада давления. Принцип действия ротаметра. Фазовые и частотные ультразвуковые расходомеры. Вихревые расходомеры. Измерение расхода и скорости с помощью трубок Пито и Прандтля. Тепловые расходомеры. Индукционные и маркерные расходомеры.

Тема 12. Методы и средства измерения частоты и времени

Использование атома Cs-133 в качестве эталона частоты и времени. Цезиевые атомные часы. Колебательная система механических часов. Анкерный спуск. Кварцевые генераторы. Кварцевые часы. Генерация частотных гребенок с помощью лазеров, работающих в режиме синхронизации мод, и методом четырехволнового смешения. Измерение оптических частот с помощью частотных гребенок. Методы стабилизации параметров частотных гребенок. Оптические атомные часы.

Тема 13. Методы и средства акустического неразрушающего контроля

Сущность метода и классификация способов ультразвуковой дефектоскопии. Методы отражения и прохождения, импедансный метод, методы собственных колебаний, пассивные методы. Конструкция преобразователей для ультразвуковой дефектоскопии. Фазированные решетки для ультразвуковой дефектоскопии. Генерация ультразвука с помощью лазерного излучения. Модуляция добротности лазерных резонаторов. Регистрация ультразвука с помощью лазерного излучения. Интерферометры Майкельсона и Фабри-Перо. Электромагнитные акустические преобразователи.

Тема 14. Методы и средства магнитного и электромагнитного неразрушающего контроля

Метод рассеяния магнитного потока. Сущность и схемы реализации. Магнитопорошковый контроль. Феррозондовые датчики магнитного поля. Магнетометры с оптической накачкой. Алмазные магнетометры. Магнитооптическая дефектоскопия. Метод шумов Баркгаузена. Вихретоковая дефектоскопия. Сущность метода. Отображение данных на импедансной плоскости. Конструкции преобразователей для вихретоковой дефектоскопии.

Тема 15. Методы и средства радиационного неразрушающего контроля

Источники рентгеновского излучения для радиографического контроля. Виды рентгеновского излучения. Способы регистрации рентгеновского излучения. Классификация способов радиографического контроля. Нейтронная радиография. Рентгеновские сканеры на основе комптоновского рассеяния. Энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия. Рентгеновская компьютерная томография. Изменение фазы рентгеновского излучения при прохождении через вещество. Комплексный показатель преломления среды. Преимущества фазочувствительной рентгенографии по сравнению с амплитудной рентгенографией. Эффект Талбота. Рентгеновский интерферометр Талбота.

Тема 16. Методы и средства теплового и оптического неразрушающего контроля

Классификация и чувствительные элементы тепловизоров. Активные и пассивные методы теплового контроля. Вибротермография. Промышленные эндоскопы и схемы их построения.

Тема 17. Методы и средства неразрушающего контроля с помощью электромагнитных волн

Генераторы микроволнового излучения для неразрушающего контроля. Объемные электромагнитные резонаторы. Микроволновые толщинометры. Доплеровские микроволновые измерители скорости. Терагерцовый неразрушающий контроль. Сущность

и области применения. Генерация и регистрация терагерцовых волн с помощью генератора Аутона. Генерация терагерцовых волн с помощью эффекта оптического выпрямления. Регистрация терагерцовых волн с помощью линейного электрооптического эффекта.

РАЗДЕЛ 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Тема 1. Процесс проектирования систем охраны и безопасности

Государственное регулирование процесса проектирования: правовое обеспечение, лицензирование деятельности, подготовка и переподготовка кадров, сертификация технических средств, входной контроль, технический надзор. Перечни технических средств, разрешенных к применению.

Тема 2. Организация работы проектной организации

Главный инженер проектов: квалификационные требования, права и обязанности. Система контроля качества работы, нормоконтроль. Авторский надзор в строительстве, порядок проведения.

Тема 3. Организация проектных работ

Порядок осуществления закупок в Республике Беларусь, тендерные процедуры. Уровни ответственности зданий и сооружений. Согласование основных технических решений. Экспертиза проектов систем охраны и безопасности. Контрольная и надзорная деятельность за работой проектных организаций.

Тема 4. Проектная документация для строительства: состав и порядок разработки для систем охраны и безопасности, типовое проектирование

Исходные данные для проектирования систем охраны и безопасности объектов жилищно-гражданского и производственного назначения, исходные данные для составления сметной документации на пусконаладочные работы, количественная характеристика каналов управления и информационных, аналоговых и дискретных. Архитектурный проект, эскизное решение, утверждаемая архитектурная часть строительного проекта, строительный проект. Особенности состава проекта для систем пожарной автоматики, использование актов обследования вместо разработки проектной документации систем охраны. Методы и средства автоматизации проектных работ.

Тема 5. Классификация и назначение систем охраны

Системы охранной сигнализации (СОС), системы тревожной сигнализации (СТС), системы контроля и управления доступом (СКУД), системы охранные телевизионные (СОТ). Классификация и назначение технических средств и систем противопожарной защиты (ТСПЗ): системы автоматической пожарной сигнализации (СПС), автоматические установки пожаротушения (АУП), системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ), системы передачи извещений о пожаре (чрезвычайной ситуации) и неисправности (СПИ), системы противодымной защиты (ПДЗ), противопожарное водоснабжение (ППВ).

Тема 6. Принципы, определяющие тактику применения систем охраны

Тактика применения СОС, СТС, СКУД, СОТ: обнаружение, задержка, реагирование. Комплексное применение систем охраны и инженерно-технических средств охраны.

Тема 7. Определение необходимости применения ТСПЗ.

Детерминированный подход, ТНПА. Вероятностный подход, риск, использование статистических данных для оценки риска, остаточный риск.

Тема 8. Применения технических средств

Целесообразность применения технических средств: техническая и экономическая эффективность. Обоснование основных технических решений. Комплексная оценка применения систем охраны и ТСПЗ с точки зрения криминальной и пожарной безопасности.

Тема 9. Структура построения систем охраны и противопожарной защиты

Обнаружение признаков проникновения, опасных факторов пожара (ОФП); приемно-контрольное оборудование, оповещатели, системы передачи извещений, пульта централизованного наблюдения и мониторинга. Требования к электроснабжению. Устройства электроснабжения. Приборы пожарные управления. Комплексные и интегрированные системы охраны и безопасности.

Тема 10. Порядок определения стоимости разработки проектной документации в строительстве

Расчет стоимости монтажных и пуско-наладочных работ. Ресурсно-сметные нормы. Автоматизация разработки проектно-сметной документации. Порядок внесения изменений в проектную и проектно-сметную документацию. Методические указания по применению ресурсно-сметных норм. РСН 8.03.401 Электротехнические устройства. РСН 8.03.402 Автоматизированные системы управления. Составление сметы: базовая цена (заработная плата), отчисления в фонд социальной защиты, накладные расходы, плановые накопления.

Тема 11. Технический регламент ТР 2009/013/ВУ «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность»

Перечень технических нормативных правовых актов, взаимосвязанных с техническим регламентом ТР 2009/013/ВУ. Электроснабжение технических средств и систем. Определение технических требований к техническим средствам и системам охраны и пожарной безопасности объекта. Обеспечение криминальной и пожарной безопасности. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Классы зон по правилам устройства электроустановок.

Тема 12. Выбор группы и подгруппы объекта охраны

Определение уязвимых мест. Класс защиты ограждающих конструкций. Рубежи охраны. Оборудование периметра техническими и инженерно-техническими средствами охраны. Системы пожарной сигнализации, автоматические установки пожаротушения, системы передачи извещений о пожаре и чрезвычайных ситуациях. Системы оповещения и управления эвакуацией. Системы внутреннего и наружного противопожарного водоснабжения. Системы противодымной защиты. Первичные средства пожаротушения.

Тема 13. Требования к применению и размещению технических средств СПС, АУП, СОУЭ

Взаимосвязь зон контроля СПС и зон функционирования СОУЭ: контроля ОФП, оповещения, управления эвакуацией; расчет параметров эвакуации. Реализация ТСПЗ задач системы пожарной безопасности объекта. Правила проектирования эвакуационных путей и выходов, проверка соответствия для обеспечения пожарной безопасности людей. Управление процессом эвакуации, автоматизация управления, сценарии эвакуации, алгоритмы разработки сценариев эвакуации с минимально необходимой и максимально допустимой задержками оповещения.

Тема 14. Основные сведения по содержанию дисциплины

Общие сведения и характеристики приборов, устройств и систем безопасности. Основные требования и параметры устройств и приборов систем безопасности. Система стандартов тревожной сигнализации и пожарной безопасности. Показатели по надежности, наработке на отказ, электропитанию.

Тема 15. Приборы и устройства сигнализации

Классификации приборов и устройств тревожной сигнализации, пожарной автоматики и интегрируемых систем. Основные требования по функционированию, построению и использованию. Структурные схемы и технические характеристики приборов и устройств.

Тема 16. Структурные и функциональные схемы приборов и устройств охранной сигнализации

Блок-схемы основных алгоритмов. Устройство, порядок функционирования и расчета отдельных частей и узлов приборов и извещателей. Особенности устройства, функционирования, программирования и использования ППКОП серий Аларм, ПКП, А16 в системах охранной сигнализации.

Тема 17. Структурные и функциональные схемы приборов и устройств пожарной сигнализации

Блок-схемы основных алгоритмов. Устройство и порядок расчета отдельных частей и узлов приборов и извещателей. Особенности устройства, функционирования, программирования и использования ППКОП серий Аларм, ПКП, А16 в системах пожарной сигнализации.

Тема 18. Структурные и функциональные схемы пожарных приборов управления.

Блок-схемы основных алгоритмов. Варианты технических решений по устройству, функционированию и использованию. Примеры расчетов.

Тема 19. Проектирование систем тревожной сигнализации и пожарной автоматики

Варианты технических решений и структурные схемы построения систем тревожной сигнализации и пожарной автоматики.

Тема 20. Системы охранной сигнализации АСОС «Алеся»

Особенности построения и эксплуатации автоматизированной системы охранной сигнализации АСОС «Алеся» и используемых технических средств.

Тема 21. Адресная система пожарной сигнализации АСПС «Бирюза»

Особенности построения и эксплуатации адресной системы пожарной сигнализации АСПС «Бирюза» и используемых технических средств.

Тема 22. Структурная схема интегрированной системы.

Варианты технических решений по устройству и функционированию системы и ее составных частей. Особенности устройства и использования технических средств интегрированной системы «777». Примеры расчетов.

Тема 23. Системы оповещения.

Структурные схемы систем оповещения. Варианты технических решений по устройству и функционированию системы и ее основных блоков и узлов. Система оповещения «Танго», порядок подключения и использования. Примеры расчетов.

Тема 24. Пункт централизованного наблюдения (ПЦН)

Структурные схемы ПЦН. Варианты технических решений по устройству и функционированию контрольных панелей, коммутаторов, ретрансляторов тревожных сигналов, пультов операторов и других блоков и составных частей. Каналы связи и устройства связи используемые в ПЦН. Устройство и функционирование ПЦН АСОС «Алеся». Примеры расчетов.

Тема 25. Нормативные документы

Требования нормативных документов Республики Беларусь на устройства электроснабжения технических средств систем безопасности. Варианты технических решений по устройству и функционированию отдельных частей и приборов электроснабжения:

- выпрямителей, стабилизаторов и преобразователей;
- инверторов и устройств бесперебойного питания;
- зарядных устройств;
- устройств контроля питания и других узлов электроснабжения.

Примеры расчетов.

Тема 26. Выбор технических средств и материалов для производства работ на объектах с охранно-пожарной сигнализацией

Основные требования руководящих документов Республики Беларусь при производстве работ по монтажу, пуско-наладке и вводу в эксплуатацию объектов. Тактика

оснащения объектов защиты техническими средствами систем безопасности. Порядок составления технологических карт на монтаж и пусконаладочные работы. Общие технические условия, общие требования и методы испытаний технических средств систем безопасности в соответствии с действующими стандартами Республики Беларусь. Показатели назначения их проверка и контроль. Методики проведения испытаний узлов на соответствие функциональным, техническим и климатическим требованиям. Регламентные работы на объектах в условиях эксплуатации. Порядок составления технологических карт на регламентные работы по обслуживанию приборов, устройств и систем безопасности.

Тема 27. Основные понятия контроля параметров объектов обнаружения

Объекты обнаружения систем пожарной и охранной сигнализации. Извещатели систем охранной и пожарной сигнализации. Классификация извещателей. ГОСТ Р 52435-2005. Проникновение, попытка проникновения на охраняемый объект. Информативные параметры человека, животных и насекомых. Физические процессы и величины, несущие информацию о проникновении, попытке проникновения на объект охраны или воздействии физических полей на инженерные сооружения.

Тема 28. Информативные параметры объектов обнаружения

Проникновение, попытка проникновения на охраняемый объект. Электромагнитное излучение как носитель информации о проникновении, попытке проникновения на охраняемый объект: радиоволны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучения. Информативные параметры объектов обнаружения акустической природы. Характеристики окружающей среды, влияющие на работу систем охранной сигнализации.

Тема 29. Информативные параметры загорания

Физика развития очага загорания. Пламя и его характеристики. Образование и распространение газообразных токсичных веществ во время пожара. Дымообразование. Опасные факторы пожара.

Тема 30. Измерительные преобразователи

Понятие измерительного преобразователя. Чувствительные элементы резистивных измерительных преобразователей. Электромагнитные измерительные преобразователи. Электростатические измерительные преобразователи. Полупроводниковые преобразователи физических величин. Оптико-электрические измерительные преобразователи. Преобразование энергии электромагнитного излучения в электрический сигнал в СВЧ диапазоне.

Тема 31. Первичные преобразователи пожарных извещателей

Первичные преобразователи тепловых пожарных извещателей. Оптико-электрические измерительные преобразователи пожарных извещателей. Первичные измерительные преобразователи газовых пожарных извещателей. Ионизационные камеры для определения содержания аэрозоля в атмосфере.

Тема 32. Первичные преобразователи охранных извещателей

Охранные извещатели для обнаружения в охраняемой зоне движущихся предметов и человека. Извещатели разбития стекла акустические и вибрационные. Обнаружение попыток разрушения строительных конструкций и инженерных сооружений. Извещатели для блокировки дверей, стен, полов, потолков, остекленных конструкций на открытие, пролом и разрушение. Нормативные документы, определяющие требования к охранным извещателям.

Тема 33. Охрана периметров открытых площадок

Виды периметровых средств обнаружения. Радиолучевых средства обнаружения. Инфракрасные средства обнаружения. Емкостные средства обнаружения. Вибросейсмические извещатели: геофонные, волоконно-оптические, магнитострикционные, магнитометрические, индуктивные. Влияние атмосферных явлений на работу периметровых средств обнаружения.

Тема 34. Обнаружение пожара в закрытых помещениях.

Начальный этап пожара в закрытом помещении. Распространение продуктов горения в помещениях. Тепловые пожарные извещатели. Факторы влияющие на время обнаружения пожара тепловыми извещателями. Обнаружение пожаров точечными оптико-электронными дымовыми пожарными извещателями и их характеристики. Газовые пожарные извещатели. Световые пожарные извещатели. Обнаружение пожара методом оптической локации.

Тема 35. Выбор извещателей при проектировании систем безопасности.

Эффективность систем пожарной и охранной сигнализаций. Выбор типа охранного извещателя при создании системы охранной сигнализации. Обоснование выбора и анализ эффективности применения пожарных извещателей в системах пожарной сигнализации. Нормативные документы определяющие правила применения извещателей при проектировании систем охранной сигнализации. Оценка эксплуатационных характеристик пожарных извещателей. Размещение пожарных извещателей.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

К разделу 1 Информационно-измерительная техника

Основная

1. Мирский Т. Я. Электронные измерения. – М.: Радио и связь, 1986. – 440 с.
2. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов / В. И. Нефёдов, В. И. Хахин, Е. В. Фёдорова и др.; Под ред. В. И. Нефёдова. – М.: Высш. шк., 2001. – 383 с.: ил.
3. Метрология и радиоизмерения / В. И. Нефёдов [и др.]; Под ред. В. И. Нефёдова. – М.: Высш. шк., 2003. – 516 с.: ил.
4. Атамалян Э. Г. Приборы и методы измерения электрических величин: Уч. пос. для студентов втузов. – М.: Высшая школа, 2005. – 416 с.
5. Джексон, Р.Г. Новейшие датчики / Р.Г. Джексон. – М.: Техносфера, 2007. – 384 с.
6. Фрайден, Дж. Современные датчики: справочник / Дж. Фрайден. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
7. Эггинс, Б. Химические и биологические сенсоры / Б. Эггинс. – М.: Техносфера, 2005. – 336 с.
8. Левшина, Е.С. Электрические измерения физических величин: Измерительные преобразователи / Е.С. Левшина и П.В. Новицкий. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 319 с.
9. Спектор, С.А. Электрические измерения физических величин: методы измерений / С.А. Спектор. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 320 с.
10. Муханин Л. Г. Схемотехника измерительных устройств: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 288 с.
11. Джексон Р.Г. Новейшие датчики. – Москва: «Техносфера», 2007. – 384 с.
12. Кестер У. Проектирование систем цифровой и смешанной обработки сигналов. – Москва: «Техносфера», 2010. – 328 с.
13. Кркрафт Д., Джерджи С. Аналоговая электроника. Схемы, системы обработка сигнала. – Москва: «Техносфера», 2005 – 360 с.
14. Топильский В.Б. Схемотехника измерительных устройств. – Москва: «Бином», 2010. – 232 с.

Дополнительная

1. Орнатский П. П. Автоматические измерения и приборы: Учебник для вузов(2-е изд.). – Киев: Висща школа, 1986. – 560 с.
2. Мейзда Ф. Электронные измерительные приборы и методы измерений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 535 с.

3. Измерения в электронике: Справочник/ В. А. Кузнецов, В. А. Долгов, В. М. Коневских и др.; Под ред. В. А. Кузнецова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 512 с.
4. Кончаловский В. Ю. Цифровые измерительные устройства: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 304 с., ил.
5. Нано- и микросистемная техника. От исследований к разработкам. Сборник статей / под. ред. Мальцева. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
6. Агеев, О.А. Микроэлектронные преобразователи неэлектрических величин: учебное пособие/ Агеев О.А. [и др.]. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. – 153 с.
7. Бейлина, Р.А. Микроэлектронные датчики: учебное пособие/ Р.А. Бейлина, Ю.Г. Грозберг, Д.А. Довгяло. – Новополюцк: ПГУ, 2001. – 308 с.
8. Готра, З.Ю. Датчики. Справочник/ З.Ю. Готра[и др.]; под ред. З.Ю. Готры и О.И. Чайковского. – Львов: Каменяр, 1995. – 312 с.
9. Евтихийев, Н.Н. Измерение электрических и неэлектрических величин/ Н.Н. Евтихийев[и др.]; под ред. Н.Н. Евтихийева Н.Н. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
10. Агейкин, Д.И. Датчики контроля и регулирования/ Д.И. Агейкин, Е.Н. Костина, Н.Н. Кузнецова– М.: Машиностроение, 1965. – 928 с.
11. Алейников, А.Ф. Датчики(Перспективные направления развития) / А.Ф. Алейников, В.А. Гридчин, М.П. Цапенко. – Новосибирск, НГТУ, 2001. – 176 с.
12. Бриндли, К. Измерительные преобразователи: справочное пособие/ К. Бриндли. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с.
13. Виглеб, Г. Датчики/ Г. Виглеб. – М.: Мир, 1989. – 196 с.
14. Измерения в промышленности: в3-х кн. / под ред. П.Профоса. – М.: Металлургия, 1990. – 3 кн.
15. Преображенский, В.П. Теплотехнические измерения и приборы/ В.П. Преображенский. – М.: Энергия, 1978. – 704 с.
16. Методы практического конструирования при нормировании сигналов с датчиков. / Материалы семинара фирмы Analog Device «Practical design techniques for sensor signal conditioning» СПб.: «АВТЭКС» 2005. -311с.
17. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник. – Москва: «Техносфера», 2005. – 592 с.

К разделу 2 Методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов

Основная

1. Фрайден, Дж. Современные датчики. / Дж. Фрайден. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
2. Ермаков, О.Н. Прикладная оптоэлектроника / О. Н. Ермаков. – М.: Техносфера, 2005. – 416 с.
3. Евтихийев, Н. Н. Измерение электрических и физических величин / Н. Н. Евтихийев, Я.С. Купершмидт, В. Ф. Папуловский, В. Н. Скугоров. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 353 с.
4. Спектор, С. А. Электрические измерения физических величин: Методы измерений / С. А. Спектор. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 320 с.
5. Неразрушающий контроль: Справочник в 8 т. / В.В. Клюев; под общей ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2006.
6. Неразрушающий контроль. В 5-ти книгах / В.В. Сухоруков; под ред. В.В. Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1999.
7. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий (Т. 1, 2) / Под ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 1986.
8. Неразрушающий контроль и диагностика (Т. 1-7) / Под ред. В.В. Клюева – М.: Машиностроение, 2003.

9. Ермолов, И.Н. Методы и средства неразрушающего контроля качества / И.Н. Ермолов, Ю.Я. Останин. – М.: Высшая школа, 1988. – 368 с.
10. Неразрушающий контроль (Кн. 1-5) / Под ред. В.В. Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1992.
11. Госсорг, Ж. Инфракрасная термография / Ж. Госсорг. – М.: Мир, 1988. – 399 с.
6. Физика визуализации изображений в медицине (Т. 1, 2) / Под ред. С. Уэбба. – М.: Мир, 1991.
12. Календер, В. Компьютерная томография/ В. Календер. – М.: Техносфера, 2006. – 344 с.

Дополнительная

1. Агейкин, Д. И. Датчики контроля и регулирования. / Д. И. Агейкин, Е. Н. Костина, Н.Н. Кузнецова. – М.: Машиностроение, 1965. – 928 с.
2. Полищук, Е. С. Измерительные преобразователи. /Е. С. Полищук. - Киев: Высшая школа, 1981.- 294 с.
3. Левшина, Е. С.. Электрические измерения физических величин: (Измерительные преобразователи). / Е. С. Левшина, П. В. Новицкий. - Л.: Энергоатомиздат, 1983. - 320 с.
4. Измерения в промышленности: Справочник. (Т1,2,3) / Под ред. П. Профоса. - М.: Металлургия, 1990.
5. Электрические измерения физических величин. / Под ред. П. В. Новицкого. - Л.: Энергия, 1975. - 575 с.
6. Алиев Г.М., Тер-Хагатуров А.А. Измерительная техника. Учеб. пособие для ВУЗов. - М.: Высшая школа, 1991. - 383 с.
7. Проектирование датчиков для измерения механических величин. / Под ред. Е. П. Осадчего. - М.: Машиностроение, 1979. - 567 с.

К разделу 3 Сенсоры и сенсорные микросистемы

Основная

- 1 Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. М.: Машиностроение, 2007. – 543 с.
2. Фрайден Дж. Современные датчики. – М.: Техносфера, 2007. – 587 с.
3. Распопов В.Я. Микромеханические приборы. – М.: Машиностроение, 2007. – 402 с.
- 4 Агеев О.А., Федотов А.А., Смирнов В.А. Методы формирования структур элементов нанoeлектроники и наносистемной техники: Учебное пособие.- Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 72 с.
5. Орликов Л.Н. Технология материалов и изделий электронной техники: Учебное пособие.- Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007.- 382 с.
6. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. М., Изд.центр «Академия», 2005. 192 с.
7. Герасименко, Н.Н. Кремний – материал нанoeлектроники / Н.Н. Герасименко, Ю. Н. Пархоменко. – М.: Техносфера, 2007. – 352 с.
8. Гридчин, В.А. Физика микросистем: Учеб. пособие. В 2 ч. Ч.1 / В.А. Гридчин, В.П. Драгунов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 416 с.
9. Гридчин, В.А. Физика микросистем: Учеб. пособие. В 2 ч. Ч.2 / В.А. Гридчин, В.Г. Неизвестный, В.Н. Шумский – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – 496 с.

Дополнительная

1. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель - М.: Физматгиз, 1962. – 696 с
2. Суздаев И.П. Нанотехнология: физикохимия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: КомКнига, 2006. 592 с.

3. Ануфриенко В.В. Процессы и оборудование фотолитографической обработки. М.: МИЭТ, 1998.
4. Данилина Т.И., Смирнова К.И., Илюшин В.А, Величко А.А. Процессы микро- и нанотехнологии - Томск: ТУСУР, 2005. - 315 с.
5. Журнал «Микро- и наносистемная техника».

К разделу 4 Контрольно-измерительные приборы

Основная

1. Камке Д., Кремер К. Физические основы единиц измерения. – М.: Мир, 1980. – 208 с.
2. Фарзани Н.Г., Илясов Л.В., Азим-заде А.Ю. Технологические измерения и приборы. – М.: Высшая школа, 1989.– 456 с.
3. Боднер В.А., Алферов В.А. Измерительные приборы: учебник для вузов. В 2-х т. Том 1. Теория измерительных приборов. Измерительные преобразователи. – М.: Издательство стандартов, 1986 – 223 с.
4. Боднер В.А., Алферов В.А. Измерительные приборы: учебник для вузов. В 2-х т. Том 2. Теория измерительных приборов. Методы измерения, устройство и проектирование приборов. – М.: Издательство стандартов, 1986 – 223 с.
5. Хансуваров К.И., Цейтлин В.Г. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара: учебное пособие для техникумов. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 287 с.
6. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества: справочник. 4-е изд. – Л.: Машиностроение, 1989. – 701 с.
7. Калашников В.И. и др. Информационная техника и технология: учебник для вузов. Под ред. Г.Г. Раннева. – М.: Высшая школа, 2002. –454 с.
8. Измерения в промышленности. В 3-х кн. Кн. 2: Способы измерения и аппаратура / Под ред. П. Профоса. – М.: Металлургия, 1990.
9. Устройства и элементы систем автоматического регулирования и управления. Техническая кибернетика. В 3-х кн. Кн. 1: Измерительные устройства, преобразующие элементы и устройства / Под ред. В.В. Солодовникова. – М.: Машиностроение, 1973.
10. Дж. Фрайден. Современные датчики. Справочник. – М.: Техносфера, 2005.
11. Ж. Аш и др. Датчики измерительных систем. В 2-х кн. – М.: Мир, 1992.
12. Камке Д., Кремер К. Физические основы единиц измерения. – М.: Мир, 1980. – 208 с.
13. Аксельрод З.М. Проектирование часов и часовых систем. – Машиностроение, 1981. – 328 с.
14. Тарасов С.В. Приборы времени. – М.: Машиностроение, 1976. – 376 с.
15. Фарзани Н.Г., Илясов Л.В., Азим-заде А.Ю. Технологические измерения и приборы: Учеб. для студ. вузов по спец. «Автоматизация технологических процессов и производств». – М.: Высшая школа, 1989. – 456 с.: ил.
16. Боднер В.А., Алферов В.А. Измерительные приборы: Учебник для вузов: В 2 т. Том 2. Теория измерительных приборов. Методы измерения, устройство и проектирование приборов. – М.: Издательство стандартов, 1986 – 223 с.: ил.
17. Боднер В.А., Алферов В.А. Измерительные приборы: Учебник для вузов: В 2 т. Том 1. Теория измерительных приборов. Измерительные преобразователи. – М.: Издательство стандартов, 1986 – 223 с.: ил.
18. Хансуваров К.И., Цейтлин В.Г. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара: Учебное пособие для техникумов. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 287 с.: ил.
19. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества: Справочник. – 4 изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1989. – 701 с.: ил.

20. Алешин Н.П., Щербинский В.Г. Радиационная, ультразвуковая и магнитная дефектоскопия металлоизделий. – М.: Высш. шк., 1991. – 271 с.
21. Боровиков А.С., Прохоренко П.П., Дежкунов Н.В. Физические основы и средства капиллярной дефектоскопии. – Мн.: Наука и техника, 1983. – 256 с.
22. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / В.В. Клюев и др.: Под ред. В.В. Клюева. 2-е изд. Испр. и доп. – Машиностроение, 2003. – 656 с.: ил.
23. Капиллярный неразрушающий контроль: Контроль проникающими веществами / Прохоренко П.П. и др. – Мн: ИПФ, 1998. – 160 с.

Дополнительная

1. Орнатский П. П. Автоматические измерения и приборы: Учебник для вузов(2-е изд.). – Киев: Висща школа, 1986. – 560 с.
2. Мейзда Ф. Электронные измерительные приборы и методы измерений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 535 с.
3. Измерения в электронике: Справочник/ В. А. Кузнецов, В. А. Долгов, В. М. Коневских и др.; Под ред. В. А. Кузнецова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 512 с.
4. Кончаловский В. Ю. Цифровые измерительные устройства: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 304 с., ил.
5. Нано- и микросистемная техника. От исследований к разработкам. Сборник статей / под. ред. Мальцева. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
6. Агеев, О.А. Микроэлектронные преобразователи неэлектрических величин: учебное пособие/ Агеев О.А. [и др.]. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. – 153 с.
7. Бейлина, Р.А. Микроэлектронные датчики: учебное пособие/ Р.А. Бейлина, Ю.Г. Грозберг, Д.А. Довгяло. – Новополоцк: ПГУ, 2001. – 308 с.
8. Готра, З.Ю. Датчики. Справочник/ З.Ю. Готра[и др.]; под ред. З.Ю. Готры и О.И. Чайковского. – Львов: Каменяр, 1995. – 312 с.
9. Евтихийев, Н.Н. Измерение электрических и неэлектрических величин/ Н.Н. Евтихийев[и др.]; под ред. Н.Н. Евтихиева Н.Н. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
10. Агейкин, Д.И. Датчики контроля и регулирования/ Д.И. Агейкин, Е.Н. Костина, Н.Н. Кузнецова– М.: Машиностроение, 1965. – 928 с.
11. Алейников, А.Ф. Датчики(Перспективные направления развития) / А.Ф. Алейников, В.А. Гридчин, М.П. Цапенко. – Новосибирск, НГТУ, 2001. – 176 с.
12. Бриндли, К. Измерительные преобразователи: справочное пособие/ К. Бриндли. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с.
13. Виглеб, Г. Датчики/ Г. Виглеб. – М.: Мир, 1989. – 196 с.
14. Измерения в промышленности: в3-х кн. / под ред. П.Профоса. – М.: Металлургия, 1990. – 3 кн.
15. Преображенский, В.П. Теплотехнические измерения и приборы/ В.П. Преображенский. – М.: Энергия, 1978. – 704 с.

К разделу 5 Техническое обеспечение безопасности

Основная

1. Гарсиа, М. Проектирование и оценка систем физической защиты. Пер. с англ. / М. Гарсиа. – М.: ООО «Издательство АСТ», 2002. – 386 с., ил. (Серия: «Технологии безопасности»).
2. Указ Президента Республики Беларусь № 450 от 01 сентября 2010 года «О лицензировании отдельных видов деятельности».
3. Указ Президента Республики Беларусь от 25 октября 2007 года № 534 «О мерах по совершенствованию охранной деятельности».
4. Закон Республики Беларусь от 05.01.2004 года № 262-з «О техническом нормировании и стандартизации».

5. Закон Республики Беларусь от 05.01.2004 года № 269-з «Об оценке соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации».

6. Технические средства обеспечения безопасности. Учебно-методическое пособие. – Минск: БГПА, 2001.

7. Магауенов Р. Г. Системы охранной сигнализации. Основы теории и принципы построения. – Москва: ТЕЛЕКОМ, 2004.

8. Волхонский В.В. Извещатели охранной сигнализации. – СПб.: ЭКОПОЛИС, 2004.

9. Воробьев Н.И. Проектирование электронных устройств. Учебное пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1989. – 223 с.: ил.

10. Белоус А. И. Схемотехника цифровых микросхем для систем обработки и передачи информации: Учеб. пособие / А.И. Белоус, В.Б. Яржембицкий. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – 116 с.

11. Технические средства обеспечения безопасности: Учеб.-метод. пособие / Под ред. И.Е. Зуйкова. – Мн.: БГПА, 2001. – 178 с.

12. Магауенов Р.Г. Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения: Учебное пособие. – М.: Телеком, 2004. – 367 с.

13. Волхонский В.В. Извещатели охранной сигнализации. 4-е изд., доп. и перераб. – СПб.: Экополис и культура, 2004. – 272 с.

14. Топольский Н.Г., Членов А.Н., Буцынская Т.А. Акустические извещатели охранно-пожарной сигнализации автоматизированных интегрированных систем безопасности объектов. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 264 с.

15. Дж. Фрайден Современные датчики. Справочник. – Москва: Техносфера, 2005. – 592 с.

Дополнительная

1. ТКП189-2009 (02151) Аспирационные установки организаций по хранению и переработке зерна. Правила проектирования.

2. ТКП45-2.02-84-2007 (02250) Склады лесных материалов. Пожарная безопасность. Строительные нормы проектирования.

3. ТКП45-2.02-35-2006 (02250) Здания районных(городских) судов. Нормы проектирования.

4. ТКП45-3.02-55-2006 (02250) Здания банков. Правила проектирования.

5. Перечень средств противопожарной защиты, разрешенных для применения на территории Республики Беларусь.

6. Перечень средств охранной сигнализации, разрешенных к применению в 2011 году на объектах и квартирах, охраняемых подразделениями Департамента охраны МВД Республики Беларусь и подлежащих передаче под охрану.

7. ТКП45-2.02-190-2010 Пожарная автоматика зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования.

8. Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: Справочник/ Э. Т. Романычева[и др.]; под общ. ред. Э. Т. Романычевой. – М.: Радио и связь, 1989. – 448 с., ил.

9. Шаровар Ф.И. Методы раннего обнаружения загораний. – М.: Стройиздат, 1988.–335с.

10. Шаровар Ф.И. Методы раннего обнаружения загораний. – М.: Стройиздат, 1988.–335с.

11. Гарсия М. Проектирование и оценка систем физической защиты. Пер. с англ.– М.: Мир: ООО«Издательство АСТ», 2002.– 386с.

12. Технические средства охранно-пожарной сигнализации: В.А.Нилов, А.Н.Членов, Ф.А.Шакиров, - М.:НОУ"Такир", 1998.-147с.

13. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. 118с.

Критерии оценки вступительного испытания

10 (десять) баллов	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;</p> <p>точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;</p> <p>безупречное владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</p> <p>выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;</p> <p>полное и глубокое усвоение основной, и дополнительной литературы программы;</p> <p>умение свободно ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им аналитическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;</p> <p>высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
9 (девять) баллов	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;</p> <p>точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;</p> <p>владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</p> <p>способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках программы вступительного испытания;</p> <p>полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;</p> <p>умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им аналитическую оценку;</p> <p>высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
8 (восемь) баллов	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания;</p> <p>использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения;</p> <p>владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;</p> <p>способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках программы вступительного испытания;</p> <p>усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания;</p> <p>умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им аналитическую оценку;</p> <p>высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>

<p>7 (семь) баллов</p>	<p>систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы вступительного испытания; использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; свободное владение типовыми решениями в рамках программы вступительного испытания; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им аналитическую оценку; высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>6 (шесть) баллов</p>	<p>достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы вступительного испытания; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его использовать в решении профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания; усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им сравнительную оценку; высокий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>5 (пять) баллов</p>	<p>достаточные знания в объеме программы вступительного испытания; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы; владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его использовать в решении профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках программы вступительного испытания; усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им сравнительную оценку; достаточный уровень культуры исполнения заданий.</p>

<p>4 (четыре) балла</p>	<p>достаточный объем знаний в рамках программы вступительного испытания; усвоение основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач; умение решать стандартные (типовые) задачи; умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин и давать им оценку; допустимый уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>3 (три) балла</p>	<p>недостаточно полный объем знаний в рамках программы вступительного испытания; знание части основной литературы, рекомендованной программой вступительного испытания; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными, логическими ошибками; слабое владение инструментарием общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях общепрофессиональных и специальных учебных дисциплин; низкий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>2 (два) балла</p>	<p>фрагментарные знания в рамках программы вступительного испытания; знания отдельных литературных источников, рекомендованных программой вступительного испытания; неумение использовать научную терминологию программы, наличие в ответе грубых, логических ошибок; низкий уровень культуры исполнения заданий.</p>
<p>1 (один) балл</p>	<p>отсутствие знаний и (компетенций) в рамках программы вступительного испытания, отказ от ответа.</p>