

Аннотация дисциплины

История и методология приборостроения - Б1.Б.1

Цель дисциплины: изучение исторических аспектов и гносеологических источников понятий мера, измерение, устройство (прибор) и формирование у них методически обоснованного подхода к решению научных и инженерных проблем.

Место дисциплины в структуре ООП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Историческое и гносеологическое развитие понятий «измерение-мера». Возникновение необходимости сравнивать окружающие предметы окружающего мира. Органы тела – как меры сравнения и средства индикации. Развитие понятий измерений. Зрительное восприятие – как одно из первых и главных средств познания внешнего мира. Совершенствование средств измерений и появление специальных приборов. Развитие понятий, основанных на слуховых восприятиях. Органы слуха – как средства общения и оценки качества объектов по громкости и тональности звона бокалов и мечей, звуков музыкальных инструментов, дыхания живых существ. Развитие понятий измерений, основанных на обонянии. Обоняние – как орган оценки явлений окружающего мира, начиная от бытовых и до явлений внешнего мира. Характеристика видов НК. Полная характеристика всех видов неразрушающего контроля: акустического, радиационного, магнитного, вихретокового, электрического, теплового, сверхвысокочастотного, оптического, проникающих веществ с точки зрения их использования. Возможность создания комплексных, включающих устройства из приборов нескольких видов НК, один другой взаимно дополняющих. Сочетание различных видов НК при контроле структурного состояния. Структурное состояние материала объекта контроля – как отражение его механических характеристик, определяющих работоспособность и функциональную пригодность. Вихретоковый вид НК, как средство контроля поверхностных слоев, акустически более глубоко залегающих. Возможности теплового и магнитного видов НК – для контроля структурного состояния. Измерение размеров объектов контроля, их взаимного положения с использованием вихретокового, магнитного, акустического и других видов НК. Особенности контроля диаметра, толщины однослойных и многослойных объектов вихретоковым и магнитным методами. Понятие дефектов. Радиационный метод дефектометрии, контроль объемных дефектов крупногабаритных изделий. Акустический метод обнаружения плоских и объемных дефектов в поверхностных и глубинных слоях объектов. Магнитный и вихретоковый методы как дополняющие при контроле поверхностных и неглубоко залегающих дефектов. Тепловые методы контроля строительных материалов и конструкций.

Аннотация дисциплины

Информационные технологии в приборостроении - Б1.Б.2

Цель дисциплины: обучение студентов современным информационным технологиям, применяющимся в приборостроении при сборе и анализе экспериментальной информации, а также изучение методов анализа диагностических данных в задачах неразрушающего контроля.

Место дисциплины в структуре ООП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Понятия информация, данные знания. Их свойства. Информационные модели задач неразрушающего контроля. Понятие о диагностической информации. Использование различных информационно-диагностических моделей в задачах неразрушающего контроля. Элементарные статистические выводы, расчет основных выборочных статистик. Построение и анализ частотных гистограмм, получение эмпирических функций распределения вероятностей. Постановка задачи проверки гипотез. Критерии согласия. Проверка гипотез относительно средних значений и дисперсий. Понятие оценки, свойства оценок, методы оценивания (метод моментов, метод наименьших квадратов, метод максимального правдоподобия). Статистические гипотезы и критерии их проверки. Критерии согласия. Проверка гипотез относительно средних значений и дисперсий. Регрессионный анализ. Построение модели простой линейной регрессии. Проверка адекватности модели, расчет стандартных ошибок, построение критериев гипотез относительно значений коэффициентов регрессионного уравнения. Множественная линейная регрессия. Понятие о множественном и частном коэффициентах корреляции. Построение процедуры пошагового регрессионного анализа. Применение регрессионной модели для определения размеров точечного дефекта в магнитном контроле. Дисперсионный анализ. Основы теории общей линейной модели. Однофакторный дисперсионный анализ, модели со случайными и фиксированными эффектами. Двухфакторный дисперсионный анализ. Общая программа факторного планирования. Постановка задачи классификации. Проблемы неразрушающего контроля и технической диагностики, приводящие к решению задач классификации. Дискриминантный анализ (управляемая классификация). Теорема Байеса, построение дискриминационных уравнений на ее основе. Критерии достоверности дискриминантного анализа, понятие о расстоянии Махаланобиса. Кластерный анализ (неуправляемая классификация). Мера близости, способы ее расчета. Иерархическая кластеризация, парадигмы *complete link*, *single link* и *average link*. Кластеризация методом *k*-средних. Основные понятия теории искусственных нейронных сетей. Модели нейронов и синапсов, функции активации. Методы обучения нейронных сетей. Основные нейросетевые парадигмы. Основные методы обучения. Однослойный и многослойный персептрон. Архитектура, методы обучения. Самообучающиеся нейронные сети. Нейронные сети Хопфилда и Кохонена. Добыча данных Data Mining: задачи, практическое применение, модели и методы Data Mining, средства Data Mining. Задачи классификации и регрессии, поиска ассоциативных правил, кластеризации. Визуальный анализ данных Visual Mining. Стандарты Data Mining. Data Mining в реальном времени (Real-Time Analytics).

Аннотация дисциплины

Математическое моделирование в приборных системах - Б1.Б.3

Цель дисциплины: изучение основ применения методов математического моделирования в приборостроении, в частности, наиболее эффективного из средств численного моделирования - метода конечных элементов, позволяющего решать краевые задачи, описываемые дифференциальными уравнениями, с минимальными допущениями о характере взаимодействия поля с контролируемым изделием в электрическом, магнитном, вихретоковом, ультразвуковом, тепловом методах неразрушающего контроля.

Место дисциплины в структуре ООП: базовая дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Задачи анализа физических полей при неразрушающем контроле. Основы взаимодействия физических полей с веществом; физические явления и эффекты, используемые для получения измерительной информации в задачах неразрушающего контроля. Постановка и методы решения задач анализа и синтеза физических явлений и эффектов для создания средств измерения, диагностики и контроля. История методов анализа электромагнитного поля. Основные соотношения векторной и скалярной алгебры, свойства векторных полей. Современное состояние методов анализа и проектирования средств электромагнитной интроскопии. Общие принципы организации программ численного расчета поля: препроцессор, процессор, постпроцессор. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной форме. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме (соотношение векторов электрического и магнитного поля, свойства материалов: линейные, нелинейные, анизотропные, гистерезисные). Классификация задач электромагнитного поля (статические, стационарные, квазистационарные - изменяющиеся по гармоническому закону, нестационарные). Уравнения в частных производных: уравнения Лапласа и Пуассона, волновое уравнение, уравнение диффузии. Квазистационарные задачи электромагнитного поля (поле квазистационарных токов в проводниках, поля в магнетиках, описываемые векторным потенциалом, поле, описываемое векторным электрическим потенциалом). Граничные условия на поверхности проводника. Граничные условия на поверхности раздела электропроводящих сред. Граничные условия для магнитной индукции и напряженности магнитного поля на поверхности раздела сред. Основы вариационного подхода, вывод функционалов из дифференциальных уравнений, функционалы с векторным потенциалом. Основы метода конечных элементов: требования к дискретизации области на конечные элементы, вывод уравнения для конкретного конечного элемента, объединение уравнений в общую систему. Практическая реализация вариационного подхода в применении к задаче квазистационарных токов, к квазистационарным магнитным полям, описываемым векторным потенциалами, к полям, описываемым электрическим векторным потенциалом. Применение метода конечных элементов к осесимметричным структурам объектов контроля и источников поля, дискретизация области решения на конечные элементы, вывод уравнения для конкретного конечного элемента, особенности решения в анизотропных средах. Применение метода Галеркина к двумерной задаче с вихревыми токами. Изопараметрические конечные элементы высокого порядка; два трехмерных изопараметрических элемента. Метод конечных элементов в трехмерной постановке. Трехмерная задача, описываемая скалярным потенциалом. Методы взвешанных невязок в трехмерных задачах (методы Галеркина, коллокации, наименьших квадратов)

Аннотация дисциплины

Применение СВЧ- полей в неразрушающем контроле – Б1.В.ОД.1

Цель дисциплины: формирование у магистров знания об основных методах, средствах и областях применения и организации радиоволнового неразрушающего контроля.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Радиоволновой контроль. Общие вопросы. Особенности радиоволнового диапазона. Основные физические величины. Свойства материалов в диапазоне сверхвысоких частот. Источники СВЧ излучений. Источники СВЧ излучений: магнетрон, клистрон, лампа бегущей волны, вакуумный триод, полупроводниковые генераторы СВЧ. Элементная база радиоволнового контроля. Компоненты для передачи СВЧ энергии: коаксиальные кабели, волноводы, тройники. Передающие и приемные антенны. Классификация методов радиоволнового контроля. Классификация методов радиоволнового контроля. Амплитудный метод. Фазовый метод. Поляризационный метод. Резонансный метод. Голографический метод. Радиоволновая толщинометрия. Типы СВЧ толщиномеров и принципы их действия. Структурные схемы, устройство, технические характеристики СВЧ толщиномеров. Радиоволновая влагометрия материалов. Физические основы радиоволновой влагометрии. Амплитудные, фазовые, амплитудно-фазовые СВЧ влагомеры, их структурные схемы. СВЧ влагомер для измерений в свободном пространстве. Контроль влажности резонаторным или волноводным методом. СВЧ влагомер сыпучих материалов. СВЧ влагомер жидких масс. Контроль структуры и состава материалов СВЧ методами. Физические основы структуроскопии на СВЧ. Методы структуроскопии с применением СВЧ.

Применение радиоволновых методов в неразрушающем контроле. Радиоволновая виброметрия. Радиоволновая дефектоскопия

\

Аннотация дисциплины

Применение тепловых и оптических полей в неразрушающем контроле - Б1.В.ОД.2

Цель дисциплины: формирование у магистров знания об основных методах, средствах и областях применения и организации оптического и теплового неразрушающего контроля.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 8.

Содержание разделов: Особенности оптических методов и их классификация. Взаимодействие электромагнитного излучения оптического диапазона с различными объектами. Законы зрительного восприятия. Информационные параметры систем оптического неразрушающего контроля. Фотометрические, световые, спектральные единицы измерения параметров оптических полей. Основные геометрической оптики. Взаимодействие световых волн с поверхностями различной шероховатости. Модели отражения световых волн от поверхности. Классификация методов по получению полезной информации. Структура автоматизированной системы оптического контроля. Особенности источников оптического излучения. Устройства для формирования излучений требуемой интенсивности, направленности, спектрального состава, поляризации. Вспомогательные устройства, применяемые при оптическом контроле. Преобразователи оптического излучения в электрический сигнал: электро-вакуумные, полупроводниковые и матричные. Особенности ПЗС и КМОП-матриц. Особенности лазерные осветителей для задач контроля. Устройства лазерного сканирования. Передаточные функции элементов оптических систем и системы в целом. Точность измерений при оптическом контроле. Организация визуального и оптико-визуального контроля. Метрологические вопросы измерений. Эндоскопы, их устройство, области применения. Приборы для контроля размеров, физических свойств и дефектоскопии в одной точке. Особенности интерференционного метода. Схемы установок. Достижимая точность метода. Теневой метод, метод светового сечения, метод теневого сечения, оптико-механический метод, муаровый метод, метод спекл-интерферометрии. Точность и схемы реализации. Стереоскопический метод и голографический метод. Точность и схемы реализации. Методы получения информации о наличии и параметрах дефектов на различных объектах. Разрешающая способность методов оптической дефектоскопии. Схемы для реализации различных методов оптической дефектоскопии. Физические основы построения волоконных датчиков. Описание метода определения напряжений в прозрачных материалах. Термины и определения. Особенности тепловых методов и их классификация. Виды теплообмена. Законы теплового излучения. Взаимодействие электромагнитного излучения ИК диапазона с различными объектами. Информационные параметры систем теплового неразрушающего контроля. Меры безопасности. Абсолютно черное тело. Серое тело. Излучение реальных тел – твердых, жидких, газообразных. Прохождение ИК излучения через атмосферу. Термоиндикаторы, термометры, термопары, термосопротивления, полупроводниковые приборы, пирозлектрические преобразователи, болометры и болометрические матрицы. Аппаратура контактного и бесконтактного измерения температуры, достоинства недостатки различных методов. Достижимая точность измерения температуры. Яркостные, радиационные, пирометры спектрального отношения. Особенности применения, функциональные схемы, точность измерения температур. Поле зрения пирометров. Отстройка от влияния излучательной способности объекта контроля. Схема реализации. Радиометры, измеряющие температуру вдоль прямой. Типы тепловизоров. Работа в различных спектральных интервалах ИК излучения. Устройство неохлаждаемого тепловизора с фокальной матрицей. Методы борьбы с темновыми шумами бесконтактной ИК аппаратуры, операции коррекции неоднородности. Влияние оптической системы на формирование термограммы. Передаточные функции элементов систем тепловизора и ИК-системы в целом. Точность измерений при бесконтактном тепловом контроле. Примеры применения в строительстве, авиационной промышленности, на транспорте, в машиностроении, в металлургии, в нефтегазовой сфере, при производстве печатных плат и в сфере энергетики. Аэромониторинг объектов на поверхности и под поверхностью земли. Проведение аэромониторинга объектов, находящихся на поверхности и вблизи поверхности земли. Принцип действия лидара, его параметры, сферы применения.

Аннотация дисциплины

Обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле – Б1.В.ОД.3

Цель дисциплины: изучение методов обработки и анализа сигналов с целью обнаружение полезных сигналов на фоне помех, методов оценки параметров полезных сигналов, методов построения и оптимизации алгоритмов обработки сигналов, характерных для систем неразрушающего контроля и технической диагностики.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Задачи анализа сигналов, классификация сигналов, модели сигналов (гармонический, полигармонический, амплитудно-модулированный, фазомодулированный, импульсный). Пространство сигналов, представление произвольных сигналов с помощью простых сигналов. Обработка сигналов во временной области. Пороговое детектирование сигнала. Временное разрешение сигнала. Энергетический спектр сигнала. Преобразование Фурье и его свойства. Спектральная плотность мощности, пример расчета спектральной плотности мощности. Обобщенные характеристики сигналов (энергия сигнала, длительность сигнала, ширина спектра). Информативные признаки диагностических сигналов. Временное и частотное представление сигналов. Обработка сигналов в частотной области. Расчет спектральной плотности реального сигнала, оконная функция. Частотное разрешение. ВЧ-, НЧ-фильтр, полосовой фильтр. Аналитический сигнал и комплексная огибающая. Преобразование Гильберта. Детектирование амплитудно-модулированного сигнала. Случайные процессы. Характеристики случайных процессов. Ковариационная функция гармонического процесса. Пример расчета автоковариационной функции. Взаимно-ковариационная функция. Функция спектральной плотности случайного сигнала, соотношение Винера-Хинчина. Корреляционный анализ. Узкополосные случайные процессы. Законы распределения огибающей и фазы узкополосного процесса. Корреляционная функция и спектральная плотность узкополосного процесса. Задача обнаружения как задача проверки статистических гипотез. Простые и сложные гипотезы. Байесовская стратегия выбора решения. Принцип минимакса. Критерий максимального правдоподобия. Оптимальная фильтрация сигналов. Оптимальный фильтр Винера. Синтез оптимального фильтра. Согласованный линейный фильтр. Прохождение суммы сигнала и шума через согласованный фильтр. Информационные параметры сигналов. Энтропия, взаимная информация. Информация в непрерывных сообщениях. Пропускная способность дискретного канала. Пропускная способность непрерывного канала. Модели нестационарных сигналов. Применение традиционных методов анализа к нестационарным сигналам. Общие теоретические аспекты частотно-временных распределений. Распределение Вигнера и его свойства. Псевдо-распределение Вигнера. Сглаженное распределение Вигнера. Сглаженное распределение Вигнера для некоторых типичных нестационарных сигналов. Распределение Чой-Вильямса. Задача выбора ядра распределения частотно-временного распределения. Элементы теории вейвлет-преобразования. Свойства вейвлет-преобразования. Вейвлет Хаара, вейвлет Морле. Вейвлет-функции как базис дискретного разложения сигналов. Временное и частотное разрешения вейвлет-преобразования. Разложение сигнала с использованием вейвлет-пакетов. Применение вейвлет-пакетов для фильтрации сигнала от шума. Случайные процессы с дискретным временем. Марковские цепи. Скрытые марковские модели. Алгоритм прямого хода. Алгоритм обратного хода. Алгоритм Виттерби. Алгоритм Баума-Уэлша. Пример применения скрытых марковских моделей для распознавания сигналов.

Аннотация дисциплины

Методы технической диагностики - Б1.В.ОД.4

Цель дисциплины: приобретение знаний и практических навыков по диагностированию опасных производственных объектов, изучение нормативных и правовых документов определяющих их особенности эксплуатации и нормы оценки предельного состояния

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Понятие технической диагностики, ее роль в современном производстве, связь с надежностью и качеством продукции. Содержание курса и связь с другими дисциплинами учебного плана. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения. Современные направления технической диагностики. Задачи технической диагностики, цель диагностики. Понятие о диагностике сложных технических систем. Организация проведения технической диагностики. Методы диагностики, их особенности, преимущества и недостатки. Развитие методов технической диагностики и использование достижений физики и компьютерной техники. Тестовое и функциональное диагностирование. Диагностическая модель объекта. Математическое моделирование, информационные аспекты технической диагностики. Модели, используемые в СТД. Их классификация, свойства и краткое описание. Математические и физические модели. Масштабные модели. Электрические модели. Статические модели в СТД. Их особенности и применение статических моделей. Формирование систем статических параметров в СТД. Основные задачи вибродиагностики. Параметры вибрации. Методы вибродиагностики, шумодиагностика. Средства измерения вибрации, типы вибропреобразователей, системы мониторинга и диагностики вибрации. Анализ вибрации во временной и спектральной области. Корреляционный анализ, анализ собственных колебаний. Вибродиагностика энергетических машин. Показатели надежности – безотказность, долговечность. Распределение времени безотказной работы. Расчет надежности системы. Байесовский подход в задачах надежности. Оценка работоспособности опасных производственных объектов. Методы расчета конструкций по критериям предельных состояний на прочность, устойчивость и усталость. Критерии наступления предельного состояния.

Аннотация дисциплины

Конструирование приборов неразрушающего контроля – Б1.В.ОД.5

Цель дисциплины: изучение основ проектной деятельности в области проектирования аппаратуры и преобразователей для неразрушающего контроля с применением системного подхода.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Основные методы проектирования. Метод последовательных приближений. Морфологический метод. Основные этапы проектирования приборов неразрушающего контроля. Эскизный, технический проекты, конструкторская документация. Классический вихретоковый преобразователь. Физические основы вихретокового контроля. Выходной сигнал классического вихретокового преобразователя. Годограф классического преобразователя, годографы чувствительности, использование годографов для выбора параметров контроля. Способы выделения информации об объекте контроля, блок-схемы типовых устройств вихретокового контроля. Общий порядок проектирования вихретоковых устройств с классическими вихретоковыми преобразователями. Математическое моделирование вихретоковых преобразователей. Пример расчета вихретокового устройства для контроля удельной электрической проводимости. Обобщенная блок-схема современного прибора неразрушающего контроля. Требования к блокам прибора. Связь характеристик преобразователя с блоками сбора и обработки сигнала. Совместное проектирование преобразователя и измерительной части прибора. Аналоговые средства измерения амплитуды, фазы, активной и реактивной составляющих напряжения: схемотехнические решения, точность, источники погрешности. Измерение напряжения с помощью аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Типы АЦП, их особенности, области применения. Измерительные системы на основе АЦП и цифро-аналоговых преобразователей. Комбинированные измерительные системы с аналоговыми и цифровыми устройствами. Моделирование измерительной части прибора с помощью персонального компьютера и АЦП, реализация и отладка макета прибора с помощью программной среды LabView. Ограничения классических преобразователей. Общая схема дифференциального преобразователя. Компенсация трансформаторного и начального сигналов, компенсация дрейфов и внешних помех. Векторно-разностный преобразователь, получение годографа, отличного от классического. Использование дифференциальных преобразователей для решения нестандартных задач вихретокового контроля. Матричный преобразователь. Классификация матричных преобразователей. Выходной сигнал матричного преобразователя и его основные свойства. Автоматическая калибровка матричных преобразователей, использование матричных преобразователей для распознавания типа дефекта. Аппаратура контроля матричными преобразователями. Особенности проектирования приборов с матричными преобразователями. Выходной сигнал вихретокового преобразователя при импульсном возбуждении. Измерение основных параметров контролируемого объекта. Аналогии с гармоническим возбуждением вихретоковых преобразователей. Аппаратура контроля. Особенности проектирования прибора при импульсном возбуждении. Применение магниторезисторов в качестве первичных измерительных преобразователей. Пример расчета устройства и преобразователя для контроля удельной электрической проводимости.

Аннотация дисциплины

Радиационный контроль - Б1.В.ОД.6

Цель дисциплины: изучение физических основ взаимодействия ионизирующих излучений (ИИ) с веществом, эффектов, возникающих при воздействии фотонных и корпускулярных излучений на материалы и возможность их использования для практического применения в народном хозяйстве, а также оценить степень опасного воздействия излучений на организм человека.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Физические основы взаимодействия ионизирующих излучений с веществом. Строение атома. Природа ионизирующего излучения. Характеристики ионизирующих излучений и параметры их взаимодействия с веществом. Взаимодействие фотонного излучения с веществом. Фотоэлектрическое взаимодействие. Комптоновское взаимодействие. Эффект образования пар. Когерентное (релеевское) рассеяние. Коэффициенты передачи и поглощения энергии. Коэффициенты ослабления смесей. Качественные характеристики рентгеновского и гамма-излучения. Взаимодействие электронного излучения и альфа-частиц с веществом. Взаимодействие нейтронного излучения с веществом. Источники ионизирующего излучения, используемые в радиационном неразрушающем контроле. Рентгеновские аппараты. (стационарные, переносные моноблочные) Рентгеновские трубки. Генераторы. Рекомендации по эксплуатации рентгеновских аппаратов. Бетатрон. Микротрон. Линейный ускоритель. Стационарные и переносные гамма-аппараты. Источники нейтронов (реакторы, нейтронные генераторы). Классификация детекторов. Ионизационный метод измерения ионизирующих излучений. Ионизационные камеры. Газовые счетчики. Полупроводниковые преобразователи. Полупроводниковые счетчики. Селеновые электрорадиографические пластины. Сцинтилляционные преобразователи. Радиографическая пленка как детектор. Регистрация нейтронного излучения. Общие характеристики радиационных изображений. Энергетические и спектральные характеристики радиационного изображения. Влияние рассеянного излучения. Проекционное увеличение при радиационном контроле. Геометрическая нерезкость радиационного изображения. Дисторсия радиационного изображения. Сигнал/шум радиационного изображения. Контраст радиационного изображения. Теоретические принципы детектирования радиационного изображения радиографической пленкой. Чувствительность радиационного контроля. Выбор энергии и источников фотонного излучения. Выбор радиографических пленок и их химическо-фотографическая обработка. Выбор фокусного расстояния. Средства, применяемые для улучшения качества изображения. Схемы экспонирования объектов. Расшифровка радиографических снимков. Артефакты радиографических снимков. Виды дефектов и причины их возникновения. Документальное оформление результатов контроля. Специальные методы радиографии. Микрорентгенография. Импульсная рентгенография. Динамическая щелевая радиография. Параллельная радиография. Электрорадиография. Нейтронная радиография. Общие характеристики радиоскопии. Выбор источников и энергии фотонного излучения при радиоскопии. Флюороскопия. Радиоскопия с использованием усилителей радиационных изображений. Радиационно-оптические преобразователи. Телевизионные системы радиационных интроскопов. Промышленные радиационно-телевизионные установки. Средства манипулирования объектами контроля и методика радиационной интроскопии. Цифровые методы улучшения при радиоскопии. Суммирование телевизионных кадров. Непрерывное усреднение изображений. Вычитание изображений. Изменение контраста изображений дефектов. Выравнивание (эквализация) гистограммы. Окрестная обработка (свертка) изображений. Автоматическая расшифровка светотеневых изображений. Общие вопросы радиометрии. Выбор энергии и источников фотонного излучения при измерении его параметров после прохождения через объект контроля. Выбор детекторов, их электронных схем и коллиматоров. Пропорциональные счетчики. Счетчики Гейгера. Сцинтилляторы с фотоприемниками. Полупроводниковые детекторы. Электронные схемы детекторов. Измерители толщины материалов. Вычислительная томография. Томография с использованием рассеянного излучения. Общие сведения. Система обеспечения безопасных условий труда при радиационном контроле. Радиационные факторы опасности. Нерадиационные факторы опасности. Принципы защиты от ионизирующих излучений. Нормирование времени облучения. Удаление на безопасное расстояние от источника излучения. Расчет толщины защиты по кратности ослабления. Конструктивные особенности защитных устройств. Методы контроля доз излучения. Системы российских и зарубежных стандартов при радиационном неразрушающем контроле.

Аннотация дисциплины

Акустика в интроскопии - Б1.В.ДВ.1.1

Цель дисциплины: углубленное изучение методов акустической интроскопии, получение навыков работы с современными приборами акустического контроля, освоение методик акустической дефектоскопии материалов и изделий.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная по выбору дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Фокусирующие преобразователи, принцип работы и конструкция акустического микроскопа, фронтальная разрешающая способность, акустические характеристики материалов, пригодных для работы в области высокочастотного ультразвука, применение акустического микроскопа для неразрушающего контроля деталей микроэлектроники, биологических объектов. Звукочувствительные пластинки, Шлирен-метод, метод фотоупругости, метод поверхностного рельефа, считывание деформации поверхности лазерным лучом, метод дифракции Брэга, метод Теплера, звуковизор. Голограмма как носитель информации об амплитуде и фазе электромагнитного поля рассеивания объектом. Схема записи голограммы в виде интерференционной картины наложения объектной и опорной волн. Восстановление поля объекта с помощью опорной волны. Схема голографического эксперимента, аппаратура, лазеры, регистрирующие среды. Голографическая и спекл-интерферометрия. Интерференционная картина наложения полей объекта в исходном и смещенном положениях, методы «живых» и «замороженных» полос. Измерение смещений поверхности, анализ колебаний, отклонения формы от эталонной. Примеры применения голографических методов неразрушающего контроля – нарушение связей в слоистых материалах, контроль сварных швов, контроль деформаций станков, контроль турбинных лопаток, контроль паяных соединений.

Аннотация дисциплины

Ультразвуковая голография - Б1.В.ДВ.1.2

Цель дисциплины: углубленное изучение методов ультразвуковой голографии, получение навыков работы с современными голографическими приборами.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная по выбору дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: История развития ультразвуковой голографии. Ультразвуковая голография с записью интенсивности интерференционной картины наложения предметной и опорной акустических волн (метод поверхностного рельефа) и восстановления изображения объекта лазерным лучом. Недостатки практического применения в дефектоскопии. Ультразвуковая голография с использованием линейных детекторов амплитуды и фазы акустического поля, использование в качестве опорной волны сигнала опорного генератора. Решение обратной задачи восстановления изображения объекта по распределению комплексной амплитуды поля рассеяния с помощью преобразования Фраунгофера. Разрешающая способность восстановленного изображения объекта, применение многочастотных и импульсных сигналов. Цифровые методы восстановления изображения дефекта. Современные голографические ультразвуковые системы. Метод синтезированной апертуры **SAFT**. Техническая реализация дефектоскопической системы ультразвуковой голографии, сканирующие устройства. Примеры использования ультразвуковой голографии в неразрушающем контроле, система «АВГУР». Использование методов акустической интроскопии в медицине. Сходство и особенности методов и аппаратуры ультразвуковой диагностики (УЗИ). Ультразвук в медицине: хирургия, физиотерапия, диагностика. Ультразвуковая диагностика, преимущества и недостатки. Акустические характеристики тканей человека. Особенности применения импульсного эхо-метода. Виды сканирования: линейное, секторное. Электроакустические преобразователи для УЗИ. Вида развертки: В, С, М (в кардиологии). Технические характеристики аппаратуры УЗИ: получение изображения в реальном времени, компьютерная обработка изображения. Допплеровские установки диагностики кровотока. Акустические методы измерения расхода жидкости и газа. Времяпролетные, частотные, доплеровские и вихревые расходомеры.

Аннотация дисциплины

Электрические машины - Б1.В.ДВ.2.1

Цель дисциплины: состоит в изучении устройств различных типов электрических машин, их режимов работы и эксплуатационных свойств.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная по выбору дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Индукционное и электродинамическое действие магнитного поля. Закон полного тока. Основные характеристики ферромагнитных материалов. Магнитные цепи постоянного потока. Анализ магнитных цепей. Схемы замещения магнитных цепей. Магнитные цепи переменного потока. Идеализированные магнитные цепи. Закон изменения переменного магнитного потока. Магнитные потери. Вольт-амперная характеристика и индуктивное сопротивление катушки с магнитопроводом при синусоидальном напряжении. Схема замещения катушки с магнитопроводом. Области применения МПТ, их преимущества и недостатки. Устройство и принцип действия генератора и двигателя постоянного тока. Получение постоянного напряжения. ЭДС якоря и электромагнитный момент. Способы возбуждения. Условия самовозбуждения генератора параллельного возбуждения. Характеристика холостого хода и внешние характеристики генераторов с независимым, параллельным и смешанным возбуждением. Способы пуска двигателей постоянного тока. Свойство саморегулирования. Способы регулирования частоты вращения двигателей. Механические характеристики. Потери энергии и КПД машин постоянного тока. Вращающееся магнитное поле электрических машин переменного тока. Устройство и принцип действия ТАД. Скольжение. Зависимость параметров ротора от скольжения. Магнитное поле ТАД. Электромагнитный момент ТАД. Механическая и рабочие характеристики. Свойство саморегулирования. Регулирование частоты вращения ТАД с короткозамкнутым ротором и с контактными кольцами. Механические характеристики ТАД при различных способах регулирования. Пуск ТАД. Улучшение пусковых характеристик ТАД с короткозамкнутым ротором. Торможение ТАД. Энергетическая диаграмма ТАД. Устройство и принцип действия синхронного генератора (СГ). Работа синхронной машины в режиме генератора. Электромагнитные процессы в СГ. Уравнение электрического состояния, схема замещения и векторная диаграмма синхронного генератора (СГ). Электромагнитный момент. Параллельная работа СГ с сетью. Регулирование активной и реактивной мощности. Угловые и V-образные характеристики. Условия устойчивой работы СГ с сетью. Автономная работа СГ. Работа СМ в режиме двигателя. Уравнение электрического состояния, схема замещения и векторная диаграмма синхронного двигателя (СД). Угловая и механическая характеристики СД. Свойство саморегулирования. Регулирование коэффициента мощности СД. Компенсация реактивной мощности с помощью СД. Синхронный компенсатор. Пуск СД. Энергетические диаграммы. Тахогенератор постоянного тока. Устройство и принцип действия однофазного асинхронного двигателя. Механическая характеристика. Устройство и принцип действия конденсаторного асинхронного двигателя. Назначения рабочего и пускового конденсаторов. Схемы включения ТАД в однофазную сеть. Устройство и принцип действия двухфазного исполнительного двигателя (ДИД), его достоинства и недостатки. Механическая характеристика ДИД. Способы управления ДИД. Асинхронный тахогенератор. Устройство и принцип действия СД с постоянными магнитами, реактивных и гистерезисных микродвигателей, их достоинства и недостатки. Шаговые микродвигатели активного и реактивного типов.

Аннотация дисциплины

Основы ультразвукового контроля - Б1.В.ДВ.2.2

Цель дисциплины: углубленное изучение методов ультразвукового контроля, получение навыков работы с современными приборами акустического контроля, освоение методик ультразвукового контроля материалов и изделий.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная по выбору дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 3.

Содержание разделов: Упругие колебания и волны. Основные методы акустического неразрушающего контроля теневой, временной теневой эхометод, реверберационный метод, зеркально теневой метод, эхотеневой метод, импедансный метод, методы колебаний, акустическая эмиссия, шумодиагностические методы. Закон Гука, характеристики волнового процесса. Продольная и поперечная волны, поверхностная волна Рэлея, головная волна, волны на поверхности раздела двух сред, волны в слоях и пластинах, волны в стержнях. Акустические свойства сред: импеданс и волновое сопротивление, коэффициент затухания. Закон синусов, понятие нормального импеданса, коэффициенты прохождения и отражения, критические углы. Прохождение плоской волны границы сред разделенных слоев: схема замещения плоскопараллельного слоя, просветляющий слой. Понятие о дифракции и рефракции акустических волн: дифракция волн, дифракция на плоском диске, дифракция на цилиндре, сфере, эллипсоиде, рефракция волн. Излучение и прием акустических сигналов, электроакустические преобразователи. Пьезоэлектрический преобразователь и его основные характеристики. Схема замещения Мэзона, частотные и временные характеристики. Бесконтактные преобразователи Электроакустические преобразователи. Лазерный способ возбуждения УЗ волн. Расчет поля дискообразного преобразователя на оси, понятие ближней и дальней зоны. Методы расчета характеристики направленности преобразователя, характеристики направленности для преобразователей различной формы.

Методика расчета акустического поля фазированной решетки. Секторное сканирование и фокусировка поля решетки с временным и фазовым управлением. Импульсный эхо-метод: аппаратура, расчет эхосигналов, характеристики эхометода, их оптимизация и проверка. Импульсный ультразвуковой дефектоскоп, толщиномер, преобразователь для контроля эхометодом; технические характеристики дефектоскопа. Понятие акустического тракта, расчет методом Кирхгофа, расчет в энергетическом приближении, АРД диаграмма. Общий подход к оценке максимальной амплитуды отражения от моделей дефектов. Амплитуда отражения при изменении взаимного положения преобразователя и отражателя. Внешние шумы, шумы электрических цепей, помехи преобразователя, ложные сигналы, структурные помехи. Чувствительность, максимальная и минимальная глубина прозвучивания, разрешающая способность. Точность определения координат дефекта, метрологическое обеспечение. Дефектоскопия металлических и неметаллических объектов, общие положения методики контроля, выбор схемы контроля, настройка аппаратуры, поиск дефектов, определение положения и размеров дефекта, контроль поковок и литья, контроль проката, контроль сварных соединений. Контроль упругих свойств материалов. Акустическая тензометрия. Контроль прочности, контроль твердости, контроль коррозии.

Аннотация дисциплины

Предпринимательство и маркетинг в неразрушающем контроле - Б1.В.ДВ.3.1

Цель дисциплины: изучение методов анализа рынка и определения перспективных направлений развития изделий приборостроения, освоение методов оценки инвестиционной эффективности новых разработок, получение навыков планирования проектов по разработке новых изделий в области приборостроения и подготовки бизнес-планов таких проектов.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная по выбору дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Общие понятия теории управления предприятием и менеджмента. Понятия организации производства, планирования, менеджмента, логистики. Принципы управления производством, предприятие как управляемая система. Показатели деятельности предприятия. Предприятие: пирамида управления, концепция деятельности, цели. Индивидуальная мотивация работников. Проектная организация разработки новых изделий. Понятие проекта, жизненный цикл изделия. Управление проектом как задача. Этапы и структура проекта. «Контур управления» проектом. Продукт-проект-процесс. Формирование задачи на проект, план инновации. Основной параметр проекта. Анализ портфеля продукции. Отраслевой анализ, матрица «Рост — доля рынка», матрица «Привлекательность отрасли — конкурентная позиция», анализ предметной области. Анализ конкурентной среды. Метод оценки инвестиционной эффективности. Оценка экономической эффективности проекта. Методы оценки эффективности. Показатели экономической эффективности (срок окупаемости, чистый дисконтированный доход, индекс прибыльности, внутренняя норма рентабельности). Анализ чувствительности. Сравнительный анализ эффективности. Планирование проекта. Организация процесса реализации проекта. Типы процессов разработки: несвязный, координированный, интегрированный. Понятие об итерационном процессе разработки проекта. Планирование проекта. Структурное планирование, календарное планирование. Диаграмма Ганта. Понятие сетевого графика. Расчет движения наличности по проекту. Подготовка технического задания. Требования к содержанию и построению технического задания. Риски реализации проекта, связанные с техническим заданием. Разработка бизнес-планов. Оценка затрат. Метод СОСОМО. Метод функциональных значений. Понятие бизнес-плана. Цель и содержание стандартного бизнес-плана. Требования к бизнес-плану со стороны потенциального инвестора.

Аннотация дисциплины

Медицинская техника - Б1.В.ДВ.3.2

Цель дисциплины: изучение методов и приборов медицинской техники для диагностики состояния человека на основе использования всевозможных свойств и сигналов, присущих организму.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная по выбору дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Классификация приборов медицинской диагностики. Термины и определения. Открытие биоэлектричества. Строение клетки. Строение клеточной мембраны. Натрий-калиевый насос. Мембранный потенциал. Общая схема строения нервной системы. Нервная клетка. Электронейромиография. Строение скелетной мышцы. Диагностические методы и технические средства миографии. Миограф. Электрокардиография. Особенности строения и работы сердца. Топография сердца. Электрокардиограмма (ЭКГ). Съём сигнала ЭКГ. Реография. Формирование реограммы. Устройство реографа. Возможности реографии. Электроэнцефалография. Головной мозг. Отведение и запись электроэнцефалограммы. Компьютерные методы анализа электроэнцефалограммы. Измерители артериального давления. Методы измерения артериального давления. Приборы, используемые для измерения артериального давления. Ультразвуковые диагностические приборы. Ультразвук и особенности его распространения в биологических тканях. Классификация ультразвуковых приборов. Ультразвуковые преобразователи. Типы датчиков. Эффект Допплера. Биологические эффекты ультразвука. Лазерные приборы. Принцип действия. Устройство лазера. Виды лазеров. Лазеротерапия. Томография. История томографии. Классификация видов томографии. Магнитно-резонансная томография. Термография. Физические основы тепловидения. Теоретические основы медицинской термографии. Термограф. Методы проведения тепловизионной диагностики.

Аннотация дисциплины

Вихретоковый контроль - Б1.В.ДВ.4.1

Цель дисциплины: углубленное изучение всех аспектов аналитических расчетов и моделирования электромагнитных полей, дополняющих аналогичную дисциплину бакалаврского цикла, а также комбинированных методов, одним из которых является вихретоковый.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная по выбору дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Особенности НК для различных областей использования (авиация, космонавтика, машиностроение, энергетика (включая атомную), строительная индустрия (экология) в процессе производства оборудования и, в особенности, в процессе его эксплуатации. Применение ВТК для контроля размеров ОК, частей их составляющих и взаимного положения этих частей, а также структурного состояния поверхностных слоев. Изменение структурного состояния поверхностных слоев ОК в процессе производства или при эксплуатации и появление неоднородного распределения электромагнитных свойств материала проницаемости. Уравнения электромагнитного поля для таких ОК и возможности их решения: аналитические и методы численного моделирования. Анализ сигналов ВТ датчиков для тел регулярной формы и сложной формы. Зависимости сигналов для малых и больших сигналов от обобщенного параметра. Ознакомление с техническими требованиями заказчика и оценка возможности их выполнения ВТ методом. Аналитический расчет, моделирование с целью получения ориентировочных значений сигналов и оценки возможности решения задачи с помощью стандартных приборов с нестационарными датчиками, либо разработка узкоспециализированного прибора. Согласование с заказчиком комплекта образцов ОК (с набором известных характеристик), необходимых для получения реальной величины сигналов, а также для сдачи разработанного макета. Стадия проектирования и конструирования датчика и макета прибора. Задачи НК, трудно решаемые отдельными видами НК (контроль структуры и толщины отслоения тонких покрытий). Электротепловой метод, как комбинация теплового метода (нагрев ОК пропусканием тока) и измерение сопротивления ОК. Оценка источников погрешности. Теоретические основы электротеплового метода, сигналы ВТ и теплового датчиков, алгоритм их обработки, источники и оценка погрешностей. Стандартные амплитудно-фазовые методы обработки одночастотных сигналов, их реализация с учетом возможностей ПК. Обработка многочастотных сигналов (2,3) сигналов, как комбинация стандартных методов и возможностей ПК (сложение и вычитание сигналов разных частот); трудности и возможные неоднозначности решения задач. Алгоритмы обработки импульсных сигналов для выделения двух (реже трех) параметров ОК, источники погрешностей и оценка точности. Алгоритм обработки временной последовательности сигналов на выходе АЦП. Применение томографических методов обработки информации. Перспективы импульсного метода ВТ контроля. Обзор тенденций развития ВТ метода по материалам мировых конференций по НК.

Аннотация дисциплины

Методы неразрушающего контроля энергетического оборудования - Б1.В.ДВ.4.2

Цель дисциплины: изучение практических основ применения методов неразрушающего контроля для последующего использования полученных знаний при проведении неразрушающего контроля на объектах энергетики.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная по выбору дисциплина блока 1 по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 4.

Содержание разделов: Ультразвуковой метод контроля. Типы акустических волн. Отражение и преломление акустических волн. Акустическое поле и акустические преобразователи. Акустическое поле преобразователя, понятие ближней и дальней зоны, характеристика направленности преобразователя. Излучение и прием акустических волн. Фазированные решетки. Вихретоковый метод контроля. Переменное магнитное поле. Закон электромагнитной индукции. Потокосцепление. Вихревые токи. Глубина их проникновения в проводящую среду. Вихретоковые преобразователи. Зависимость сигнала преобразователя от параметров объекта контроля. Особенность контроля изделий из ферромагнитных материалов. Методы анализа сигналов преобразователей, уменьшение влияния мешающих факторов. Магнитный метод контроля. Характеристики магнитного поля. Преобразователи магнитного поля в электрический сигнал. Особенности измерений магнитной индукции постоянных, переменных и импульсных магнитных полей. Магнитная дефектоскопия, структуроскопия, толщинометрия.

Аннотация дисциплины

Магнитный контроль - Б1.В.ДВ.5.1

Цель дисциплины: изучение физических основ, технологии проведения магнитного неразрушающего контроля, технических средств неразрушающего контроля с целью оценки возможности безаварийной эксплуатации деталей машин, энергетического оборудования, грузоподъемных машин, трубопроводов, транспорта и других ответственных объектов.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная по выбору дисциплина блока 2 «Обязательные дисциплины» по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Магнитные величины, используемые в магнитном неразрушающем контроле (остаточная магнитная индукция и индукция насыщения, намагниченность, различные виды магнитной проницаемости). Намагничивание ферромагнетиков и методы определения магнитных параметров. Способы установления связи магнитных характеристик ферромагнитных объектов с их физико-химическими и магнитными свойствами. Классификация методов неразрушающих испытаний и место в них магнитного контроля. Основные свойства и характеристики индукционных, феррозондовых, полупроводниковых, магнитооптических преобразователей. Способы получения первичной информации. Сопоставление условий их применения при контроле различных типов изделий. Сравнение магнитных преобразователей с преобразователями в других видах неразрушающего контроля. Свойства и особенности магнитных порошков как магнитных индикаторов в неразрушающем контроле. Методы и средства намагничивания объектов контроля. Циркулярное, продольное и комбинированное намагничивание. Устройства для намагничивания. Расчет необходимой напряженности магнитного поля для проведения магнитного контроля. Особенности намагничивания в постоянном, переменном и импульсном магнитных полях. Размагничивание объектов контроля. Оценка степени остаточной намагниченности. Магнитная дефектоскопия как один из способов дефектоскопии. Требования к поверхности объекта контроля, подготовка объекта к контролю. Выявление дефектов при различных видах намагничивания. Контроль в приложенном и остаточном поле. Нанесение магнитного порошка или суспензии на поверхность объекта контроля. Осмотр деталей. Мешающие факторы при контроле сварных соединений и деталей сложной формы. Фиксация результатов магнитной дефектоскопии. Условные уровни чувствительности и условный дефект. Выбор режимов контроля по различным уровням в приложенном поле и методом остаточной намагниченности. Измерение напряженности магнитного поля на поверхности контролируемых деталей. Аппаратура для магнитопорошкового контроля. Универсальные, переносные и специализированные дефектоскопы. Способы размагничивания деталей. Дефектоскопия стальных канатов. Внутритрубные магнитные дефектоскопы. Дефектоскоп с поперечным намагничиванием. Технология определения пространственного положения магистральных трубопроводов и дефектов в них. Магнитографическая дефектоскопия.

Аннотация дисциплины

Прогнозирование ресурса машин и конструкций – Б1.В.ДВ.5.2

Цель дисциплины: Изучение методов теории вероятностей и теории надежности и безопасности для расчета машин и конструкций, находящихся под воздействием случайных природных и эксплуатационных нагрузок.

Место дисциплины в структуре ООП: вариативная по выбору дисциплина блока 2 «Обязательные дисциплины» по направлению подготовки магистратуры 12.04.01 Приборостроение (профиль: Приборы и методы контроля качества и диагностики). Количество зачетных единиц – 5.

Содержание разделов: Основные понятия теории надежности. Составные элементы надежности. Понятие отказа. Классификация отказов. Основные показатели безотказности. Показатели долговечности. Экспоненциальный закон надежности, другие аппроксимации. Надежность восстанавливаемого элемента. Функция распределения долговечности. Математическое ожидание числа восстановлений, плотность восстановления. Надежность сложных систем. Последовательное и параллельное соединения элементов, смешанные соединения. Резервирование. Типы резервирования. Резервирование элемента без восстановления. Нагруженный, облегченный и ненагруженный резервы. Резервирование с восстановлением. Схема размножения и гибели в теории надежности. Стационарное решение в схеме размножения и гибели. Применение схемы гибели к резервированию без восстановления. Понятие о деревьях отказов и деревьях событий. Понятие об оптимальном резервировании. Оценка показателей надежности по результатам испытаний. Типы и планы (стратегии) испытаний. Статистические оценки показателей безотказности и долговечности. Проверка гипотезы о законе распределения. Оценка параметра экспоненциального закона надежности. Основные пространства в теории надежности механических систем. Допустимая область в пространстве качества. Отказ как выброс вектора качества из допустимой области. Вероятность безотказной работы. Интенсивность выбросов случайного процесса за фиксированный уровень. Выбросы стационарного гауссовского процесса за фиксированный уровень. Выбросы случайного процесса за переменный и случайный уровни. Выбросы многомерного процесса из допустимой области. Оценки для вероятности безотказной работы с использованием числовых характеристик выбросов. Оценка снизу. Пуассоновская модель отказов. Односторонние и двухсторонние оценки для вероятности безотказной работы. Метод условных показателей надежности. Распределение экстремумов случайного процесса. Среднее число экстремумов. Плотность вероятности максимумов (минимумов) случайного процесса. Случай узкополосного стационарного процесса. Статистическая теория хрупкого разрушения. Модель идеально хрупкого тела. Стохастическое определение предела прочности. Функция распределения предела прочности. Асимптотическое распределение предела прочности. Распределение Вейбулла. Масштабный эффект при хрупком разрушении. Изменчивость предела прочности. Определение параметров распределения Вейбулла по результатам испытаний. Статистическая теория усталостного разрушения. Понятие о вероятностной поверхности усталости. Функция распределения предела выносливости. Накопление усталостных повреждений при случайных нагрузках. Мера повреждения. Линейное правило суммирования повреждений. Характеристическая долговечность при узкополосном стационарном гауссовском процессе нагружения. Применение методов теории надежности к обоснованию нормативных расчетов. Статистическое истолкование коэффициента запаса. Расчетные нагрузки и сопротивления. Коэффициенты перегрузки и однородности. Учет фактора времени при определении расчетных нагрузок.