АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ»

Целью освоения дисциплины является изучение измерительных технологий и методов обработки полученных результатов измерений, подготовка специалистов к решению задач, возникающих при проведении сложных измерений .

Задачи дисциплины:

- изучение общих принципов, приемов и правил получения результатов выполнения сложных измерений;
- изучение теоретических и практических вопросов точностного анализа и метрологической аттестации методик выполнения измерений;
- овладение основными методами обработки результатов измерений.

Для ее изучения студент должен знать:

- физические величин, единицы физических величин, основы приближенных вычислений, интегрального и дифференциального исчисления, гармонический анализ, теорию вероятностей и математической статистики, основы программирования, принципы нормирования точности и обеспечения взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц;

принципы выбора методов обеспечения и контроля требуемой точности деталей и сборочных единиц

Уметь:

- анализировать математические зависимости, вычислять эмпирические оценки параметров распределения случайных величин, производные, интегралы; устанавливать требования к точности изготовления деталей и сборочных единиц, исходя из обеспечения функционирования изделий;

Приобрести навыки:

- решения дифференциальных и алгебраических уравнений, программирования, пользования ЭВМ;
- пользования измерительными приборами, работы на компьютере, машиностроительного черчения и документирования экспериментальных данных.
- решения задач обеспечения взаимозаменяемости, нормирования и контроля точности изделий и их составных частей;
- определения требований к точности в конструкторской и технологической документации.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Содержание дисциплины

Модуль 1. Общие сведения об измерительных технологиях (измерительном эксперименте).

Понятие об измерительных технологиях. Методика выполнения измерений как наилучшая реализация метода измерений. Измерительная задача и этапы ее решения. Методика выполнения измерений и метод измерений как пути решения измерительной задачи.

Содержание и структура измерительной технологии: постановка измерительной задачи; построение математической модели; анализ правильности постановки измерительной задачи; планирование измерений, включая выбор и размещение средств измерений; создание условий для проведения измерений; получение экспериментальных данных; математическая обработка полученных экспериментальных данных, включая оценивание погрешности измерения.

Измерения научные и технические, их особенности и различия.

Модуль 2. Обработка результатов измерений.

Модели погрешности измерения и области их использования. Принцип оценивания погрешности измерения. Неопределенность измерений и ее оценка.

Обработка результатов измерений. Требования к методам обработки результатов измерений. Предварительный анализ экспериментальных данных. Группирование экспериментальных данных. Проверка гипотезы о виде распределения экспериментальных данных.

Алгоритм обработки результатов прямых многократных измерений. Модель погрешности результата измерения при прямых многократных измерениях. Оценка точности однократных (технических) измерений. Модель погрешности результата однократного измерения. Выбор числа измерений.

Обработка результатов косвенных измерений. Методическая погрешность косвенных измерений и ее источники.

Обработка совместных измерений, Сглаживание экспериментальных данных. Методика обработки результатов совместных измерений на основе метода наименьших квадратов. Линеаризация экспериментальных зависимостей.

Обработка результатов совокупных измерений. Особенности системы условных уравнений при наличии случайных и неисключенных систематических погрешностей.

Обработка результатов нескольких групп измерений. Понятие об однородности и равноточности измерений. Статистические гипотезы, проверка статистических гипотез статистические критерии, уровень значимости критерия, ошибки 1-го и 2-го рода. Проверка гипотезы о равноточности нескольких групп измерений. Проверка гипотезы об однородности нескольких групп измерений. Обработка результатов нескольких однородных равноточных групп измерений. Обработка результатов однородных неравноточных групп измерений.

Модуль 3. Точностный анализ измерительных технологий.

Задачи точностного анализа измерительных технологий. Этапы точностного анализа. Источники погрешностей. Погрешности

инструментальные, методические, субъективные.

Инструментальная погрешность измерения и ее оценка. Анализ причин неточных показаний измерительного прибора. Основная и дополнительная погрешности средств измерений и их нормирование. Две модели определения инструментальной погрешности в реальных условиях применения средств измерений и области их использования.

Методические погрешности измерений, их особенности и источники. Оценка методических погрешностей измерений, обусловленных неопределенностью (дисперсностью) объекта измерений; неадекватностью принимаемых математических моделей реальным объектам измерений; несовершенством методов измерений; упрощением зависимостей, положенных в основу измерений; неправильным использованием средств измерений; разницей между значениями измеряемой величины на входе средства измерений и в точке отбора; взаимодействием средства измерений и объекта измерений; влиянием внешних условий.

Субъективные погрешности измерений и их оценка: погрешности считывания значений измеряемой величины со шкал и диаграмм (погрешность интерполяции, погрешность от параллакса); погрешности обработки диаграмм без применения технических средств (при усреднении, суммировании измеренных значений); погрешности, вызванные воздействием оператора на объект и средства измерений погрешности от присутствия оператора, погрешности действия).

Влияние дисперсности объекта на выбор средств измерений по точности.

Модуль 4. Достоверность измерительного контроля.

Влияние погрешности измерения на результаты контроля. Ошибки контроля. Классификация деталей по результатам разбраковки. Условная вероятность ошибок контроля.

Достоверность контроля и ее количественная оценка. Определение количества неправильно принятых деталей m. Определение количества неправильно забракованных деталей n. Определение вероятностной предельной величины выхода размера c за предельные размеры y неправильно принятых деталей. Номограммы для определения параметров m, n и c. Определения параметров m, n и c при неизвестной точности технологического процесса. Определение требуемой точности контроля по заданным значениям параметров m, n и c. Влияние параметра c на эксплуатационные показатели изделий.

Выбор точности измерений. ГОСТ 8051-81 «Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм». Приемочные границы и способы их установления. Производственный допуск. Арбитражная перепроверка деталей.

Модуль 5. Методики выполнения измерений (МВИ) и их аттестация.

Основные этапы разработки МВИ: установление норм точности измерений и условий измерений; разработка модели объекта измерений; выбор параметров модели объекта в качестве измеряемых величин;

предварительный выбор методов и средств измерений; анализ источников погрешностей измерения; расчетная оценка составляющих погрешностей измерения; объединение составляющих в суммарную погрешность измерения; сопоставление полученной погрешности измерения с нормами точности. Содержание МВИ. Аттестация МВИ и ее задачи.

Экспериментальная оценка точности (правильности и прецизионности) методов и результатов измерений (ГОСТ Р ИСО 5725-2 – 2002). Эксперимент по оценке точности. Исходная модель результата измерений. Постановка эксперимента по оценке точности: планирование эксперимента, отбор лабораторий, отбор материалов.

Модуль 6. Общие методические положения технологии линейно-угловых измерений.

Цель и объект геометрических измерений. Основные понятия и определения в области геометрических измерений. Определение размера и погрешности геометрии. Качественные и количественные соотношения между геометрическими погрешностями. Гармонический анализ геометрических погрешностей. Заменяющая геометрия: текущий размер, прилегающий размер, средний размер, окружность минимальной зоны. Интерпретация нормируемых предельных размеров. Размер по сопряжению. Принцип подобия (принцип Тейлора или требование прилегания). Методическая погрешность измерения размеров и причины ее возникновения.

Измерительные контуры и принципы их построения: принцип наикратчайшей цепи, принцип Аббе.

Модуль 7. Точностный анализ технологий линейных измерений.

Погрешность измерения, зависящая от погрешности применяемых средств измерения. Расчет инструментальной составляющей погрешности измерения в реальных условиях эксплуатации средств измерений..

Погрешности измерения, зависящие от установочных мер. Область применения установочных мер. Требования к установочным мерам. Концевые меры длины и аттестованные детали. Расчет погрешности блока концевых мер длины. Погрешности настройки, возникающие из-за несоответствия формы концевых мер длины и объекта измерения. Аттестованные детали и установление требований к точности их изготовления и аттестации.

Погрешности измерения, зависящие от измерительной силы. Измерительная сила и ее влияние на погрешность измерения. Контактные деформации в месте контакта измерительного наконечника с деталью и их расчет. Выбор величины измерительной силы, Упругие деформации детали. Упругие деформации штативов и стоек.

Погрешности измерения, зависящие от температурных деформаций. Причины температурных погрешностей: отклонение температуры от нормальной; разность температур объекта измерения и средства измерения; колебание температуры окружающей среды; местный нагрев средств измерений руками оператора. Количественная оценка составляющей

погрешности измерений от температурных деформаций («температурный режим»). Термостатирование.

Погрешность базирования. Базирование. База, виды баз :конструкторская, технологическая, измерительная. Обозначение баз на чертеже. Основы базирования. Правило шести точек. Схемы базирования, условные обозначения опорных точек на схемах базирования. Основные принципы базирования: принцип постоянства базы, принцип совмещения баз. Принцип инверсии. Выбор измерительных баз. Погрешности базирования и причины их возникновения. Погрешности базирования из-за отклонения от параллельности линии измеряемого размера и линии измерения. Погрешности базирования деталей на призмах. Погрешности базирования на оправках. Влияние отклонений формы объекта измерения на погрешность базирования.

Погрешности установки измерительных наконечников. Выбор формы и размеров измерительных наконечников. Погрешности измерения из-за неправильного положения измерительных наконечников.

Погрешности измерения, зависящие от субъективных факторов.

Модуль 8. Технологии линейно-угловых измерений.

Типовые схемы и технологии линейных измерений. Методы измерений диаметров валов и отверстий Одноточечная схема измерения. Двухточечная схема измерения, ее преимущества и недостатки. Трехточечная схема измерения.

Прямые и косвенные измерения диаметров валов большого и среднего диаметра. Прямые и косвенные измерения диаметров отверстий. Специфические составляющие погрешности измерений диаметров отверстий: погрешность от смещения линии измерения в плоскости, перпендикулярной оси измеряемого отверстия; погрешность от смещения линии измерения в плоскости, проходящей через ось; погрешность от динамики процесса совмещения линии измерения; погрешность от настройки прибора. Измерения и контроль диаметров валов и отверстий с малыми размерами.

Методы измерения углов. Классификация методов измерения углов. Измерение углов методом сравнения с жесткими угловыми мерами: с использованием рычажно-механических приборов, метода световой щели, метода припасовки (притирки) по краске, пневматических приборов.

Прямые (гониометрические) методы измерения углов с использованием гониометров, угломеров, уровней, маятниковых угломерных приборов, оптических делительных головок, универсальных и инструментальных микроскопов.

Косвенные (тригонометрические) методы измерения углов с использованием синусной линейки; тангенсной линейки; шариков, роликов и концевых мер длины; координатных измерений.

Модуль 9. Технологии измерения отклонений формы и расположения поверхностей.

Общие требования к измерениям отклонений формы и расположения

поверхностей. Способы оценки годности детали при замене прямых измерений комплексных отклонений формы и расположения измерением составляющих отклонений. Применение упрощенных методов измерений. Метрологическая интерпретация требований, вытекающих из определений допусков формы и расположения по ГОСТ 24642-81: нормируемый участок; длина измерения; расположение и направление измеряемого сечения и направление линии измерения; исключение шероховатости поверхности при измерений отклонений формы и расположения поверхностей; базы для оценки отклонений формы; базы для оценки отклонений расположения и суммарных отклонений формы и расположения; исключение влияние отклонений формы при измерении отклонений расположения.

Специфические метрологические требования к средствам измерений отклонений формы и расположения поверхностей: формы и радиусы измерительных наконечников контактных приборов и устройств, частотные фильтры приборов, измерительная сила.

Погрешность измерения отклонений формы и расположения и ее оценка.

Технологии измерения отклонений от цилиндричности. Общие положения. Стратегии измерения отклонений от цилиндричности: метод поперечных сечений, метод образующих, метод винтовой линии, метод экстремальных значений. Выбор числа сечений, линий и точек. Методы измерений: измерение с применением прибора с прецизионным вращательным и прямолинейным перемещением (цилиндромера); измерение с установкой измеряемой детали в центрах; измерение с применением двухточечного измерительного прибора; измерение с применением аэростатически центрированного опорного элемента; измерение составляющих отклонения от цилиндричности и их суммирование.

Технологии измерения отклонений от круглости. Общие положения. Выбор числа плоскостей измерения и их расположения. Выбор предельных частот фильтра. Способы оценки отклонений от круглости. Методы измерения: Измерение с применением прецизионного вращения; измерение с применением образца круглости; измерение с применением аэростатически центрированного опорного элемента; измерение прибором для измерения радиального биения; измерение средствами для измерения диаметра: измерение с применением призмы (трехточечное измерение).

Технологии измерения отклонений профиля продольного сечения. Общие положения. Измерения непрерывные и дискретные. Выбор количества и расположения сечений и точек измерения. Определение результата измерения. Методы измерения: измерение прибором с прецизионным прямолинейным перемещением (цилиндромера, прямомера); измерение с установкой измеряемой детали в центрах; измерение с применением двухточечного измерительного прибора; измерение с применением измерительной головки и призмы; измерение с применением аэростатически центрированного опорного элемента; измерение составляющих отклонений профиля продольного сечения и их

суммирование.

Технологии измерения отклонений от плоскостности и прямолинейности. Общие положения. Способы оценки отклонений от плоскостности и прямолинейности. Методы измерения: измерение с применением поверочных плит и линеек; измерение с помощью компаратора; Измерение гидростатическими уровнями; измерение с помощью уровня; коллимационный и автоколлимационный методы измерения; измерение оптическими линейками; измерение визирным методом. Измерение отклонений от плоскостности интерференционным методом. Измерение отклонений от прямолинейности с помощью натянутой струны. Контроль плоскостности поверочной плитой на краску. Контроль прямолинейности с помощью лекальной линейки.

Технологии измерения отклонений от параллельности. Общие положения. Методы измерения отклонений от параллельности: плоскостей; оси и плоскости; прямых в плоскости; осей (или прямых) в пространстве.

Технологии измерения отклонений от перпендикулярности. Общие положения.: исключение влияния отклонений формы, выбор измерительных наконечников и опор, выбор количества и расположения плоскостей измерения, общие принципы определения результата измерения. Методы измерения отклонений от перпендикулярности: плоскостей плоскости и прямой; двух прямых.

Технологии измерения отклонений от соосности, пересечения осей и симметричности.

Технологии измерения радиального и торцового биений.

Модуль 10. Технологии измерения шероховатости поверхности.

Классификация приборов и устройств для измерения и оценки шероховатости поверхности. Методика измерений параметров шероховатости приборами профильного типа. Оптические методы измерения шероховатости. Контроль шероховатости с помощью образцов сравнения.