

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.26
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы и средства измерений, испытаний и контроля

(наименование дисциплины)

по специальности

27.03.02 Управление качеством

направление

Управление качеством

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 2 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	16	16
Лабораторные	4	4
Практические	12	12
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	32,25	32,25
Самостоятельная работа	39,75	39,75
Контроль		
Итого	72	72

Рабочую программу составил (и):

доцент, к.э.н. Зубкова Н.В.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 27.03.02 Управление качеством

Срок действия рабочей программы дисциплины до «01» сентября 2025 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании департамента бакалаврита (экономических и управленческих программ)

(протокол заседания № 1 от «01» сентября 2020 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов готовности использования знания в области методов и средств испытаний, измерений и контроля характеристик продукции.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Современные методы управления качеством и Всеобщее управление качеством.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Метрология, стандартизация и сертификация, Преддипломная практика и Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР.

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-8. Способен проводить работы по подтверждению соответствия продукции, систем управления качеством и их сертификацией	ОПК-8.1. - Способность проводить исследовательские, испытательные и контрольные работы с целью подтверждения соответствия качества продукции	Знать: виды и средства контроля, организацию проведения контрольных операций; организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения, методы и средства измерений величин, формы описания объектов измерения: величины, сигналы, измерительная информация
		Уметь: подбирать средства и методы испытаний и контроля, проводить контроль качества продукции на любом этапе жизненного цикла, планировать и проводить испытания новых видов продукции; использовать нормативно-техническую документацию в части законодательной метрологии, выбирать метод и средства измерения, обеспечивающий минимальную погрешность измерений, оценивать свойства средств измерений
		Владеть: методиками оценки и контроля качества, методологией разработки программ испытаний, навыками работы с испытательным оборудованием; методами статистической обработки информации для ее анализа и принятия решений, методами выбора средств измерений оценки метрологической обеспеченности производственных предприятий

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Средства и методы измерений	Лек 1	Сущность и назначение измерений. Классификация, область, принципы измерений.	7	2	-	-	-
	Лаб 1	Измерение диаметральных и линейных размеров.	7	2	-	-	Лабораторная работа 1
	Лек 2	Шкала измерений. Измерительные сигналы	7	2	-	-	
	Лаб 2	Измерение внутренней конусности инструментального конуса. Косвенные измерения плоскости материала цилиндрических деталей	7	2	-	-	Лабораторная работа 2
	Лек 3	Средства измерений. Метрологические характеристики средств измерений	7	2	-	-	
	Пр 1	Скобы с отсчетным устройством	7	2	-	-	Расчетная работа 1
	Лек 4	Основные понятия теории погрешности	7	2	-	-	
	Пр 2	Измерение отклонения от плоскостности и оценка притираемости концевых мер длины	7	2	-	-	Расчетная работа 2
	Пр 3	Обработка результатов прямых и косвенных измерений. Обработка результатов измерений объектов	7	2	-	-	Расчетная работа 3
	Ср	Самостоятельная работа	7	17,4	-	-	
Модуль 2. Методы и средства контроля	Лек 5	Сущность и назначение контроля. Основные термины и определения. Виды контроля	7	2	-	-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 4	Определение плана контроля. Принятие решения относительно контролируемой партии	7	2	-	-	Расчетная работа 4
	Лек 6	Приемочный и входной контроль. Дефекты, причины их проявления, влияние на работоспособность	7	2	-	-	
	Пр 5	Построение формы (бланка) двойной контрольной карты	7	2	-	-	Расчетная работа 5
	Ср	Самостоятельная работа	7	12,35	-	-	
Модуль 3. Методы и средства испытаний	Лек 7	Испытания. Основные термины и определения. Виды испытаний.	7	2	-	-	
	Пр 6	Определение индекса пригодности процесса	7	2	-	-	Расчетная работа 6
	Лек 8	Аттестация испытательного оборудования. Внешние воздействующие факторы.	7	2	-	-	
	Ср	Самостоятельная работа	7	10			
Промежуточная аттестация	ПА		7	0,25	-	-	-
Итого:				72	-		

Схема расчета итогового балла

Бально-рейтинговая система не применяется, т.к. дисциплина изучается на 4-м курсе.

5. Образовательные технологии

С целью формирования компетенций у студентов в учебном процессе используется технология традиционного обучения.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написания конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.). Прослушивание аудио – и видеозаписей по заданной теме, решение, кейс-задач и др.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации деятельности, воспитывает целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, развивает у них навык завершать начатую работу.

Виды самостоятельной работы студентов:

1. повторение пройденного учебного материала, чтение рекомендованной литературы;
2. подготовку к практическим занятиям (ДЛЯ ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ);
3. работу с электронными источниками;
4. подготовку к сдаче экзамена (зачета).

Изучение теоретического материала определяется рабочей учебной программой дисциплины, включенными в нее календарным планом изучения дисциплины и перечнем литературы; рекомендуется при подготовке к занятиям повторить материал предшествующих тем рабочего учебного плана, а также материал предшествующих учебных дисциплин, который служит базой изучаемого раздела данной дисциплины.

При подготовке к практическому занятию необходимо изучить материалы лекции, рекомендованную литературу. Изученный материал следует проанализировать в соответствии с планом занятия, затем проверить степень усвоения содержания вопросов.

При подготовке к экзамену (зачету) следует руководствоваться перечнем вопросов для подготовки к итоговому контролю по курсу. При этом необходимо уяснить суть основных понятий дисциплины.

Самостоятельная работа студентов, прежде всего, заключается в изучении литературы, дополняющей материал, излагаемый в лекционной части курса. Необходимо овладеть

навыками библиографического поиска, в том числе в сетевых Интернет-ресурсах, научиться сопоставлять различные точки зрения и определять методы исследований.

Предполагается, что, прослушав лекцию, студент должен ознакомиться с рекомендованной литературой из основного списка, затем обратиться к источникам, указанным в библиографических списках изученных книг, осуществит поиск и критическую оценку материала на сайтах Интернет, соберет необходимую информацию.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
7	ОПК-8. Способен проводить работы по подтверждению соответствия продукции, систем управления качеством и их сертификацией	<i>Вопросы к зачету №1-40</i> <i>Расчетная работа с 1 по 6</i> <i>Лабораторная работа 1 и 2</i>

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Лабораторные работы

Модуль 1. Средства и методы измерений

Лабораторная работа 1 «Измерение диаметральных и линейных размеров»:

Задание 1. Измерение диаметральных и линейных размеров штангенинструментами и микроинструментами

Цель работы: ознакомиться с основными положениями единой системы допусков и посадок; изучить устройство и назначение штангенинструментов и микроинструментов.

Приборы: штангенциркуль, штангенглубиномер, штангенрейсмас, микрометрический нутромер, микрометр, микрометрический глубиномер.

По заданию преподавателя студент измеряет одну из деталей, представленных на рис. 1 – 4 (раздаточный материал).

1. Проверить правильность установки применяемого инструмента на нуль; если нулевая установка нарушена, произвести её.

2. Измерить каждый размер инструментом, указанным в табл. 1 – 4 (раздаточный материал). Действительные размеры записать в колонку 2 табл. 5 (раздаточный материал) с точностью, позволяемой данным инструментом.

3. Из табл. 6 (раздаточный материал) найти цифровые отклонения, соответствующие условным буквенным обозначениям отклонений размеров, и занести результаты измерения деталей в колонки 3, 4 табл. 5. (раздаточный материал).

4. Определить предельные (наибольшее и наименьшее) допускаемые значения каждого размера и занести в колонки 5 и 6 табл. 5 (раздаточный материал).

Оформление отчета:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Эскиз детали с простановкой размеров и предельных отклонений (в буквенном и цифровом обозначении).
4. Заполненная таблица: одну по своему варианту(из табл. 1 – 4) и табл. 5-6 (раздаточный материал).

Задание 2. Измерение внутреннего диаметра гильзы цилиндра с помощью индикаторного нутрометра

Цель работы: изучить устройство и приемы работы с индикаторным нутромером; измерить диаметр внутренней поверхности гильзы цилиндра двигателя в нескольких сечениях; определить погрешность формы этой поверхности в поперечном и продольном сечениях и отклонение от цилиндричности.

Приборы: индикаторный нутромер модели НИ 100, индикатор часового типа ИЧ 10, набор №83 концевых мер длины 2-го класса точности, державка для крепления блока концевых мер длины, штангенциркуль ШЦ-II.

Порядок выполнения работы:

Для определения погрешности в продольном сечении измерения проводятся по шесть раз (рис. 2, а – раздаточный материал) в двух взаимоперпендикулярных плоскостях,

например, I-I и IV-IV (рис. 2, б – раздаточный материал). Сечения для измерения погрешности формы в поперечном сечении показаны на рис. 2, б (раздаточный материал). Измерения провести на расстоянии 20 мм от торца гильзы и по середине.

1. Измерить внутренний диаметр гильзы с помощью штангенциркуля. Округлить результат до ближайшего целого числа в миллиметрах.

2. Подобрать по этому числу концевую меру длины (плитку) или блок концевых мер. Концевые меры 3 (рис. 3 – раздаточный материал) установить в струбину 1 между боковиками 2 и закрепить винтом 5.

3. Установить в головке нутромера сменный измерительный стержень, соответствующий номинальному размеру измеряемого отверстия.

4. Установить индикатор в нутромере так, чтобы обеспечился предварительный натяг нутромера и индикатора, соответствующий приблизительно одному обороту стрелки.

5. Поместить индикаторный нутромер измерительными наконечниками между боковиками струбины и, выворачивая измерительный стержень, сообщить измерительному наконечнику натяг, соответствующий 2 – 3 оборотам стрелки индикатора. Застопорить измерительный стержень контргайкой.

6. Установить нутромер 4 на нуль. Для этого производят легкое покачивание прибора в плоскости измерения. Кратчайший (действительный) размер между боковиками 2 определяют по предельной точке движения индикаторной стрелки. В этом положении путём вращения циферблата за ободок совмещают нулевой штрих со стрелкой. Обратить внимание и на положение малой стрелки индикатора, отсчитывающей число полных оборотов большой стрелки.

7. Определить отклонение от цилиндричности из обеих групп измерений.

Оформление отчета:

1. Название и цель работы.
2. Устройство нутромера.
3. Используемые средства измерений и их характеристика.
4. Метод измерений.
5. Условия выполнения измерений.
6. Схема настройки нутромера.
7. Результаты измерений и расчетов, оформленные в виде табл. 1-3 (раздаточный материал) и выводы.

Критерии оценки лабораторных работ.

- «зачтено» – лабораторная работа выполнена и написаны выводы по ее результатам;
- «не зачтено» – лабораторная работа не выполнена.

Лабораторная работа 2 «Измерение внутренней конусности инструментального конуса. Косвенные измерения плоскости материала цилиндрических деталей»:

Задание 1. Измерение внутренней конусности инструментального конуса.

Цель работы: ознакомиться с системой допусков на конические соединения и с косвенным методом измерения параметров внутреннего конуса; привить практические навыки в работе с контрольно-измерительными приборами.

Приборы: два металлических шарика, размеры которых выбираются в зависимости от размеров измеряемой детали; поверочная плита; штангенглубиномер ШГ-125-0,05; микрометр гладкий МК 25-1; штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1-1.

Порядок выполнения работы:

1. Измерить гладким микрометром диаметры шариков D и d . Перед измерением проверить настройку микрометра на ноль. Результаты измерений запишите в табл. 1 (раздаточный материал).
2. Вставить в конусное отверстие инструментального конуса (рис. 1 – раздаточный материал) меньший шарик диаметром d и штангенглубиномером измерить расстояние H .
3. Установить больший шарик диаметром D в отверстие инструментального конуса и измерьте расстояние h . Результаты измерения занести в табл. 1 (раздаточный материал).
4. Измерить штангенциркулем с губками для измерения внутренних размеров размер D_k конуса (рис. 1). Результат занести в табл. 1.
5. Определить по ближайшему значению диаметра конуса D_k определите номер конуса Морзе. Результат занести в табл. 2 (раздаточный материал).
6. Рассчитать конусность внутреннего конуса и сравнить со стандартным значением, приведенным в табл. 2 (раздаточный материал). Результаты записать в табл. 3 (раздаточный материал).
7. Рассчитать угол конуса α в градусах и сравнить со стандартным значением. Результаты конуса Морзе записать в табл. 3 (раздаточный материал).

Оформление отчета:

1. Название и цель работы.
2. Характеристика измерительных приборов.
3. Схема измерения конусности.
4. Результаты измерения (табл. 1 – раздаточный материал).
5. Результаты расчета (табл. 3 – раздаточный материал).
6. Выводы.

Задание 2. Косвенные измерения плотности материала цилиндрических деталей.

Цель работы: ознакомиться с косвенными измерениями и их разновидностями; привить навыки в измерении плотности материала изделий и веществ.

Приборы: весы лабораторные технические; разновесы; микрометры гладкие.

Порядок выполнения работы:

1. Определить нормы точности. Относительная погрешность измерения размеров составляет 0,1%, а относительная погрешность измерения массы – 0,8%. Относительную погрешность измерения плотности материала определим как среднее квадратичное отклонение и получим 0,86%.
2. Объекты и средства измерения. Объектом измерения являются пять металлических цилиндрических деталей разных размеров, изготовленных из одной заготовки.
Средства измерений: весы лабораторные технические; разновесы; микрометры гладкие, ГОСТ 6507-90.
3. Метод измерений. Для определения плотности материала деталей использованы два варианта метода сравнения с мерой (метода противопоставления):
 - 1) многократные измерения аргументов одной искомой величины;
 - 2) косвенные измерения с изменяющимися аргументами.
4. Условия выполнения измерений: температура окружающей среды $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$; относительная влажность окружающего воздуха $(58 \pm 10)\%$.
5. Подготовка к измерениям. Перед проведением измерений необходимо:
 - проверить установку шкалы микрометров на ноль;

– с помощью регулировочных винтов и отвеса установить весы в горизонтальное положение.

6. Провести косвенные измерения плотности материала детали первым способом (многократные измерения аргументов одной детали).

Взять одну из измеряемых деталей (лучше наибольшую) и с помощью лабораторных весов и разновесов определить ее массу. Измерение повторить пять раз, результат занести в табл. 1 (раздаточный материал). При взвешивании детали на рычажных весах с помощью разновесов, аттестованных по массе (кг, г), мы определяем непосредственно ее массу, а не вес.

Измерить микрометром диаметр детали и ее высоту. Измерения проделать пять раз в разных продольных и поперечных направлениях. Результат занести в табл. 1 (раздаточный материал).

По формуле (2) рассчитать среднее значение массы. Рассчитать значения объема детали при каждом измерении ее диаметра и высоты. По формуле (3) найти среднее значение объема. По формуле (1) определить действительное значение плотности материала детали. Результаты расчетов занести в табл. 1 (раздаточный материал).

Провести косвенные измерения плотности материала детали вторым способом (измерение с изменяющимися аргументами).

Измерить с помощью лабораторных весов массу одной детали.

Измерить гладким микрометром диаметр и высоту этой же детали.

Рассчитать объем и плотность материала детали. Результаты измерений и расчетов занести в табл. 2 (раздаточный материал).

Повторить аналогичные операции для остальных деталей, записывая каждый раз результаты в табл. 2 (раздаточный материал). По формуле (4) определить действительное значение плотности материала деталей.

7. Сравнить действительное значение плотности материала деталей, определенное первым и вторым косвенными способами. Объясните расхождения в значениях.

8. Оформить результаты измерений. Результаты измерений необходимо оформить в виде таблиц. Расчеты по обработке результатов приводить в виде конечных формул с расшифровкой их параметров.

Оформление отчета:

1. Название и цель расчетной работы.
2. Понятие косвенных измерений.
3. Перечень используемых средств измерений и их характеристику.
4. Методы измерений, применяемые в данной расчетной работе.
5. Результаты измерений первым способом.
6. Результаты измерений вторым способом.
7. Выводы.

Критерии оценки лабораторных работ:

– «зачтено» – лабораторная работа выполнена и написаны выводы по ее результатам;

– «не зачтено» – лабораторная работа не выполнена.

7.2.2. Расчетные работы

Модуль 1. Средства и методы измерений

Расчетной работы 1 «Скобы с отчетным устройством»:

Цель работы: ознакомить с конструкцией и назначением прибора; привить навыки в обращении с ним; определить действительные размеры деталей и дать заключение об их годности.

Приборы: рычажная скоба, плоскопараллельные меры длины, цилиндрическая деталь, линейка, циркуль.

Порядок выполнения работы:

1. Оформить результаты наблюдений в табл. 5 со сравнительными параметрами в нормативно-технической документации, если измерения связаны с испытаниями или с контролем качественной продукции.

Таблица 5 – Результаты наблюдений

№ изделия	Нормы параметров из ТУ, НТД, чертежа, техпроцесса и т.д.						
	Предел измерения, мм	Цена деления шкалы, мм	Диапазон измерений, мм	Погрешность показания СИ, мм	Диаметр вала, мм	Показания СИ, мм	Σ ср
1	25-50	0,002	$\pm 0,14$	0,002	$8 \pm 0,005$	7,9960	7
2						7,9956	,9955
3						7,9950	

2. При обработке результатов наблюдений необходимо пользоваться следующими основными формулами:

а) оценка математического ожидания случайной величины X по результатам отдельных наблюдений X_1, X_2, \dots, X_n этой величины является среднее арифметическое;

б) проводятся 3 наблюдения при измерениях. Если есть различия по величине – X_{max} и X_{min} , то поправки существуют и следует оценить норму однократности измерений. К такой норме относится известная зависимость.

Оформление отчета:

1. Название и цель работы.
2. Устройство скобы.
3. Используемые средства измерений и их характеристика.
4. Метод измерений.
5. Условия выполнения измерений.
6. Схема настройки скобы.
7. Результаты измерений и расчетов, выводы.

Критерии оценки лабораторных работ:

- «зачтено» – лабораторная работа выполнена и написаны выводы по ее результатам;
- «не зачтено» – лабораторная работа не выполнена.

Расчетной работы 2 «Измерение отклонения от плоскостности и оценка притираемости концевых мер длины»:

Цель работы: ознакомиться с назначением и основными техническими характеристиками плоскопараллельных концевых мер длины. Научиться составлять блоки концевых мер нужного размера. Измерить отклонение от плоскостности интерференционным методом. Провести внешний осмотр, оценку притираемости к плоской стеклянной пластине.

Средства измерений: плоская стеклянная пластина, концевые меры длины.

Методы измерений: при измерении отклонения от плоскостности концевой меры длины применяют косвенные измерения, т. к. измеряют величину прогиба интерференционных полос и расстояние между ними, а искомое значение отклонения от плоскостности рассчитывают по формуле. При оценке притираемости концевых мер длины используют прямые измерения - усилие сдвига двух мер относительно друг друга. В том и другом случаях измерения проводят методом непосредственной оценки.

Порядок выполнения работы: для выполнения работы необходимо:

- 1) получить допуск к работе, концевые меры и стеклянную пластину;
- 2) провести измерение отклонения от плоскостности, зарисовать интерференционные полосы;
- 3) провести внешний осмотр и проверку притираемости;
- 4) сделать выводы.

Содержание отчета.

- 1) цель и название работы;
- 2) описание средств измерений;
- 3) результаты измерения отклонения от плоскостности: схематичное изображение интерференционных полос, расчеты величины Δ ;
- 4) результаты внешнего осмотра и оценки притираемости плоскопараллельной концевой меры длины к стеклянной пластине;
- 5) выводы.

Критерии оценки расчетных работ:

- «зачтено» – расчетная работа выполнена и написаны выводы по ее результатам;
- «не зачтено» – расчетная работа не выполнена.

Расчетной работы 3 «Обработка результатов»:

Задание 1. Обработка и объединение прямых результатов измерений.

Цель работы: научить обрабатывать результаты прямых измерений и объединять их.

Работа 1. Вольтметром измерено 10 отсчетов напряжение U в электрической цепи. Вольтметр, класс точности которого $K=2,5$, имеет максимальное значение шкалы, равное $A=200$ В. Результаты измерений представлены в таблице. Обработать результаты измерений, обеспечив 98% надежность оценки напряжения.

Работа 2. (выполняется самостоятельно) В трех различных условиях измерено сопротивление одного и того же проводника. Результаты измерений представлены в виде: $R_1 = 11 \pm 2$ Ом; $R_2 = 12 \pm 2$ Ом; $R_3 = 10 \pm 3$ Ом. Необходимо объединить эти измерения.

Содержание отчета.

- 1) цель и название работы;
- 2) результаты выполняемой работы;
- 3) выводы.

Задание 2. Обработка результатов косвенных измерений.

Цель работы: научить обрабатывать результаты косвенных измерений.

Работа 1. Прямыми измерениями найдены значения массы m , радиуса R и линейной скорости v равномерного вращения по окружности материальной точки. Необходимо оценить значение центробежной силы F , действующей на материальную точку.

Работа 2. (выполняется самостоятельно) Пусть прямыми измерениями найдены значения элементов последовательного колебательного контура. Активного сопротивления $R_1 = 10 \pm 1 \text{ Ом}$. Индуктивности $L = 30 \pm 1,5 \text{ мГ}$. Емкости $C = 100 \pm 2 \text{ мкФ}$. В контуре возбуждены вынужденные колебания на частоте с рад $\omega = 1000$. Амплитуда источника ЭДС $E = 10 \text{ В}$. Связь между амплитудой тока и параметрами элементов контура определяется соотношением.

Сравнить трудоемкость вычисления погрешностей косвенных измерений по двум алгоритмам.

Содержание отчета.

- 1) цель и название работы;
- 2) результаты выполняемой работы;
- 3) выводы.

Задание 3. Обработка результатов прямых измерений объектов.

Цель работы: научить обрабатывать результаты прямых измерений объектов.

Работа 1. Обработка прямых измерений массы. Известны инструментальная погрешность, число отсчетов, доверительная вероятность, коэффициент доверия. Проверить отсчеты на наличие промахов, Вычислить случайную составляющую погрешности и полную погрешность.

Работа 2. Обработка прямых измерений радиуса вращения. Известны инструментальная погрешность, число отсчетов, доверительная вероятность, коэффициент доверия. Вычислить случайную составляющую погрешности и полную погрешность.

Работа 3. (выполняется самостоятельно) Обработка прямых измерений скорости вращения. Известны инструментальная погрешность, число отсчетов, доверительная вероятность, коэффициент доверия. Вычислить случайную составляющую погрешности. Вычислить случайную составляющую погрешности и полную погрешность.

Работа 4. (выполняется самостоятельно) Обработка косвенных измерений центробежной силы. Известны инструментальная погрешность, число отсчетов, доверительная вероятность, коэффициент доверия. Вычислить случайную составляющую погрешности. Вычислить относительную и абсолютную погрешности погрешность.

Работа 5. (выполняется самостоятельно) Обработка прямых измерений центробежной силы. Известны инструментальная погрешность, число отсчетов,

доверительная вероятность, коэффициент доверия. Вычислить случайную составляющую погрешности. Вычислить случайную составляющую погрешности и полную погрешность.

Содержание отчета.

- 1) цель и название работы;
- 2) результаты выполняемой работы;
- 3) выводы.

Критерии оценки расчетных работ:

- «зачтено» – расчетная работа выполнена и написаны выводы по ее результатам;
- «не зачтено» – расчетная работа не выполнена.

Модуль 2. Средства и методы контроля

Расчетной работы 4 «Определение плана контроля. Принятие решения относительно контролируемой партии»:

Задание 1. Определение плана контроля.

Цель работы: ознакомиться с алгоритма определения плана контроля.

Работа 1. Продукция поступает на контроль партиями объемом 1500 – 1600 единиц. Приемлемый уровень качества $AQL = 6,5\%$.

А. Уровень контроля II общий, контроль нормальный, одноступенчатый. Определить план контроля. Нарисовать схему контроля.

Б. Уровень контроля I общий. Определить план контроля. Сравнить риски поставщика и потребителя при использовании I общего и II общего планов ($LQ = 18\%$).

В. Уровень контроля II общий, контроль нормальный, двухступенчатый. Определить план контроля. Нарисовать схему контроля. Сравнить средний объем проконтролированных изделий одноступенчатого и двухступенчатого контроля.

А. По табл. 1 (раздаточный материал) стандарта (СТБ ГОСТ Р 50779.71–2001) по объему партии и уровню контроля находим код объема выборки – K . По коду объема выборки и AQL для одноступенчатого нормального контроля определяем план контроля: объем выборки, приемочное (A_c) и браковочное (R_e) числа. План контроля: $N = 125$; $A_c = 14$, $R_e = 15$

Схема контроля приведена на рис. 2 (раздаточный материал).

Если установленное в ходе контроля число несоответствующих единиц или несоответствий будет меньше либо равно 14, то партия будет принята, если 15 и более – отклонена.

Б. По табл. 1 (раздаточный материал) (СТБ ГОСТ Р 50779.71–2001) стандарта для уровня контроля I определяем код объема выборки – H . Находим план контроля: $n = 50$, $A_c = 7$, $R_e = 8$.

Риски поставщика α и потребителя β находим по оперативным характеристикам планов контроля: график K для II уровня и график H для I уровня.

$\alpha = 100 - P_{AQL}$, т. е. риск поставщика, %, равен 100 минус вероятность принять продукцию с уровнем несоответствий, равным AQL .

$\beta = P_{LQ}$, т.е. риск потребителя равен вероятности принять партию с уровнем несоответствий, равным AQL .

По оси X графиков K и H откладываем AQL для нахождения α и LQ для нахождения β .

По соответствующей кривой AQL находим вероятность принять партию и рассчитываем α и β .

С изменением уровня контроля с II на I уменьшается объем выборки со 125 до 50 единиц, при этом риск поставщика остается практически неизменным, а риск потребителя сильно возрастает (с 5 до 30%).

В. По таблицам стандарта (код K , двухступенчатый нормальный контроль) находим план контроля:

первой ступени $n_I = 80$; $Ac_I = 7$, $Re_I = 11$;

второй ступени $n_{II} = 80$; $Ac_{II} = 18$, $Re_{II} = 19$.

Последовательность проведения двухступенчатого контроля приведена на рис. 3 (раздаточный материал).

Для сравнения среднего объема проконтролированных изделий одноступенчатого и двухступенчатого планов контроля необходимо воспользоваться таблицей IX стандарта. Находим необходимый график ($Ac = 14$ для одноступенчатого контроля). По графику, двигаясь по стрелке, находим, что средний объем двухступенчатого контроля равен 0,6 от объема одноступенчатого контроля (первая кривая на графике), что равно $125 \times 0,6 = 75$ единиц продукции.

Таким образом, при использовании двухступенчатого плана контроля средний объем проконтролированных изделий уменьшается на 50 единиц.

Работа 2. (выполняется самостоятельно) Продукция поступает на контроль партиями по N единиц. Приемлемый уровень качества AQL , %.

А. Уровень контроля II общий, контроль нормальный, одноступенчатый. Определить план контроля. Нарисовать схему контроля.

Б. Определить план ослабленного и усиленного контроля. Нарисовать схему переключений с нормального на усиленный и ослабленный контроль.

В. Уровень контроля I общий. Определить план контроля. Сравнить риски поставщика и потребителя при использовании I общего и II общего планов.

Г. Уровень контроля II общий, контроль нормальный, двухступенчатый. Определить план контроля. Нарисовать схему контроля. Сравнить средний объем проконтролированных изделий одноступенчатого и двухступенчатого контроля. Значения величин N , AQL , LQ для каждого варианта приведены в табл. 4 (раздаточный материал).

Содержание отчета.

- 1) цель и название работы;
- 2) описание средств измерений;
- 3) результаты определения плана контроля;
- 5) выводы.

Задание 2. Принятие решения относительно контролируемой партии.

Цель работы: ознакомиться с методикой принятия решения относительно контролируемой партии.

Работа 1. Согласно техническим условиям на продукцию, максимальная температура работы прибора не должна превышать 60°C . Контролируются партии продукции объемом 100 единиц. Уровень контроля II общий, контроль нормальный, $AQL = 2,5\%$.

В результате контроля получены следующие измеренные значения температуры: 53, 57, 49, 58, 59, 54, 58, 56, 55, 50°C . Следует определить, соответствует ли партия критерию приемки.

Приемочный контроль по количественному признаку может осуществляться тремя способами: k -способом, графическим и способом с использованием максимального выборочного отклонения $MSSD$. Для оценки партии продукции будем использовать S -метод, который является основным для применения.

k -способ. По уровню контроля и объему партии из стандартов находят код объема выборки. По коду и AQL определяют объем выборки и контрольный норматив k . Если U и L имеют разные AQL , то определяют два контрольных норматива k_U и k_L . Взяв случайным образом выборку этого объема, измеряют показатель качества X . Рассчитывают статистические характеристики и S . Если X выходит за пределы поля допуска, партия считается бракованной, т. е. если $X > U$ или $X < L$, партия бракуется сразу, если нет, то определяют статистику качества по формулам.

Статистику качества сравнивают с контрольным нормативом k .

Если $Q_U \geq k$ или $Q_L \geq k$ (при одностороннем допуске), $Q_U \geq k_U$ и $Q_L \geq k_L$ (при двухстороннем допуске), партия принимается. Если условия не выполняются – партия бракуется.

Из таблиц стандарта ГОСТ Р 50779.74–99 находим, что объем выборки – 10 единиц, контрольный норматив $k = 1,41$. Значения необходимых параметров приведены в табл. 7 (раздаточный материал).

Данная партия удовлетворяет критерию приемки и, следовательно, принимается.

Графический способ. Используя данные предыдущего примера, воспользуемся графическим способом для оценки качества партии.

Для использования графического метода при одностороннем допуске необходимо построить прямую $X = U - kS$ для верхнего предельного значения или $X = L + kS$ для нижнего предельного значения с осями координат X – вертикальная ось, S – горизонтальная ось.

Для двухстороннего допуска необходимо построить следующие прямые: $X = U - kS$ для верхнего предельного значения и $X = L + kS$ для нижнего предела. При контроле по верхнему предельному значению допуска зона приемки располагается под прямой.

При контроле по нижнему значению она лежит над прямой. При двухстороннем допуске зона приемки соответствует зоне, ограниченной двумя прямыми.

Точку с координатами (S, X) , которые рассчитаны по результатам измерений показателей качества изделий выборки, необходимо нанести на график. Если эта точка попадает в зону приемки, партия будет принята, если нет – отклонена.

Для решения задания построим прямую $X = U - kS$, $k = 1,41$.

Прямая проходит через точки $(2; 57,18)$, $(0; 60)$. Зона приемки находится под прямой.

Точку с координатами $(3,414; 54,9)$ наносят на график (рис. 5 – раздаточный материал). Так как точка попадает в зону приемки, то партию принимают.

Критерий с использованием максимального выборочного стандартного отклонения – $MSSD$. Для некоторого устройства установлены требования по температуре: минимум $60,0^\circ\text{C}$ и максимум $70,0^\circ\text{C}$. Продукция контролируется партиями по 96 изделий. Уровень контроля II общий, контроль нормальный, $AQL = 1,5\%$.

Полученные в ходе контроля значения температуры равны: 63,5; 62,0; 65,2; 61,7; 69,0; 67,1; 60,0; 66,4; 62,8; 68,0 $^\circ\text{C}$. Требуется найти соответствие критерию приемки.

$MSSD$ – максимальное выборочное стандартное отклонение – это наибольшее допускаемое выборочное стандартное отклонение. Такой способ используют только в том случае, если заданы U или L с одним AQL .

Из таблиц стандарта находят коэффициент f_S , который устанавливает зависимость между максимальным выборочным отклонением и разностью U и L .

Если $S > MSSD$ – партия отклоняется сразу, если нет, то для принятия решения используется график в стандартах. Вычисляют величины и отмечают точку, соответствующую этим значениям на графике, выбранном в стандарте. Если точка попадает в зону приемки, партию принимают, если нет – отклоняют.

Для решения задания из таблиц стандарта находим, что объем выборки – 10 единиц.

Значение f_s , найденное в стандарте, равно 0,276.

Значения необходимых параметров приведены в табл. 8 (раздаточный материал).

Соответствующая кривая приемки берется из диаграммы $S - F$.

Рассчитывают координаты точки, которую наносят на график.

Эта партия отклоняется, так как точка с координатами (0,301; 0,457) выходит за границы кривой приемки для $AQL = 1,5\%$.

Эта партия могла быть сразу отклонена, так как $S > MSSD$.

Работа 2. (выполняется самостоятельно) На контроль поступила партия из 100 стабилизаторов напряжения. Установлены верхняя U и нижняя L границы стабилизируемого напряжения и значения AQL , %, для верхней и нижней границ. Уровень контроля II общий, нормальный.

Требуется определить план контроля. В результате контроля получены следующие значения стабилизируемого напряжения: 205, 210, 220, 215, 207, 203, 210, 212, 208, 213 В. Необходимо принять решение относительно контролируемой партии. Значения U , L , AQL_U , AQL_L для каждого варианта приведены в табл. 6 (раздаточный материал).

Содержание отчета.

- 1) цель и название работы;
- 2) результаты принятия решения;
- 3) выводы.

Критерии оценки расчетных работ:

- «зачтено» – расчетная работа выполнена и написаны выводы по ее результатам;
- «не зачтено» – расчетная работа не выполнена.

Расчетной работы 5 «Построение формы (бланка) двойной контрольной карты»:

Цель работы: ознакомиться с алгоритма построения формы (бланка) двойной контрольной карты.

Работа 1. Технологический процесс изготовления деталей является налаженным, если диаметр деталей d равен $\mu_0 = 50$ мм, а рассеивание параметра равно $\sigma_0 X = 3$ мм. Построить форму (бланк) двойной контрольной карты – S . Регулирование будет осуществляться по мгновенным выборкам, объемом $n = 5$ единиц. Необходимо разработать две формы контрольных карт Шухарта – X -карту и S -карту, которые будут представлять двойную контрольную карту и анализироваться парно. Для построения формы контрольных карт необходимо определить центральную линию CL и две границы регулирования: верхнюю UCL и нижнюю LCL . Границы рассчитываем по табл. 1 (раздаточный материал) ГОСТ Р 50779.42–99 (стандартные значения заданы).

Работа 2. (выполняется самостоятельно) Технологический процесс изготовления деталей является налаженным, если диаметр деталей d , мм, равен μ_0 , а рассеивание параметра равно $\sigma_0 X$, мм. Построить форму (бланк) двойной контрольной карты – R . Регулирование будет осуществляться по мгновенным выборкам объемом $n = 5$ единиц. Значения μ_0 и σ_0 для каждого варианта приведены в табл. 5 (раздаточный материал).

Содержание отчета.

- 1) цель и название работы;

- 2) результаты построения формы двойной контрольной карты;
- 3) выводы.

Критерии оценки расчетных работ:

- «зачтено» – расчетная работа выполнена и написаны выводы по ее результатам;
- «не зачтено» – расчетная работа не выполнена.

Модуль 3. Средства и методы измерений

Расчетной работы 6 «Определение индекса пригодности процесса»:

Цель работы: ознакомиться со статистическими методами регулирования технологических процессов и изучить методику (алгоритм) определения индекса пригодности процесса.

Работа 1. Задано поле допуска, ограниченное предельными значениями параметра $L = 15,0$ мкм и $U = 20,0$ мкм. В результате предварительного анализа установлено, что среднее значение совпадает с серединой поля допуска, т. е. $\mu = 17,5$ мкм и $\sigma = 1$ мкм. Определить, как изменится вероятная доля несоответствующей продукции и индекс пригодности процесса C_p при условии, что после ремонта (подналадки) оборудования значение рассеивания параметра уменьшилось до 0,9.

Необходимо определить вероятную долю несоответствующей продукции и индекс пригодности процесса до и после подналадки оборудования. Вероятная доля несоответствующей продукции определяется по формуле (9), индекс пригодности центрированного процесса – по формуле (10) (формулы, представлены в раздаточном материале).

Работа 2. Задано поле допуска, ограниченное предельными значениями $L = 17,8$ мкм и $U = 22,2$ мкм. В результате предварительного анализа установлено, что среднее значение совпадает с серединой поля допуска, т. е. $\mu = 20$ мкм и $\sigma = 2$ мкм.

Определить, как изменится вероятная доля несоответствующей продукции и индекс пригодности процесса C_p при условии, что после ремонта (подналадки) оборудования значение рассеивания параметра уменьшилось до σ_1 . Значения σ_1 для каждого варианта приведены в табл. 3 (раздаточный материал).

Содержание отчета.

- 1) цель и название работы;
- 2) описание средств измерений;
- 3) результаты определения индекса пригодности процесса;
- 5) выводы.

Критерии оценки расчетных работ:

- «зачтено» – расчетная работа выполнена и написаны выводы по ее результатам;
- «не зачтено» – расчетная работа не выполнена.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 7

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Основные понятия и определения измерений
2	Измерение и его основные операции
3	Элементы процесса измерений
4	Основные этапы измерений
5	Классификация, область и вид измерений
6	Принципы, методы и методики измерений
7	Шкала измерений
8	Классификация измерительных сигналов
9	Средства измерительной техники
10	Понятие о средстве измерений
11	Классификация средств измерений
12	Условия метрологических измерений
13	Основные понятия теории погрешностей
14	Погрешности результата и средств измерений
15	Сущность и назначение контроля
16	Допусковый контроль качества
17	Основные термины и определения контроля
18	Основные области применения приемочного контроля
19	Разработка технологии и регистрация результатов приемочного контроля
20	Основные положения входного контроля
21	Порядок проведения и организации входного контроля
22	Оформление результатов входного контроля
23	Дефекты, причины их появления, влияния на работоспособность
24	Испытания. Основные термины и определения
25	Виды испытаний
26	Классификация внешних воздействующих факторов
27	Квантование и дискретизация измерительных сигналов
28	Аттестация испытательного оборудования
29	Общая характеристика видов неразрушающего контроля
30	Оптические методы неразрушающего контроля
31	Контроль проникающих веществ
32	Магнитные методы контроля
33	Методы контроля и вихревого контроля
34	Радиационные, электрический, радиоволновой, тепловой методы контроля
35	Метод непосредственной оценки
36	Особенности испытаний на безопасность и на надежность.
37	Автоматизация измерений и испытаний
38	Испытания на механические воздействия вибрации
39	Разработка методик и программ испытаний
40	Стационарные системы мониторинга и диагностики

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
7	зачет (устно-письменная форма)	«зачтено»	Студент дал развернутый ответ на теоретический вопрос дисциплины
		«не зачтено»	Студент не владеет теоретическими знаниями

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Секацкий В. С.	Методы и средства измерений и контроля	учебное пособие	2017	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/84241.html (дата обращения: 22.04.2020)
2	Шибяев С. С.	Методы и средства акустооптических измерений	учебное пособие	2018	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/87439.html (дата обращения: 16.12.2020)
3	Кравченко Н. С.	Методы обработки результатов измерений и оценки погрешностей в учебном лабораторном практикуме	учебное пособие	2018	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/84019.html (дата обращения: 16.12.2020)

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Попов Г. В.	Методы и средства измерений и контроля: лабораторный практикум.	учебное пособие	2015	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/50633.html (дата обращения: 22.04.2020)
2	Мойзес Б. Б.	Статистические методы контроля качества и обработка экспериментальных данных	учебное пособие	2016	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/83986.html (дата обращения: 16.12.2020)
3	Дубровский С. А.	Методы обработки и анализа экспериментальных данных	учебное пособие	2015	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55640.html (дата обращения: 16.12.2020)

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Информационно-справочные системы: – www.garant.ru
- Информационно-справочные системы: – www.consultant.ru
- Информационно-справочные системы: – ru.wikipedia.org
- WebofScience [Электронный ресурс]: мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016. – Режим доступа: apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Scopus [Электронный ресурс]: реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа: www.scopus.com – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary[Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Москва: НЭБ, 2000. – Режим доступа: www.elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (С-701)	Столы ученические двухместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), трибуна, стулья ученические, проектор, экран; компьютер.
2	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (С-807)	Столы ученические двухместные, стулья ученические, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), стулья ученические, экран, ПК, проектор.

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
3	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Г-401)	Стол ученический, стул, ПК с выходом в сеть интернет