Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 13.11.2023 12:11:39
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е. В. Сафонов /
«18» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости

Направление подготовки
15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Профиль (специализация) подготовки
Проектирование технологических комплексов в машиностроении

Квалификация (степень) выпускника
Инженер

Форма обучения
очная

Москва 2020

Программа дисциплины **«Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости»** составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности **15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов»** и профилю (специализации) «**Проектирование технологических комплексов в машиностроении».**

Программу составили:

И.Е. Парфеньева к.т.н., доцент

О.Ф. Вячеславова д.т.н., профессор

Программа дисциплины «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» по специальности **15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов»** утверждена на заседании кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация»

«____» _____ 2020 г. протокол № _____

Заведующий кафедрой

профессор, к.т.н /С.А. Зайцев/

Программа согласована с руководителем образовательной программы

_____

«____»_____20___ г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии машиностроительного факультета

Председатель комиссии _____ / _____ /

«18» 06 2020 г. Протокол: № 7-20

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» следует отнести:

- формирование знаний и практических навыков по методам и средствам обеспечения единства измерений, способах достижения требуемой точности, обеспечивающих достижение требуемого уровня качества выпускаемой продукции в области машиностроения, правильность и достоверность выполняемых измерений применительно к этой области деятельности;

- формирование знаний и практических навыков по решению задач проектирования технологической оснастки и средств механизации и автоматизации технологических процессов машиностроения с применением методов и средств обеспечения требуемой точности и взаимозаменяемости деталей и их соединений, в том числе формирование умений по выбору и (или) расчету основных точностных параметров деталей и соединений (допуск, предельные размеры, отклонения и т.п.), обозначению их на чертежах, нормированию и стандартизации показателей геометрической точности, ориентации, месторасположения, биения и микронеровностей поверхностей деталей;

- формирование знаний о современных принципах, методах и средствах измерений, испытаний и контроля физических величин применительно к машиностроению, методах и средствах их поверки, калибровки и юстировки, метрологическому обеспечению технологического процесса изготовления деталей;

- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов».

Основные задачи дисциплины:

- овладение теоретическими и практическими методами определения погрешностей средств измерений;

- овладение методиками инженерных расчетов взаимозаменяемости основных видов деталей сопряжений и узлов машин общего назначения, отклонений размеров, формы и шероховатости поверхности деталей конструкций;

- практическое освоение современных методов контроля, измерений, испытаний и управления качеством, эксплуатации контрольно-измерительных средств;

- изучение основных положений в области стандартизации и сертификации, организации разработки и утверждения нормативных технических документов;

- освоение методики выполнения работ по сертификации продукции и услуг.

2. Место дисциплины в структуре ОП специалитета

Дисциплина «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и вхо-

дит в образовательную программу подготовки специалиста по специальности 15.05.01 «**Проектирование технологических машин и комплексов**» и профилю (специализации) «**Проектирование технологических комплексов в машиностроении**» очной формы обучения.

Дисциплина «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОП:

В базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- высшая математика;
- инженерная графическая информация;
- теоретическая механика;
- технология конструкционных материалов;
- теория машин и механизмов;
- основы проектирования деталей и узлов машин;
- основы технологии машиностроения;
- экономика и управление машиностроительным производством;
- материаловедение;

В вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- стандартизация и сертификация;
- проектирование технологических машин и комплексов;

В вариативной части дисциплин по выбору Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- оборудование технологических комплексов и основы теории надежности технологических машин;
- оборудование технологических комплексов и основы технологической дисциплины;
- диагностика технологического оборудования, обеспечение технологической точности;
- оборудование машиностроительных производств и системы его обслуживания и ремонта;
- технологическая оснастка механообрабатывающего производства;
- технологическая оснастка механосборочного производства.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию	**знать:** • передовой отечественный и зарубежный опыт в области техники и технологий машиностроительного производства; • основные технические характеристики типовых средств измерений и особенности их применения, принципы работы современных средств измерений; • организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки (калибровки) средств измерений; методики выполнения измерений; • основные понятия о взаимозаменяемости деталей, узлов и механизмов; единые принципы построения систем допусков и посадок для типовых соединений, расчета и выбора допусков и посадок для гладких цилиндрических деталей и соединений; нормирование и стандартизацию показателей геометрической точности, ориентации, месторасположения, биения и микронеровностей поверхностей деталей; **уметь:** • изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области метрологии; • определять соответствие технологического процесса изготовления изделия требованиям технологической, конструкторской и нормативной документации; • правильно выбирать и использовать методы и средства измерений с учетом их метрологических характеристик и специфики измерительной задачи для условий машиностроения; • проводить поверку, калибровку и юстировку средств измерений; • выполнять однократные и многократные измерения физических величин; • обрабатывать результаты равнорассеянных и неравнорассеянных прямых, косвенных, совокупных и совместных результатов измерений; • назначать (выбирать) вид

		взаимозаменяемости деталей соединений; использовать предпочтительные числа, ряды; рассчитывать основные точностные параметры деталей и соединений (допуск, предельные размеры, отклонения и т.п.), обозначать их на чертежах; анализировать и рассчитывать размерные цепи деталей и узлов технических систем для обеспечения их точности; **владеть:** • теоретическими знаниями и практическими навыками для изучения других специальных дисциплин, а также для работы с современной научно-технической литературой; • основными методами, способами и средствами измерений для организации метрологического обеспечения производства продукции; • основными методами, способами и средствами обеспечения требований к условиям выполнения измерений; • навыками выполнения измерений и обработки их результатов; • основными способами достижения требуемой точности и достоверности результатов измерений; • основными методами, способами выбора и назначения допусков геометрических размеров деталей, выбора и назначения допусков соединений механических (типовые посадки), расчета размерных сборочных, цепей, расчета точности динамических систем

4. Структура и содержание дисциплины.

Дисциплина «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» изучается на втором и третьем курсе в четвёртом и пятом семестрах.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, т.е. 216 академических часа (из них 108 часа – самостоятельная работа студентов).

Четвёртый **семестр**: общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, то есть 144 часов (из них аудиторных занятий – 72 часа; лекции – 36 часов; лабораторные работы – 36 часов); СРС – 72 часов. Форма контроля – зачет.

Пятый **семестр:** общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, то есть 72 часа (из них аудиторных занятий – 36 часов; лекции – 18 часов; лабораторные работы – 18 часов); СРС – 36 часов. КР. Форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» по срокам и видам работы отражены в Приложении А.

Содержание разделов дисциплины

Четвёртый **семестр**

Метрология

Введение

Предмет и задачи метрологии. Метрология, как наука об измерениях и ее роль в познавательной деятельности человека. История становления и развития метрологии. Значение метрологии в развитии науки, техники и технологии.

Основные понятия

Основные понятия, связанные с объектами измерений: измерение, наблюдение при измерении, физическая величина, свойство, количественные и качественные проявления свойств объектов измерений, единица величины, основной принцип измерения, результат измерения, погрешность результата измерения, истинное и действительное значение измеряемой величины.

Измерительные шкалы

Основы теории измерения. Основные аксиомы метрологии. Измерительные шкалы: порядка, интервалов и отношений, их краткая характеристика и область применения. Результат измерений применительно к измерительным шкалам. Факторы, влияющие на результат измерений.

Понятие о системах единиц физических величин

Понятия о системах единиц физических величин и принципах их образования, об основных, дополнительных и производных единицах, правилах их образования.

Международная система единиц физических величин

Международная система единиц физических величин (система СИ): основные, дополнительные и производные единицы. Преимущества системы СИ. Определения основных единиц системы СИ. Кратные и дольные единицы. Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ. Формирование единиц и размерности производных единиц. Эталонная база единиц системы СИ.

Воспроизведение единиц физических величин и передача их размеров

Понятие об эталонах физических величин. Назначение эталона. Существенные признаки эталона: неизменность, воспроизводимость, сличаемость.

Эталонная база Российской Федерации. Классификация эталонов: первичные эталон, государственный первичный эталон, национальный эталон, вторичный эталон, эталон – свидетель, эталон сравнения, эталон – копия, рабочий эталон, одиночный эталон, групповой эталон, эталонный набор, исходный эталон, ведомственный эталон.

Государственные эталоны основных единиц физических величин системы СИ. Метрологические характеристики государственных эталонов. Передача размеров от эталона к рабочим средствам измерений.

Нормативно-правовая база обеспечения единства измерений

Федеральный закон № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. Главные принципы единства измерений. Основные положения и понятия ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Регламентация основных статей Закона. Формы государственного регулирования в области обеспечения единства измерений.

Измерение физических величин

Понятие об измерении. Аксиомы метрологии, лежащие в основе измерения. Измерение физической величины. Классификация измерений. Методы измерений.

Погрешности измерений и причины их возникновения. Классификация погрешностей результатов измерений. Суммирование составляющих погрешности измерения.

Систематическая и случайная составляющие погрешности результатов измерений. Характер проявления систематических погрешностей. Способы исключения систематических погрешностей. Неизбежность и неустранимость случайных погрешностей.

Случайные величины. Дискретная и непрерывные случайные величины. Закон распределения случайных величин. Интегральная и дифференциальная функции распределения случайных величин.

Числовые характеристики функций распределения результатов измерений и случайной погрешности как случайных величин. Моменты дифференциальной функции распределения результатов измерений и случайной погрешности.

Законы распределения результатов измерений и случайной погрешности: нормальный, равномерный, треугольный, трапециевидный.

Нормальный закон распределения (закон Гаусса). Управление кривой нормального распределения. Интегральная дифференциальная функции нормального распределения.

Равномерный закон распределения. Дифференциальная и интегральная функции равномерного закона распределения.

Суммирование составляющих погрешности измерений.

Точечная и интервальная оценки истинного значения измеряемой физической величины.

Отсев грубых погрешностей (промахов).

Средства измерений

Классификация методов и средств измерений. Классификация средств измерений по определяющим признакам. Обобщенная структурная схема средств измерений. Требования, предъявляемые к средствам измерений. Основные метрологические показатели измерений погрешности измерения: цена деления, пределы измерения, измерительные усилия и т.д.

Классы точности средств измерений.

Обработка результатов измерений

Однократные измерения. Область применения. Методика обработки, результатов прямых однократных измерений с точным оцениванием погрешностей в соответствии с рекомендациями Р 50.2.038-2004 «ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений».

Многократные измерения. Классификация и область применения.

Методика обработки результатов прямых равноточных измерений в соответствии с ГОСТ 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».

Обработка результатов неравноточных (неравнорассеянных) измерений.

Обработка результатов косвенных измерений.

Обработка результатов совокупных и совместных измерений.

Оценка истинного значения измеряемой физической величины методом наименьших квадратов.

Правила округления результатов наблюдений и вычислений и их погрешности.

Технические измерения

Подготовка к измерениям, испытаниям и контролю.

Анализ постановки измерительной (испытательной) задачи.

Выбор модели объекта.

Создание условий.

Выбор метода измерений.

Выбор средств измерений, испытаний и контроля качества продукции.

Выбор числа измерений.

Методики выполнения измерений, испытаний и контроля качества продукции. Содержание МВИ по ГОСТ Р 8.563-2009. Стандартизация и аттестация МВИ (МИ 2377-98).

Подготовка оператора и опробование средств измерений.

Применение средств измерений, испытаний и контроля качества продукции в машиностроении.

Измерения и контроль геометрических величин (средства измерений и контроля линейных размеров, измерение больших длин и диаметров. Измерение углов и конусов. Измерение и контроль наружных и внутренних резьб. Измерение и контроль зубчатых колес и передач. Измерение и контроль отклонений формы, ориентации, месторасположения и биения поверхностей. Измерения и контроль волнистости и шероховатости поверхностей. Контроль подшипников качения. Контроль и измерения деталей сложной формы. Координатно-измерительные машины: типы, конструкции функциональных узлов, методики измерения на КИМ).

Измерения и контроль механических величин.

Средства измерений и контроля кинематических величин (линейной и угловой скорости, линейного и углового ускорения, частоты механических колебаний и вращения).

Средства измерений и контроля динамических величин (массы, силы и инерции, давления, работы, мощности, механической деформации).

Средства измерений и контроля механических свойств веществ и материалов (плотность, удельный вес, модуль сдвига, твердость, коэффициент Пуассона, прочность, предел текучести). Технологические испытания металлов: на изгиб, на осадку, на расплющивание, на перегиб, на выдавливание. Область назначения, правила выполнения измерений.

Измерения и контроль тепловых величин.

Методы и средства измерений и контроля температуры, температурного градиента, термодинамического потенциала теплового потока, коэффициента теплопередачи.

Методы и средства измерений и контроля теплофизических свойств веществ и материалов: теплоемкости, теплопроводности, коэффициентов теплового расширения и диффузии.

Методы и средства измерений и контроля физико-химических характеристик топлив, масел, смазок, смазочно-охлаждающих жидкостей, параметров влажности (вискозиметр).

Измерения и контроль электрических и магнитных величин (электрические и магнитные поля, электрические цепи, распространение электромагнитных волн, электрические и магнитные свойства веществ и материалов).

Измерения оптических величин.

Измерения акустических величин.

Измерения ионизирующих излучений и радиоактивности.

Выборочный приемочный и текущий контроль.

Формирование выборки.

Схема контроля и объем выборки.

План контроля.

Простые контрольные карты.

Поверка, калибровка и юстировка средств измерений, испытаний и контроля.

Общие вопросы поверки и калибровки.

Поверка мер.

Проверка, калибровка и юстировка измерительных приборов (ИП).

Поверка и калибровка измерительных преобразователей (ИПР).

Поверка и калибровка цифровых средств измерения (СИ).

Автоматизация поверочных работ.

Выбор средств измерений в процессе производства. Основные положения по выбору средств измерений, испытаний и контроля. Обязательные и дополнительные показатели выбора. Факторы, учитываемые при выборе средств измерений, испытаний и контроля.

Сертификация средств измерений, испытаний и контроля.

Добровольная сертификация средств измерений – цели и существо. Законодательные акты по сертификации средств измерений, испытаний и контроля.

Порядок сертификации средств измерений и контроля.

Пятый **семестр**

Взаимозаменяемость

Взаимозаменяемость изделий

Нормирование точности изделий. Взаимозаменяемость как принцип конструирования. Качество изделий машиностроения. Взаимозаменяемость как важнейшее свойство совокупности изделий. Виды взаимозаменяемости, основные термины и определения. Полная и неполная, внешняя и внутренняя взаимозаменяемость. Взаимозаменяемость как принцип конструирования, изготовления и эксплуатация машин. Функциональная взаимозаменяемость. Коэффициент взаимозаменяемости и методы его повышения.

Система допусков ИСО на линейные размеры

Основные термины: размерный элемент, полный номинальный размерный элемент, отверстие, вал, основное отверстие, основной вал. Понятие о номинальном, действительном и предельных размерах, предельных отклонениях и допусках. Графическое пояснение терминов. Пределы допуска, квалитет, интервал допуска, класс допуска. Положение интервала допуска относительно номинального размера. Основное отклонение. Идентификаторы ос-

новного отклонения. Условное обозначение класса допуска на чертеже. Выбор класса допуска.

Посадки. Расчет и выбор посадок

Посадки. Термины, связанные с посадками. Система посадок ИСО. Посадки с зазором, с натягом, переходные. Графическое представление посадок. Диапазон посадки. Образование посадок в системе отверстия и в системе вала. Обозначение посадок на чертежах. Методы выбора посадок в соединениях машин. Области применения, расчет и выбор посадок с гарантированным натягом, переходных и посадок с гарантированным зазором. Выбор посадок в зависимости от условий эксплуатации и назначения соединения.

Контроль линейных размеров калибрами

Контроль деталей с помощью предельных калибров. Виды и конструкции. Поля допусков калибров-пробок и калибров-скоб. Исполнительные размеры калибров.

Нормирование точности размеров и посадки подшипников качения

Основные требования, предъявляемые к подшипникам качения. Классы точности и категории подшипников качения. Поля допусков посадочных мест валов и корпусов под подшипники качения. Выбор посадки в зависимости от вида нагружения, режима работы, класса точности подшипника и особых требований к подшипниковым узлам. Обозначение посадок подшипников качения на чертежах.

Геометрические характеристики изделий. Установление геометрических допусков

Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения. Виды геометрических допусков, их условные обозначения. Указание геометрических допусков на чертежах. Теоретически точные размеры. Требование максимума материала. Требование минимума материала. Требование взаимодействия. Установление геометрических допусков в зависимости от эксплуатационных показателей.

Геометрические характеристики изделий. Шероховатость и волнистость

Шероховатость поверхности и ее параметры. Выбор параметров шероховатости и их величины в зависимости от требований к поверхности. Методы и средства контроля шероховатости поверхностей. Обозначение шероховатости поверхностей на чертежах.

Волнистость поверхности и ее параметры. Контроль волнистости поверхности.

Нормирование точности угловых и конических соединений

Нормальные конусности и углы конусов. Допуски угловых размеров и углов конусов. Конические соединения. Элементы и параметры конуса. Система допусков и посадок для конических соединений. Обозначение кониче-

ских соединений на чертежах. Инструментальные конусы. Методы и средства измерения углов и конусов

Нормирование точности шпоночных и шлицевых соединений

Основные эксплуатационные требования к шпоночным и шлицевым соединениям. Допуски и посадки шпоночных соединений с призматическими шпонками. Способы центрирования шлицевых соединений. Допуски и посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем. Обозначение допусков и посадок шпоночных и шлицевых соединений на чертежах.

Нормирование точности резьбовых соединений

Метрическая резьба, профиль резьбы, шаг резьбы, средний диаметр резьбы. Диаметральная компенсация погрешностей шага и половины угла профиля. Приведенный средний диаметр резьбы. Система допусков и посадок метрической резьбы. Посадки с зазором, с натягом и переходные посадки. Степени точности, основные отклонения метрической резьбы, указания на чертежах полей допусков резьб.

Нормирование точности цилиндрических зубчатых колес и передач

Требования, предъявляемые к зубчатым колесам и передачам. Нормы точности и виды сопряжений цилиндрических зубчатых колес и передач. Нормы бокового зазора. Степени точности и контролируемые показатели точности зубчатых колес и передач. Выбор степеней точности и виды сопряжения в зависимости от эксплуатационных требований к цилиндрической зубчатой передаче. Особенности обозначения степени точности и вида сопряжений на чертежах.

Обеспечение точности размерных цепей

Расчет точности размерных цепей при обеспечении полной взаимозаменяемости. Основные термины и определения, относящиеся к расчету размерных цепей. Общая характеристика методов решения размерных цепей. Экономичность использования различных методов в зависимости от требуемой точности замыкающего звена, числа составляющих размеров, серийности выпуска изделий, технического уровня производства и требований к взаимозаменяемости частей эксплуатируемых изделий.

Расчет размерных цепей с обеспечением полной взаимозаменяемости. Методы решения. Обратная и прямая задачи.

Расчет точности размерных цепей при обеспечении неполной взаимозаменяемости.

Краткие сведения из теории вероятностей, необходимые для расчета размерных цепей вероятностным методом. Расчет размерных цепей с обеспечением полной взаимозаменяемости. Методы решения. Обратная и прямая задачи.

Решение размерных цепей методом компенсаторов. Селективная сборка.

Виды сборки по методу достижения точности замыкающего звена: полной и неполной взаимозаменяемости, групповой взаимозаменяемости (селек-

тивная сборка), сборка с пригонкой, с регулированием, с применением компенсаторов. Методы решения размерных цепей для обеспечения этих видов сборки.

Конструкции компенсаторов, используемых для размерного регулирования. Приемы технологической компенсации: удаление припуска с поверхности детали-компенсатора, подбор, использование пластмассовых компенсаторов. Расчет пределов необходимой компенсации.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Метрология, технические измерения и основы взаимозаменяемости» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;
- подготовка к выполнению практических работ;
- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсовой работы;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на занятиях;
- посещение выставок, семинаров в вузах, участие в конференциях с докладами по темам, соответствующим изучаемой дисциплине;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: *i-exam.ru, fepo.ru;*
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного и внеаудиторного интернет-тестирования;
- коллективный анализ ситуаций (кейс-метод);
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по вопросам, связанным с метрологией, метрологическим обеспечением, обеспечением взаимозаменяемости и техническими измерениями изделий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» и в целом по дисциплине составляет 75 % аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50 % от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают в себя курсовую работу, рефераты, лабораторные работы, контрольные вопросы, за-

дания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, зачет и экзамен для контроля освоения студентами разделов дисциплины.

Курсовая работа представляет собой работу по нормированию и стандартизации показателей точности, назначению и расчету посадок для типовых деталей и соединении применительно к техническим системам машиностроения (индивидуально для каждого обучающегося).

Примерная тема курсовой работы, выполняемой обучающимися – «Назначить и рассчитать посадки для гладких цилиндрических соединений, выполнить нормирование показателей точности для резьбового, шлицевого соединения, зубчатой передачи применительно к техническим системам машиностроения; рассчитать размерные цепи».

Для конкретного узла технической системы в курсовой работе необходимо:

- обосновать, выбрать и рассчитать посадки для гладких цилиндрических соединений, в том числе для подшипника скольжения или подшипника качения;
- выполнить нормирование показателей точности для резьбового, шлицевого соединения, зубчатой передачи, построить поля допусков для соответствующих параметров;
- проанализировать и рассчитать размерные цепи деталей и узлов технических систем для обеспечения их точности.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**

знать: передовой отечественный и зарубежный опыт в области техники и технологий машиностроительного производства; основные технические характеристики типовых средств измерений и особенности их применения, принципы работы современных средств измерений; организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки (калибровки) средств измерений; методики выполнения измерений; основные понятия о взаимозаменяемости деталей, узлов и механизмов; единые принципы построения систем допусков и посадок для типовых соединений, расчета и выбора допусков и посадок для гладких цилиндрических деталей и соединений; нормирование и стандартизацию показателей геометрической точности, ориентации, месторасположения, биения и микронеровностей поверхностей деталей	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: передовой отечественный и зарубежный опыт в области техники и технологий машиностроительного производства; основные технические характеристики типовых средств измерений и особенности их применения, принципы работы современных средств измерений; организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки (калибровки) средств измерений; методики выполнения измерений; основные понятия о взаимозаменяемости деталей, узлов и механизмов; единые принципы построения систем допусков и посадок для типовых соединений, расчета и выбора допусков и посадок для гладких цилиндрических деталей и соединений; нормирование и стандартизацию показателей геометрической точности, ориентации, месторасположения, биения и микронеровностей поверхностей деталей	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: передовой отечественный и зарубежный опыт в области техники и технологий машиностроительного производства; основные технические характеристики типовых средств измерений и особенности их применения, принципы работы современных средств измерений; организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки (калибровки) средств измерений; методики выполнения измерений; основные понятия о взаимозаменяемости деталей, узлов и механизмов; единые принципы построения систем допусков и посадок для типовых соединений, расчета и выбора допусков и посадок для гладких цилиндрических деталей и соединений; нормирование и стандартизацию показателей геометрической точности, ориентации, месторасположения, биения и микронеровностей поверхностей деталей. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: передовой отечественный и зарубежный опыт в области техники и технологий машиностроительного производства; основные технические характеристики типовых средств измерений и особенности их применения, принципы работы современных средств измерений; организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки (калибровки) средств измерений; методики выполнения измерений; основные понятия о взаимозаменяемости деталей, узлов и механизмов; единые принципы построения систем допусков и посадок для типовых соединений, расчета и выбора допусков и посадок для гладких цилиндрических деталей и соединений; нормирование и стандартизацию показателей геометрической точности, ориентации, месторасположения, биения и микронеровностей поверхностей деталей, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся де монстрирует пол ное соответствие следующих знаний передовой отечест венный и зарубеж ный опыт в области техники и техноло гий машинострои тельного производ ства; основные техниче ские характеристи ки типовых средств измерений и осо бенности их при менения, принципы работы современ ных средств изме рений; организацию и тех ническую базу метрологического обеспечения пред приятия, правила проведения метро логической экспер тизы, методы и средства поверки (калибровки) средств измерений методики выполне ния измерений; основные понятия о взаимозаменяе мости деталей, уз лов и механизмов единые принципы построения систем допусков и посадок для типовых со единений, расчета и выбора допусков и посадок для глад ких цилиндриче ских деталей и со единений; норми рование и стандар тизацию показате лей геометрической точности, ориента ции, местораспо ложения, биения и микронеровностей поверхностей дета лей, свободно оперируе ет приобретенными знаниями.

уметь: изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области метрологии; определять соответствие технологического процесса изготовления изделия требованиям технологической, конструкторской и нормативной документации; правильно выбирать и использовать методы и средства измерений с учетом их метрологических характеристик и специфики измерительной задачи для условий машиностроения; проводить поверку, калибровку и юстировку средств измерений; выполнять однократные и многократные измерения физических величин; обрабатывать результаты равнорассеянных и неравнорассеянных прямых, косвенных, совокупных и совместных результатов измерений; назначать (выбирать) вид взаимозаменяемости деталей соединений; использовать предпочтительные числа, ряды; рассчитывать основные точностные параметры деталей и соединений (допуск, предельные размеры, отклонения и т.п.), обозначать их на чертежах; анализировать и рассчитывать размерные цепи деталей и узлов технических систем для обеспечения их точности	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области метрологии; определять соответствие технологического процесса изготовления изделия требованиям технологической, конструкторской и нормативной документации; правильно выбирать и использовать методы и средства измерений с учетом их метрологических характеристик и специфики измерительной задачи для условий машиностроения; проводить поверку, калибровку и юстировку средств измерений; выполнять однократные и многократные измерения физических величин; обрабатывать результаты равнорассеянных и неравнорассеянных прямых, косвенных, совокупных и совместных результатов измерений; назначать (выбирать) вид взаимозаменяемости деталей соединений; использовать предпочтительные числа, ряды; рассчитывать основные точностные параметры деталей и соединений (допуск, предельные размеры, отклонения и т.п.), обозначать их на чертежах; анализировать и рассчитывать раз-	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области метрологии; определять соответствие технологического процесса изготовления изделия требованиям технологической, конструкторской и нормативной документации; правильно выбирать и использовать методы и средства измерений с учетом их метрологических характеристик и специфики измерительной задачи для условий машиностроения; проводить поверку, калибровку и юстировку средств измерений; выполнять однократные и многократные измерения физических величин; обрабатывать результаты равнорассеянных и неравнорассеянных прямых, косвенных, совокупных и совместных результатов измерений; назначать (выбирать) вид взаимозаменяемости деталей соединений; использовать предпочтительные числа, ряды; рассчитывать основные точностные параметры деталей и соединений (допуск, предельные размеры, отклонения и т.п.), обозначать их на чертежах; анализировать и рассчитывать размерные цепи деталей и узлов технических систем для обеспечения их точности. Допускаются значительные ошиб-	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области метрологии; определять соответствие технологического процесса изготовления изделия требованиям технологической, конструкторской и нормативной документации; правильно выбирать и использовать методы и средства измерений с учетом их метрологических характеристик и специфики измерительной задачи для условий машиностроения; проводить поверку, калибровку и юстировку средств измерений; выполнять однократные и многократные измерения физических величин; обрабатывать результаты равнорассеянных и неравнорассеянных прямых, косвенных, совокупных и совместных результатов измерений; назначать (выбирать) вид взаимозаменяемости деталей соединений; использовать предпочтительные числа, ряды; рассчитывать основные точностные параметры деталей и соединений (допуск, предельные размеры, отклонения и т.п.), обозначать их на чертежах; анализировать и рассчитывать размерные цепи деталей и узлов технических систем для обеспечения их точности. Умения освоены, но допускаются	Обучающийся де монстрирует пол ное соответствие следующих уме ний: изучать науч но-техническую информацию, оте чественный и зару бежный опыт по направлению ис следований в об ласти метрологии; определять соот ветствие техноло гического процесса изготовления изде лия требованиям технологической, конструкторской и нормативной доку ментации; правильно выби рать и использовать методы и средства измерений с учетом их метрологиче ских характеристик и специфики изме рительной задачи для условий маши ностроения; проводить поверку калибровку и юсти ровку средств из мерений; выполнять одно кратные и много кратные измерения физических вели чин; обрабатывать ре зультаты равнорас сеянных и нерав норассеянных пря мых, косвенных совокупных и со вместных результа тов измерений; назначать (выби рать) вид взаимо заменяемости дета лей соединений использовать пред почтительные чис ла, ряды; рассчиты вать основные точ ностные параметры деталей и соедине ний (допуск, пре дельные размеры отклонения и т.п.) обозначать их на чертежах; анализи

	мерные цепи деталей и узлов технических систем для обеспечения их точности	ки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	ровать и рассчитывать размерные цепи деталей и узлов технических систем для обеспечения их точности. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

владеть: теоретическими знаниями и практическими навыками для изучения других специальных дисциплин, а также для работы с современной научно-технической литературой; основными методами, способами и средствами измерений для организации метрологического обеспечения производства продукции; основными методами, способами и средствами обеспечения требований к условиям выполнения измерений; навыками выполнения измерений и обработки их результатов; основными способами достижения требуемой точности и достоверности результатов измерений; основными методами, способами выбора и назначения допусков геометрических размеров деталей, выбора и назначения допусков соединений механических (типовые посадки), расчета размерных сборочных, цепей, расчета точности динамических систем	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет теоретическими знаниями и практическими навыками для изучения других специальных дисциплин, а также для работы с современной научно-технической литературой; основными методами, способами и средствами измерений для организации метрологического обеспечения производства продукции; основными методами, способами и средствами обеспечения требований к условиям выполнения измерений; навыками выполнения измерений и обработки их результатов; основными способами достижения требуемой точности и достоверности результатов измерений; основными методами, способами выбора и назначения допусков геометрических размеров деталей, выбора и назначения допусков соединений механических (типовые посадки), расчета размерных сборочных, цепей, расчета точности динамических систем	Обучающийся владеет теоретическими знаниями и практическими навыками для изучения других специальных дисциплин, а также для работы с современной научно-технической литературой; основными методами, способами и средствами измерений для организации метрологического обеспечения производства продукции; основными методами, способами и средствами обеспечения требований к условиям выполнения измерений; навыками выполнения измерений и обработки их результатов; основными способами достижения требуемой точности и достоверности результатов измерений; основными методами, способами выбора и назначения допусков геометрических размеров деталей, выбора и назначения допусков соединений механических (типовые посадки), расчета размерных сборочных, цепей, расчета точности динамических системв неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет теоретическими знаниями и практическими навыками для изучения других специальных дисциплин, а также для работы с современной научно-технической литературой; основными методами, способами и средствами измерений для организации метрологического обеспечения производства продукции; основными методами, способами и средствами обеспечения требований к условиям выполнения измерений; навыками выполнения измерений и обработки их результатов; основными способами достижения требуемой точности и достоверности результатов измерений; основными методами, способами выбора и назначения допусков геометрических размеров деталей, выбора и назначения допусков соединений механических (типовые посадки), расчета размерных сборочных, цепей, расчета точности динамических систем, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет теоретическими знаниями и практическими навыками для изучения других специальных дисциплин, а также для работы с современной научно-технической литературой; основными методами, способами и средствами измерений для организации метрологического обеспечения производства продукции; основными методами, способами и средствами обеспечения требований к условиям выполнения измерений; навыками выполнения измерений и обработки их результатов; основными способами достижения требуемой точности и достоверности результатов измерений; основными методами, способами выбора и назначения допусков геометрических размеров деталей, выбора и назначения допусков соединений механических (типовые посадки), расчета размерных сборочных, цепей, расчета точности динамических систем, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» (прошли промежуточный контроль, выполнили и защитили лабораторные работы).

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттеста-

ции по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» (прошли промежуточный контроль, выполнили и защитили практические работы, выполнили и защитили курсовую работу).

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в Приложении Б к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная:

1. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов [Электронный ресурс]/ Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе, Б.И. Лактионов. – МГГУ, 2003. – 784 с. – URL:http://www.knigafund.ru/books/177868

б) дополнительная:

1. Николаев М.И. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством [Электронный ресурс]/М.И. Николаев. – ИНТУИТ, 2016. – 116 с. URL:http://www.knigafund.ru/books/176799

2. Камардин Н.Б., Суркова И.Ю. Метрология, стандартизация, подтверждение соответствия: учебное пособие [Электронный ресурс]/Н.Б. Камардин, И.Ю. Суркова. – КНИТУ, 2013. – 240 с. URL:http://www.knigafund.ru/books/186000

в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Используемое программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора
Microsoft Office Access 2007	1981-М87 от 03.02.2014 г.
Microsoft Office Стандартный 2007 (word, excel, powerpoint)	24/08 от 19.05.2008 г.
Консультант+	223876

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам):

№ п/п	Электронный ресурс	№ договора. Срок действия доступа	Названия коллекций
1	ЭБС «Издательства Лань» - договор № 73-МП-23-ЕП/17 от 28.05.2017. (e.lanbook.com)	Договор № 73-МП-23-ЕП/17 от 28.05.2017.	Инженерно-технические науки – Издательство **«Машиностроение»;** Инженерно-технические науки – Издательство **МГТУ им. Н.Э. Баумана**; Инженерно-технические науки – Издательство **«Физматлит»**; Экономика и менеджмент – Издательство **«Флинта»** и **38** книг из других разделов ЭБС (см. сайт университета раздел библиотека)

2	ЭБС «КнигаФонд» (knigafund.ru)	На оформлении	Коллекция из 172405 изданий
3	Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» (www.cyberleninka.ru)	Свободный доступ	1134165 научных статей
4	ЭБС «Polpred» (polpred.com)	Постоянный доступ	Обзор СМИ (архив публикаций за 15 лет)
5	Научная электронная библиотека e.LIBRARY.ru	Постоянный доступ	3800 наименований журналов в открытом доступе
6	Реферативная наукометрическая электронная база данных «Scopus»	ООО «Эко-Вектор» - договор № 76-223-ЕП/16 от 06.06.2016 г. С 10 июня 2016 г. по 31 мая 2017 г.	Доступ к реферативной наукометрической электронной базе данных «Scopus» (http://www.scopus.com)
7	Патентная база данных Questel Orbit	Сублицензионный договор № Questel/129 от 09.01.2017 г. По 31 декабря 2017 г.	Доступ к патентной базе данных Questel Orbit
8	Доступ к электронным ресурсам издательства SpringerNature	Письмо в ФГБОУ «Российский Фонд Фундаментальных Исследований» от 03.10.2016 № 11-01-17/1123 с приложением С 01.01.2017 - бессрочно	SpringerJournals; SpringerProtocols; SpringerMaterials; SpringerReference; zbMATH; Nature Journals
9	Справочная поисковая система «Техэксперт»	Без договора	Нормы, правила, стандарты и законодательство по техническому регулированию

8. Материально–техническое обеспечение дисциплины

Специализированные учебные лаборатории кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация» АВ4304, АВ4307, АВ4309, АВ4314.

Оборудование и аппаратура:

- наборы КМД, микрометрические инструменты, штангенинструмент, индикаторные скобы и нутромеры, комплекты измерительных проволочек;
- оптиметры, биениемер БВ-200;
- инструментальный микроскоп;

- аналоговые приборы и цифровые измерительные комплексы для определения параметров шероховатости поверхности;

- кругломер с аналоговой шкалой и программой для получения показаний в цифровом виде с графическим представлением;

- 3-х координатная измерительная машина (в МРЦ) ;

- проектор с компьютером и подборкой материалов для лекций и лабораторных работ;

- различные виды калибров;

- различные виды электрических аналоговых приборов;

- реальные демонстрационные элементы машиностроительных узлов, изучаемые в курсе.

Лабораторные материалы:

- элементы узлов автомобиля (поршневые пальцы, гильзы цилиндра, клапаны и др.) предназначенные для измерений в лабораторных работах;

- эталонные элементы и образцы для оценки шероховатости поверхности;

- показывающие приборы для определения метрологических характеристик и поверки их соответствия;

- образцы для оценки радиального биения.

Выполнение лабораторных и практических занятий предполагает использовать лаборатории кафедр университета, предприятий и организаций, имеющие современное оборудование и опыт проведения измерений различных величин.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов метрологии, стандартизации и сертификации, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;

- освоение содержания дисциплины;

- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к дифференцированному зачету и экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- выполнение курсовой работы;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- выполнение домашних заданий по решению типичных задач и упражнений;
- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу (ОК-7)

1. Классификация средств измерения, классификация математических моделей аналоговых средств измерения (статическая и динамическая характеристики и их влияние на характер измерения).
2. Математические модели средств измерения.
3. Формы представления результатов измерений. Использование априорной и апостериорной информации для оценивания погрешностей измерений.
4. Алгоритмы обработки многократных измерений постоянной величины.
5. Алгоритм обработки независимых многократных измерений переменной измеряемой величины.
6. Интервальная оценка измеряемой величины при обработке многократных измерений.
7. Точечная и интервальная оценка дисперсии результата многократных измерений.
8. Обработка результатов совместных измерений на основе метода наименьших квадратов.
9. Обработка результатов косвенных измерений.

10. Экономические проблемы метрологического обеспечения.

11. Международная организация Метрической конвенции и ее программа.

12. Международная кооперация по аккредитации лабораторий (ИЛАК) .

13. Международная конфедерация по измерительной технике (ИМЕКО) и ее программа.

14. Анализ основных элементов национальных служб метрологии.

15. Гармонизация законодательной метрологии в Европе.

16. Обозначение и нанесение предельных отклонений и посадок на чертежах.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основное внимание при изучении дисциплины «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» следует уделять изучению основных понятий в области метрологии, связанных с объектами и средствами измерений, метрологическими свойствами и характеристиками средств измерений; основам обеспечения единства измерений.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться лабораторной или практической работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций и лабораторных работ.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания для выполнения практических и лабораторных работ.

11. Приложения к рабочей программе:

Приложение А – Структура и содержание дисциплины;

Приложение Б – Фонд оценочных средств;

Приложение В – Перечень оценочных средств по дисциплине «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости»;

Приложение Г – Тематика лабораторных работ;

Приложение Д – Аннотация рабочей программы дисциплины.

Приложение А

Структура и содержание дисциплины «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости»
по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов»
и профилю (специализации) «Проектирование технологических комплексов в машиностроении»

№ № n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу	Виды самостоятельно студентов

				дентов, и трудоемкость в часах						
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	
Четвертый семестр										
1.1	Введение. Предмет и задачи метрологии. Метрология, как наука об измерениях и ее роль в познавательной деятельности человека. История становления и развития метрологии. Значение метрологии в развитии науки, техни-	**4**	**1**	**2**			**4**			

	ки и технологии. Основные понятия, связанные с объектами измерений: измерение, наблюдение при измерении, физическая величина, свойство, количественные и качественные проявления свойств объектов измерений, единица величины, основной принцип измерения, результат измерения, погрешность результата измерения, истинное и действительное значение измеряемой величины.								
1.2	*Лабораторная работа 1* «Изучение плоскопараллельных концевых мер длины»	**4**	**1**			**2**			

1.3	**Измерительные шкалы.** Основы теории измерения. Основные аксиомы метрологии. Измерительные шкалы: порядка, интервалов и отношений, их краткая характеристика и область применения. Результат измерений применительно к измерительным шкалам. Факторы, влияющие на результат измерений. **Понятие о системах единиц физических величин.** Понятия о системах единиц физических величин и принципах их образования, об основных, дополнительных и производ-	**4**	**2**	**2**			**4**		

	ных единицах, правилах их образования. **Международная система единиц физических величин.** Международная система единиц физических величин (система СИ): основные, дополнительные и производные единицы. Преимущества системы СИ. Определения основных единиц системы СИ. Кратные и дольные единицы. Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ. Формирование единиц и размерности производных								

	единиц. Эталонная база единиц системы СИ.								
1.4	*Лабораторная работа 2* «Измерение линейных размеров штангенциркулем»	**4**	**2**			**2**			

1.5	**Воспроизведение единиц физических величин и передача их размеров.** Понятие об эталонах физических величин. Назначение эталона. Существенные признаки эталона: неизменность, воспроизводимость, сличаемость. Эталонная база Российской Федерации. Классификация эталонов: первичные эталон, государственный первичный эталон, национальный эталон, вторичный эталон, эталон – свидетель, эталон сравнения, эталон – копия, рабочий эталон, одиночный эталон,	**4**	**3**	**2**			**4**		

	групповой эталон, эталонный набор, исходный эталон, ведомственный эталон. Государственные эталоны основных единиц физических величин системы СИ. Метрологические характеристики государственных эталонов. Передача размеров от эталона к рабочим средствам измерений. **Выдача задания на реферат**								
1.6	*Лабораторная работа 3* «Измерение угловых размеров»	**4**	**3**			**2**			

1.7	**Нормативно-правовая база обеспечения единства измерений.** Федеральный закон № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 г. Главные принципы единства измерений. Основные положения и понятия ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Регламентация основных статей Закона. Формы государственного регулирования в области обеспечения единства измерений.	**4**	**4**	**2**			**4**		
1.8	*Лабораторная работа 4* «Оценка погрешностей показаний микрометра»	**4**	**4**			**2**			

1.9	**Измерение физических величин.** Понятие об измерении. Аксиомы метрологии, лежащие в основе измерения. Измерение физической величины. Классификация измерений. Методы измерений. Погрешности измерений и причины их возникновения. Классификация погрешностей результатов измерений. Суммирование составляющих погрешности измерения. Систематическая и случайная составляющие погрешности результатов измерений. Характер проявления систематиче-	**4**	**5**	**2**			**4**		

	ских погрешностей. Способы исключения систематических погрешностей. Неизбежность и неустранимость случайных погрешностей.								
1.10	*Лабораторная работа 5* «Обработка результатов прямых и косвенных измерений»	**4**	**5**			**2**			

1.11	**Случайные величины.** Дискретная и непрерывные случайные величины. Закон распределения случайных величин. Интегральная и дифференциальная функции распределения случайных величин. Числовые характеристики функций распределения результатов измерений и случайной погрешности как случайных величин. Моменты дифференциальной функции распределения результатов измерений и случайной погрешности. Законы распределения результатов измерений	**4**	**6**	**2**			**4**		

	и случайной погрешности: нормальный, равномерный, треугольный, трапециевидный. Нормальный закон распределения (закон Гаусса). Управление кривой нормального распределения. Интегральная дифференциальная функции нормального распределения. Равномерный закон распределения. Дифференциальная и интегральная функции равномерного закона распределения. Суммирование составляющих погрешности измерений. Точечная и интервальная оценки истинного								

	значения измеряемой физической величины. Отсев грубых погрешностей (промахов).								
1.12	*Лабораторная работа 6* «Измерение наружных цилиндрических поверхностей относительным методом»	**4**	**6**			**2**			
1.13	**Средства измерений.** Классификация методов и средств измерений.	**4**	**7**	**2**			**4**		

	Классификация средств измерений по определяющим признакам. Обобщенная структурная схема средств измерений. Требования, предъявляемые к средствам измерений.								
1.14	*Лабораторная работа 7* «Измерение внутренних цилиндрических поверхностей относительным методом»	**4**	**7**			**2**			
1.15	Основные метрологические показатели измерений погрешности измерения: цена деления, пределы измерения, измерительные усилия и т.д. Классы точности средств измерений.	**4**	**8**	**2**			**4**		
1.16	*Лабораторная работа 8*	**4**	**8**			**2**			

	«Выбор универсальных средств измерений»								
1.17	**Однократные измерения**. Область применения. Методика обработки, результатов прямых однократных измерений с точным оцениванием погрешностей в соответствии с рекомендациями Р 50.2.038-2004 «ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений».	**4**	**9**	**2**			**4**		
1.18	*Лабораторная работа 9* «Однократные измерения»	**4**	**9**			**2**			

1.19	**Многократные измерения**. Классификация и область применения. Методика обработки результатов прямых равноточных измерений в соответствии с ГОСТ 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»	**4**	**10**	**2**			**4**		
1.20	*Лабораторная работа 10* «Обработка результатов многократных равноточных измерений», часть 1	**4**	**10**			**2**			
1.21	Обработка результатов неравноточных (неравнорассеянных) измерений. Обработка результа-	**4**	**11**	**2**			**4**		

	тов косвенных измерений								
1.2.2	*Лабораторная работа 11* «Обработка результатов многократных равноточных измерений», часть 2	**4**	**11**			**2**			
1.2.3	Обработка результатов совокупных и совместных измерений. Оценка истинного значения измеряемой физической величины методом наименьших квадратов.	**4**	**12**	**2**			**4**		
1.2.4	*Лабораторная работа 12* «Измерение предельных калибров-пробок на вертикальном оптиметре»	**4**	**12**			**2**			
1.2.5	Правила округления результатов наблюдений и вычислений и их погрешно-	**4**	**13**	**2**			**4**		

	сти. Решение задач по теме «Обработка результатов совокупных и совместных измерений								
1.26	*Лабораторная работа 13* «Поэлементный контроль параметров резьбы. Часть 1»	**4**	**13**			**2**			
1.27	Подготовка к измерениям, испытаниям и контролю. Анализ постановки измерительной (испытательной) задачи. Выбор модели объекта. Создание условий. Выбор метода измерений. Выбор средств измерений, испытаний и контроля качества продукции. Выбор числа измерений. Методики	**4**	**14**	**2**			**4**		

	выполнения измерений, испытаний и контроля качества продукции. Содержание МВИ по ГОСТ Р 8.563-2009. Стандартизация и аттестация МВИ (МИ 2377-98). Подготовка оператора и опробование средств измерений								
1.28	*Лабораторная работа 14* «Поэлементный контроль параметров резьбы. Часть 2»	**4**	**14**			**2**			
1.29	Применение средств измерений, испытаний и контроля качества продукции в машиностроении. Измерения и контроль геометрических величин. Измерения и контроль механических вели-	**4**	**15**	**2**			**4**		

	чин. Измерения и контроль тепловых величин. Измерения и контроль электрических и магнитных величин.								
1.30	*Лабораторная работа 15* «Контроль параметров зубчатого колеса»	**4**	**15**			**2**			
1.31	Применение средств измерений, испытаний и контроля качества продукции в машиностроении. Измерения оптических величин. Измерения акустических величин. Измерения ионизирующих излучений и радиоактивности. Выборочный приемочный и текущий контроль. Формирование выборки. Схема контроля и объем вы-	**4**	**16**	**2**			**4**		

	борки. План контроля. Простые контрольные карты.								
1.3 2	*Лабораторная работа 16* «Поверка средств измерений»	**4**	**16**			**2**			
1.3 3	Поверка, калибровка и юстировка средств измерений, испытаний и контроля. Общие вопросы поверки и калибровки. Поверка мер. Проверка, калибровка и юстировка измерительных приборов (ИП). Поверка и калибровка измерительных преобразователей (ИПР). Поверка и калибровка цифро-	**4**	**17**	**2**			**4**		

	вых средств измерения (СИ). Автоматизация поверочных работ.								
1.34	*Лабораторная работа 17* «Определение параметров шероховатости по профилограмме»»	**4**	**17**			**2**			
1.35	Выбор средств измерений в процессе производства. Основные положения по выбору средств измерений, испытаний и контроля. Обязательные и дополнительные показатели выбора. Факторы, учитываемые при выборе средств измерений, испытаний и контроля. Сертификация средств	**4**	**18**	**2**			**4**		

	измерений, испытаний и контроля. Добровольная сертификация средств измерений – цели и существо. Законодательные акты по сертификации средств измерений, испытаний и контроля. Порядок сертификации средств измерений и контроля. **Защита реферата**								
1.36	Прием и защита лабораторных работ	**4**	**18**			**2**			
	Форма аттестации								
	Всего часов в пятом семестре			**36**		**36**	**72**		
	Пятый семестр								

2.1	**Взаимозаменяемость изделий.** Нормирование точности изделий. Взаимозаменяемость как принцип конструирования. Качество изделий машиностроения. Взаимозаменяемость как важнейшее свойство совокупности изделий. Виды взаимозаменяемости, основные термины и определения. Полная и неполная, внешняя и внутренняя взаимозаменяемость. Взаимозаменяемость как принцип конструирования, изготовления и эксплуатация машин. Функциональная взаимоза-	**5**	**1-2**	**2**	**2**		**4**	**+**	

	меняемость. Коэффициент взаимозаменяемости и методы его повышения. **Система допусков ИСО на линейные размеры.** Основные термины: размерный элемент, полный номинальный размерный элемент, отверстие, вал, основное отверстие, основной вал. Понятие о номинальном, действительном и предельных размерах, предельных отклонениях и допусках. Графическое пояснение терминов. Пределы допуска, квалитет, интервал допуска, класс допуска. Положение интервала								

	допуска относительно номинального размера. Основное отклонение. Идентификаторы основного отклонения. Условное обозначение класса допуска на чертеже. Выбор класса допуска.								
2.2	**Посадки. Расчет и выбор посадок.** Посадки. Термины, связанные с посадками. Система посадок ИСО. Посадки с зазором, с натягом, переходные. Графическое представ-	**5**	**3-4**	**2**	**2**		**4**	**+**	

	ление посадок. Диапазон посадки. Образование посадок в системе отверстия и в системе вала. Обозначение посадок на чертежах. Методы выбора посадок в соединениях машин. Области применения, расчет и выбор посадок с гарантированным натягом, переходных и посадок с гарантированным зазором. Выбор посадок в зависимости от условий эксплуатации и назначения соединения. **Выдача задания на курсовую работу**								

2.3	**Контроль линейных размеров калибрами.** Контроль деталей с помощью предельных калибров. Виды и конструкции. Поля допусков калибров-пробок и калибров-скоб. Исполнительные размеры калибров. **Нормирование точности размеров и посадки подшипников качения.** Основные требования, предъявляемые к подшипникам качения. Классы точности и категории подшипников качения. Поля допусков посадочных мест валов и корпусов под подшипники качения.	**5**	**5-6**	**2**	**2**		**4**	**+**	

	Выбор посадки в зависимости от вида нагружения, режима работы, класса точности подшипника и особых требований к подшипниковым узлам. Обозначение посадок подшипников качения на чертежах.								
2.4	**Геометрические характеристики изделий. Установление геометрических допусков.** Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения. Виды геометрических допусков, их условные обозначения. Указание геометрических допусков на чертежах.	**5**	**7-8**	**2**	**2**		**4**	**+**	

	Теоретически точные размеры. Требование максимума материала. Требование минимума материала. Требование взаимодействия. Установление геометрических допусков в зависимости от эксплуатационных показателей.								
2.5	**Геометрические характеристики изделий. Шероховатость и волнистость.** Шероховатость поверхности и ее параметры. Выбор параметров шероховатости и их величины в зависимости от требований к поверхности. Методы и средства контроля шероховатости по-	**5**	**9-10**	**2**	**2**		**4**	**+**	

	верхностей. Обозначение шероховатости поверхностей на чертежах. Волнистость поверхности и ее параметры. Контроль волнистости поверхности.								
2.6	**Нормирование точности угловых и конических соединений.** Нормальные конусности и углы конусов. Допуски угловых размеров и углов конусов. Конические соединения. Элементы и параметры конуса. Система допусков и посадок для конических соединений. Обозначение конических соединений на чертежах. Инструмен-	**5**	**11-12**	**2**	**2**		**4**	**+**	

	тальные конусы. Методы и средства измерения углов и конусов **Нормирование точности шпоночных и шлицевых соединений.** Основные эксплуатационные требования к шпоночным и шлицевым соединениям. Допуски и посадки шпоночных соединений с призматическими шпонками. Способы центрирования шлицевых соединений. Допуски и посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем. Обозначение допусков и посадок шпоночных и шлицевых								

	соедине-ний на чертежах.								

2.7	**Нормирование точности резьбовых соединений.** Метрическая резьба, профиль резьбы, шаг резьбы, средний диаметр резьбы. Диаметральная компенсация погрешностей шага и половины угла профиля. Приведенный средний диаметр резьбы. Система допусков и посадок метрической резьбы. Посадки с зазором, с натягом и переходные посадки. Степени точности, основные отклонения метрической резьбы, указания на чертежах полей допусков резьб. **Нормиро-**	**5**	**13-14**	**2**	**2**		**4**	**+**	

	вание точности цилинд-рических зубчатых колес и передач. Требования, предъявляемые к зубчатым колесам и передачам. Нормы точности и виды сопряжений цилиндрических зубчатых колес и передач. Нормы бокового зазора. Степени точности и контролируемые показатели точности зубчатых колес и передач. Выбор степеней точности и виды сопряжения в зависимости от эксплуатационных требований к цилиндрической зубчатой передаче. Особенности обозначения								

	степени точности и вида сопряжений на чертежах.								

2.8	**Обеспечение точности размерных цепей.** Расчет точности размерных цепей при обеспечении полной взаимозаменяемости. Основные термины и определения, относящиеся к расчету размерных цепей. Общая характеристика методов решения размерных цепей. Экономичность использования различных методов в зависимости от требуемой точности замыкающего звена, числа составляющих размеров, серийности выпуска изделий, технического уровня производ-	**5**	**15-16**	**2**	**2**		**4**	**+**	

	ства и требований к взаимозаменяемости частей эксплуатируемых изделий. Расчет размерных цепей с обеспечением полной взаимозаменяемости. Методы решения. Обратная и прямая задачи. Расчет точности размерных цепей при обеспечении неполной взаимозаменяемости. Краткие сведения из теории вероятностей, необходимые для расчета размерных цепей вероятностным методом. Расчет размерных цепей с обеспечением полной взаимозаменяемости. Методы решения.								

	Обратная и прямая задачи.								
2.9	Решение размерных цепей методом компенсаторов. Селективная сборка. Виды сборки по методу достижения точности замыкающего звена: полной и неполной взаимозаменяемости, групповой взаимозаменяемо-	**5**	**17-18**	**2**	**2**		**4**	+	

	сти (селективная сборка), сборка с пригонкой, с регулированием, с применением компенсаторов. Методы решения размерных цепей для обеспечения этих видов сборки. Конструкции компенсаторов, используемых для размерного регулирования. Приемы технологической компенсации: удаление припуска с поверхности детали-компенсатора, подбор, использование пластмассовых компенсаторов. Расчет пределов необходимой компенсации. **Защита курсовой**								

	работы								
	Форма аттестации								
	Всего часов по дисциплине в пятом семестре			**18**	**18**		**36**	**КР**	
	Всего часов по дисциплине в четвёртом и пятом семестрах			**54**	**54**		**108**	**КР**	

Заведующий кафедрой «Стандартизация, метрология, сертификация»,
профессор, к.т.н.

С.А. Зайцев

Приложение Б

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.05.01 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН И КОМПЛЕКСОВ
ОП (профиль): «Проектирование технологических комплексов в машиностроении»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:
в соответствии с ОП

Кафедра: Стандартизация, метрология и сертификация

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
перечень вопросов на зачет
вариант экзаменационного билета
перечень вопросов на экзамен
примерный перечень тем рефератов
образцы вопросов из фонда тестовых заданий
задание на выполнение курсовой работы
перечень лабораторных работ
перечень практических работ

Составители:

Доцент, к.т.н. Парфеньева И.Е.

Профессор, д.т.н. Вячеславова О.Ф.

Москва, 2020 год

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Таблица 1

МЕТРОЛОГИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ, ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ
ФГОС ВО **15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов»**
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **общекультурные и профессиональные компетенции**:

КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства****
ИНДЕКС	**ФОРМУЛИРОВКА**			

ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию	**знать:** • передовой отечественный и зарубежный опыт в области техники и технологий машиностроительного производства; • основные технические характеристики типовых средств измерений и особенности их применения, принципы работы современных средств измерений; • организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки (калибровки) средств измерений; методики выполнения измерений; • основные понятия о взаимозаменяемости деталей, узлов и механизмов; единые принципы построения систем допусков и посадок для типовых соединений, расчета и выбора допусков и посадок для гладких цилиндрических деталей и соединений; нормирование и стандартизацию показателей геометрической точности, ориентации, месторасположения, биения и микронеровностей поверхностей деталей; **уметь:** • изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области метрологии; • определять соответствие технологического процесса изготовления изделия требованиям технологической, конструкторской и нормативной документации; • правильно выбирать и использовать методы и средства измерений с учетом их метрологических характеристик и специфики измерительной задачи для условий машиностроения; • проводить поверку, калибровку и юстировку средств измерений; • выполнять однократные и многократные измерения физических величин;	лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы практические работы	З, Э, Т, ЛР, ПрР, КР, ПР, Р

		• обрабатывать результаты равнорассеянных и неравнорассеянных прямых, косвенных, совокупных и совместных результатов измерений; • назначать (выбирать) вид взаимозаменяемости деталей соединений; использовать предпочтительные числа, ряды; рассчитывать основные точностные параметры деталей и соединений (допуск, предельные размеры, отклонения и т.п.), обозначать их на чертежах; анализировать и рассчитывать размерные цепи деталей и узлов технических систем для обеспечения их точности; **владеть:** • теоретическими знаниями и практическими навыками для изучения других специальных дисциплин, а также для работы с современной научно-технической литературой; • основными методами, способами и средствами измерений для организации метрологического обеспечения производства продукции; • основными методами, способами и средствами обеспечения требований к условиям выполнения измерений; • навыками выполнения измерений и обработки их результатов; • основными способами достижения требуемой точности и достоверности результатов измерений; • основными методами, способами выбора и назначения допусков геометрических размеров деталей, выбора и назначения допусков соединений механических (типовые посадки), расчета размерных сборочных, цепей, расчета точности динамических систем		

**- Сокращения форм оценочных средств см. в Приложении В к рабочей программе.

Перечень вопросов на зачет (4 семестр)

Вопросы	Код компетенции
Значение и историческое развитие метрологии	ОК-7
Математическое ожидание, его физический смысл, свойства	ОК-7
Содержание и предмет метрологии. Основные понятия метрологии	ОК-7
Дисперсия, ее физический смысл и свойства	ОК-7
Системы физических величин и их единицы	ОК-7
Асимметрия и эксцесс	ОК-7
Размерность физических величин. Вывод размерности производной физической величины	ОК-7
Проверка нормальности распределения по критерию Пирсона	ОК-7
Международная система единиц СИ	ОК-7
Проверка нормальности распределения по составному критерию	ОК-7
Точечная и интервальная оценки истинного значения физической величины. Доверительная вероятность	ОК-7
Требования, предъявляемые к оценкам истинного значения физической величины	ОК-7
Оценка точности результатов измерений на основании концепции неопределенности измерений или концепции погрешности результатов измерений	ОК-7
Выявление и исключение грубых погрешностей	ОК-7
Методы исключения переменных систематических погрешностей	ОК-7
Обработка результатов прямых многократных равноточных измерений	ОК-7
Суммирование случайных погрешностей	ОК-7
Суммирование неисключенных систематических погрешностей	ОК-7
Суммирование составляющих погрешности измерения	ОК-7
Погрешности измерений, их классификация	ОК-7
Обработка результатов косвенных измерений	ОК-7
Основные законы функций распределения, применяемые в метрологии. Их моменты	ОК-7
Интегральная и дифференциальная функции распределения случайных величин, связь между ними	ОК-7
Обработка результатов однократных измерений	ОК-7
Вероятность попадания результата наблюдения (случайной погрешности) в заданный интервал. Правило трех сигм	ОК-7
Виды средств измерений и их классификация	ОК-7

Обобщенная структурная схема средств измерений. Характеристика структурных элементов средств измерений	ОК-7
Измерительные шкалы. Виды шкал измерений	ОК-7
Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование	ОК-7
Погрешности средств измерений. Аддитивная и мультипликативная погрешности	ОК-7
Способы выражения пределов допускаемой основной погрешности	ОК-7
Причины появления погрешностей результатов измерения	ОК-7
Правила представления результатов измерений	ОК-7
Классы точности средств измерений	ОК-7
Воспроизведение величин физических единиц и передача их размеров	ОК-7
Плоскопараллельные концевые меры длины	ОК-7
Эталон. Свойства и виды эталонов. Метрологическая цепь передачи размеров единиц	ОК-7
Штангенинструменты	ОК-7
Поверочная схема. Государственная и локальная поверочные схемы	ОК-7
Микрометрические инструменты	ОК-7
Индикаторные нутромеры	ОК-7
Средства измерения углов	ОК-7
Универсальные измерительные микроскопы	ОК-7
Характеристика свойств качества измерительного процесса	ОК-7
Виды измерений	ОК-7
Измерение параметров шероховатости	ОК-7
Методы измерений	ОК-7
Измерение массы	ОК-7
Измерение силы и давления	ОК-7
Измерение электрических и магнитных величин	ОК-7
Измерение тепловых величин	ОК-7
Измерение неэлектрических величин электрическими методами	ОК-7
Понятие метрологического обеспечения. Научные, технические и организационные основы метрологического обеспечения	ОК-7
Метрологическая служба Российской Федерации	ОК-7
Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений. Характеристика форм государственного регулирования	ОК-7
Ответственность за нарушение законодательства Российской Федерации об обеспечении единства измерений	ОК-7

Выборочный приемочный контроль. План контроля	ОК-7
Простые контрольные карты	ОК-7
Поверка и калибровка измерительных приборов	ОК-7
Поверка и калибровка измерительных преобразователей	ОК-7
Поверка и калибровка цифровых средств измерений	ОК-7
Выбор средств измерений в процессе производства	ОК-7
Сертификация средств измерений. Порядок сертификации	ОК-7

Вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Машиностроения, кафедра «Стандартизация, метрология и сертификация»
Дисциплина «Метрология, технические измерения и основы взаимозаменяемости»
Образовательная программа 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Курс 3, семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №3

1. Международная система единиц СИ.
2. Измерение параметров шероховатости.
3. Понятие о номинальном, действительном и предельных размерах.

Утверждено на заседании кафедры «__» _____ 2018 г., протокол №__.

Зав. кафедрой _____ /С.А. Зайцев/

Перечень вопросов на экзамен (5 семестр)

Вопросы	Код компетенции
Характеристика системы допусков и посадок гладких цилиндрических соединений. Принципы и значение системы допусков и посадок	ОК-7
Контроль размеров предельными калибрами	ОК-7
Понятие о номинальном, действительном, предельных размерах, предельных отклонениях, допусках	ОК-7
Соединения и посадки	ОК-7

Система допусков и посадок	ОК-7
Отклонения формы и расположения поверхностей	ОК-7
Стандарты волнистости и шероховатости поверхностей	ОК-7
Взаимозаменяемость резьбовых соединений	ОК-7
Допуски и посадки в подшипниковых узлах	ОК-7
Взаимозаменяемость зубчатых колес и передач	ОК-7
Понятие о размерных цепях	ОК-7
Решение обратной задачи размерных цепей. Метод максимума-минимума	ОК-7
Решение прямой задачи размерных цепей. Метод максимума-минимума	ОК-7
Решение обратной задачи размерных цепей. Теоретико-вероятностный	ОК-7
Решение прямой задачи размерных цепей. Теоретико-вероятностный метод	ОК-7
Решение прямой задачи размерных цепей методом групповой взаимозаменяемости (селективная сборка)	ОК-7
Решение прямой задачи размерных цепей методом регулирования	ОК-7
Расчет и выбор посадок с зазором, с натягом, переходных	ОК-7
Виды и методы измерений	ОК-7
Международная система единиц СИ	ОК-7
Суммирование составляющих погрешности измерения	ОК-7
Погрешности измерений, их классификация	ОК-7
Виды средств измерений и их классификация	ОК-7
Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование	ОК-7
Классы точности средств измерений	ОК-7
Воспроизведение величин физических единиц и передача их размеров	ОК-7
Эталон. Свойства и виды эталонов. Метрологическая цепь передачи размеров единиц	ОК-7
Понятие метрологического обеспечения. Научные, технические и организационные основы метрологического обеспечения	ОК-7
Метрологическая служба Российской Федерации	ОК-7
Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений. Характеристика форм государственного регулирования	ОК-7
Выборочный приемочный контроль. План контроля	ОК-7
Простые контрольные карты	ОК-7
Поверка и калибровка измерительных приборов	ОК-7

Выбор средств измерений в процессе производства	ОК-7
Сертификация средств измерений. Порядок сертификации	ОК-7
Методики выполнения измерений, испытаний и контроля качества продукции	ОК-7

Примерный перечень тем реферата (ОК-7)

Понятие неопределенности измерения. Классификация неопределенностей по методу оценки и по способу выражения.

Основные источники неопределенности измерений.

Методы оценки неопределенностей.

Сравнительный анализ процедур оценивания характеристик погрешности и вычисления неопределенности измерения.

Сравнительный анализ концепции погрешности измерений и концепции неопределенности измерения.

Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.

Оценивание стандартной неопределенности по типу А.

Оценивание стандартной неопределенности по типу В.

Определение суммарной стандартной неопределенности.

Определение расширенной неопределенности и выбор коэффициента охвата.

Краткая характеристика этапов оценивания неопределенности.

Модель измерений. Описание различных классов моделей.

Законы распределения случайной величины X при оценивании неопределенности по типу А и при оценивании неопределенности по типу В.

Формулирование измерительной задачи.

Этап вычислений. Трансформирование распределений и вычисление значений оценок. Способ расчета неопределенности.

Этап вычислений. Трансформирование распределений и вычисление значений оценок. Аналитический вывод.

Этап вычислений. Трансформирование распределений и вычисление значений оценок. Метод Монте-Карло.

Применение неопределенности измерения для оценки соответствия.

Применение метода наименьших квадратов для задач по оцениванию данных в метрологии.

Представление результатов оценивания неопределенности.

Метрологические термины, используемые в концепции неопределенности измерений.

Основные термины и понятия математической статистики, используемые в концепции неопределенности измерений.

Пример оценивания и представления неопределенности измерения.

Темы презентаций (ОК-7)

Измерение тепловых величин. Механические контактные термометры.

Измерение тепловых величин. Электрические контактные устройства.

Измерение тепловых величин. Пирометры.

Измерение электрических и магнитных величин. Электромеханические измерительные приборы.

Измерение электрических величин. Электротермические измерительные приборы.

Измерение неэлектрических величин электрическими методами. Тензометрический метод.

Измерение неэлектрических величин электрическими методами. Емкостный метод.

Измерение неэлектрических величин электрическими методами. Индуктивный метод.

Измерение неэлектрических величин электрическими методами. Фотоэлектрический метод.

Измерение неэлектрических величин электрическими методами. Пьезоэлектрический метод.

Измерение неэлектрических величин электрическими методами. Радиоактивный метод.

Измерение весовых величин.

Измерение силы и давления.

Линейные измерения.

Калибры для гладких цилиндрических деталей.

Угловые измерения.

Измерения формы и расположения поверхностей.

Контроль и измерение шероховатости.

Контроль и измерение резьбы.

Измерение и контроль зубчатых колес и передач.

Измерения с помощью цифровых измерительных приборов.

Информационно-измерительные системы и информационно-вычислительные комплексы.

Средства автоматизации измерения и контроля в машиностроении.

Образцы вопросов из фонда тестовых заданий

Вопросы для оценки компетенции ОК-7

Близость результатов измерений, выполненных в одинаковых условиях, называется

1. сходимостью
2. воспроизводимостью
3. точностью
4. достоверностью
5. правильностью

Качество средств измерений, характеризующее близость к нулю их погрешностей, называется

1. сходимостью
2. воспроизводимостью
3. точностью
4. достоверностью
5. правильностью

Близость результатов измерений, выполненных в разных условиях, называется

1. сходимостью
2. воспроизводимостью
3. точностью
4. достоверностью
5. правильностью

Погрешность измерения одной и той же величины, выраженная в долях этой величины, составляет: $1 \cdot 10^{-3}$ – для первого прибора; $2 \cdot 10^{-3}$ – для второго прибора. Какой из этих приборов точнее

1. первый
2. второй
3. одинаковы
4. определить нельзя

При измерении усилия динамометр показывает 1000Н, погрешность градуировки -50Н. Среднее квадратическое отклонение показаний σ_F=10Н. Укажите доверительные границы для истинного значения измеряемого усилия с вероятностью P=0,9544 ().

1. $F = 1050 \pm 20$ Н, P=0,9544
2. $F = 1000 \pm 20$ Н,
3. $F = 950 \pm 20$ Н, P=0,9544
4. $F = 1000 \pm 60$ Н, P=0,9544
5. $F = 1050 \pm 10$ Н,

Средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера, называется

1. эталоном
2. мерой
3. датчиком
4. преобразователем
5. компаратором

Расстояние между осями двух соседних отметок шкалы, измеренное вдоль воображаемой линии, проходящей через середины самых коротких отметок шкалы, называется

1. ценой деления шкалы
2. длиной деления шкалы
3. диапазоном измерений
4. диапазоном показаний
5. чувствительностью

Средства измерений, не подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору, в процессе эксплуатации подлежат

1. поверке
2. аттестации
3. калибровке
4. сертификации
5. лицензированию

Приведенная погрешность амперметра, рассчитанного на ток 10А, составляет 2,5%. Определите абсолютную погрешность для первой отметки шкалы (1А).

1. 0,5А
2. 0,25А
3. 1А
4. 0,5%
5. 0,25%

Разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы измерительного прибора, называется

1. ценой деления шкалы
2. длиной деления шкалы
3. диапазоном измерений
4. диапазоном показаний
5. чувствительностью

Отсчет по равномерной шкале прибора с нулевой отметкой и предельным значением 50А составляет 25А. Пренебрегая другими видами погрешностей, оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности этого отсчета при условии, что класс точности прибора равен 0,5.

1. ±0,0075 А
2. ±0,125 А
3. ±0,25 А
4. ±0,5 А
5. ±1 А

На предприятии имеются средства измерений линейных размеров: 1 - штангенциркуль (погрешность измерения 0,05 мм); 2 – микрометр (погрешность измерения 0,005 мм); 3 – оптиметр (погрешность измерения 0,001 мм). Для контроля диаметра детали $ø^{30 \pm 0,012}$ целесообразнее использовать

1. микрометр
2. штангенциркуль
3. оптиметр
4. штангенциркуль и микрометр
5. любой из перечисленных

Приведенная погрешность амперметра, рассчитанного на ток 100А, составляет 0,5%. Определите относительную погрешность для измеренного значения 25А

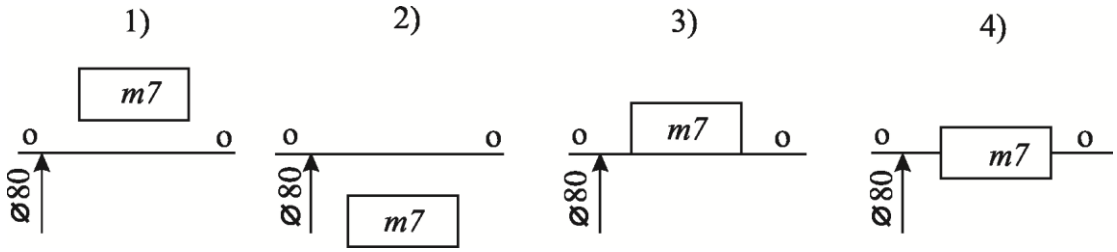
1. 1%
2. 2%
3. 0,5%
4. 2,5%

5. 0,25%

Определите, какой натяг при выборе стандартной посадки ∅ должен обеспечивать запас прочности деталей при сборке, =40 мкм, =120 мкм.

1. 120 мкм
2. 80 мкм
3. 160 мкм
4. 40 мкм

Какая из схем соответствует детали ∅?



Определите нижнее предельное отклонение отверстия ∅, если =30 мкм, а основное отклонение равно -41 мкм.

1. -30 мкм
2. -71 мкм
3. -41 мкм
4. -11 мкм

В какой системе (в системе отверстия или в системе вала) изготовлено отверстие ∅ и чему равно основное отклонение?

1. в системе вала; -102 мкм
2. в системе отверстия; -102 мкм
3. в системе вала; -148 мкм
4. в системе отверстия; -148 мкм
5. определить нельзя

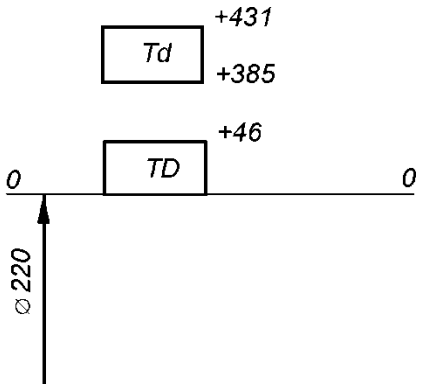
Определите допуск на изготовление отверстия из соединения ∅, если максимальный натяг в соединении равен 71 мкм, а = -41 мкм.

1. 30 мкм
2. 71 мкм
3. 60 мкм
4. 102 мкм
5. 41 мкм

Даны три детали: ∅, ∅ и ∅. Сравнить уровни точности этих деталей и определить какая из них точнее.

1. точнее 3-я деталь
2. точнее 2-я деталь

3. точнее 1-я деталь
4. уровень точности у всех деталей одинаковый



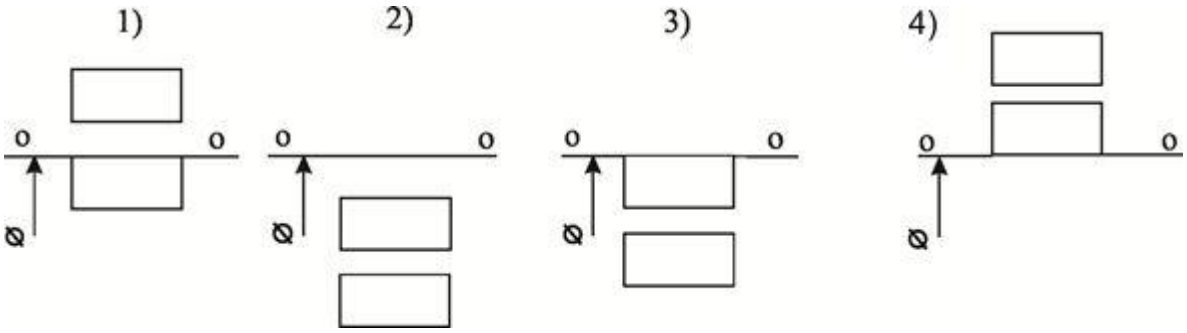
Чему равен гарантированный натяг и диапазон посадки, приведенной на схеме.

1. 339 мкм; 92 мкм
2. 431 мкм; 92 мкм
3. 385 мкм; 92 мкм
4. 339 мкм; 46 мкм
5. 431 мкм; 46 мкм

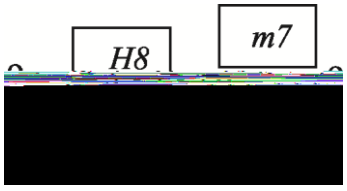
Назовите основное отклонение, образующее в системе отверстия переходные посадки

1. D
2. f
3. J_S
4. T
5. n

Определить, какая из схем соответствует интервалу допуска детали ∅.



Определите правильный вариант простановки размера в буквенном выражении на сборочном чертеже.

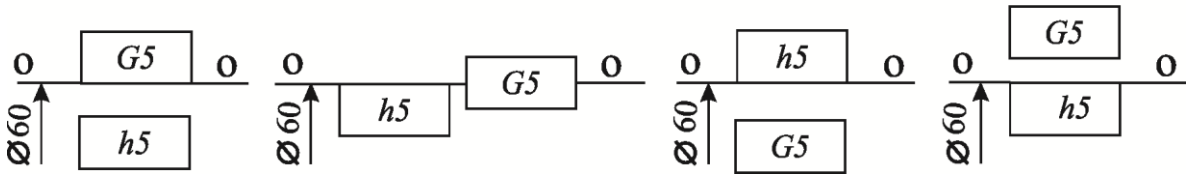


1. ∅
2. ∅
3. ∅
4. ∅

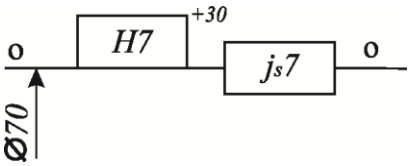
Определить величину среднего зазора в соединении, схема расположения интервалов допусков деталей которого приведена на схеме.

Графически изобразите схему посадки ∅.

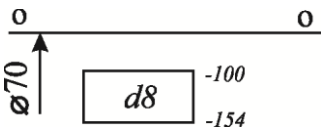
1) 2) 3) 4)



Определите максимальный зазор и диапазон посадки.



1. диапазон посадки 30 мкм
2. диапазон посадки 60 мкм
3.; диапазон посадки 60 мкм



Определите проходной предел детали.

1. 69,900 мм
2. 70,000 мм
3. 69,846 мм
4. 69,154 мм
5. 69,100 мм

Для отверстия ∅ мкм. Определить верхнее () и нижнее () отклонения отверстия ∅, если известно, что мкм.

1. ; мкм
2. мкм; мкм
3. мкм; мкм
4. ; мкм
5. определить нельзя

Задание на выполнение курсовой работы

Курсовая работа как элемент учебной дисциплины должна способствовать формированию **компетенции ОК-7.**

Исходными данными для выполнения курсовой работы являются чертеж сборочной единицы, краткое описание устройства и условий работы этого узла.

Преподаватель выдает каждому студенту номер сборочной единицы и номер варианта.

По заданным номерам студент:

- выбирает исходные данные для курсовой работы;
- предоставляет чертеж или ксерокопию эскиза сборочной единицы с цифровым обозначением сопрягаемых деталей и их названиями;
- выполняет расчеты и другие виды работ по оформлению пояснительной записки в порядке, предусмотренном методическими указаниями.

Расчетно-пояснительная записка курсовой работы в зависимости от задания должна содержать:

1. Титульный лист
2. Задание на курсовую работу
3. Эскиз сборочной единицы
4. Исходные данные
5. Расчеты и необходимые пояснения по гладким цилиндрическим сопряжениям
6. Сводную таблицу расчета посадок гладких цилиндрических сопряжений
7. Расчет жестких калибров
8. Схему размерной цепи и оба способа ее решения
9. Расчет предельных размеров резьбового соединения
10. Таблицу точностных параметров зубчатых колес и передачи
11. Расчет предельных контуров шлицевого соединения.

Пункты 7-11 выполняются в зависимости от задания на курсовую работу.

Для указанного в задании сопряжения необходимо рассчитать и подобрать стандартную посадку с натягом, с зазором, переходную посадку. Вычертить схему расположения полей допусков на вал и отверстие выбранных посадок.

Рассчитать исполнительные размеры калибра-пробки и калибра-скобы с контркалибрами для контроля годности одного из сопряжений.

Для узла подшипника качения, имеющего постоянную по направлению нагрузку, рассчитать посадку для нагруженного и внутреннего колец подшипника. Вычертить схему расположения полей допусков на кольца подшипников, вал и корпус.

Для заданного шлицевого соединения назначить метод центрирования и посадки на каждый из трех элементов шлицевого соединения. Изобразить поперечное сечение шлицевого соединения в соответствующем масштабе (достаточно одного зуба и впадины) с указанием принятых посадок по центрирующим элементам и их условным обозначениям. Изобразить поперечное сечение отдельно вала и втулки с простановкой численных значений размеров и их условными обозначениями.

Для данного резьбового соединения определить все номинальные значения параметров резьбы, допуски и отклонения. Построить профиль сопряжения с указанием необходимых параметров резьбы. Представить схемы расположения полей допусков по среднему диаметру и диаметру выступов.

Для заданной пары зубчатых колес (шестерни) установить степени кинематической точности, степени плавности работы, степени полного контакта, а также вид сопряжения зубьев. Исходные данные для расчета представлены в таблице 3. Выбрать значения параметров из ГОСТ 1643-81 в зависимости от степени точности, числа зубьев, модуля, ширины венца и межосевого расстояния.

Рассчитать заданные размерные цепи, обосновав выбор метода расчета.

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование	Оснащение	Кол-во часов
Четвёртый семестр			
1	Концевые меры длины (ОК-7)	Набор плоскопараллельных концевых мер длины	2
2	Измерение линейных размеров штангенциркулем (ОК-7)	Штангенциркуль; Набор плоскопараллельных концевых мер длины	2
3	Измерение угловых размеров (ОК-7)	Угломер	2
4	Оценка погрешностей показаний микрометра (ОК-7)	Микрометр; Набор плоскопараллельных концевых мер длины	2
5	Обработка результатов прямых и косвенных измерений (ОК-7)	Штанценциркуль; Микрометр	2
6	Измерение наружных цилиндрических поверхностей относительным методом (ОК-7)	Набор плоскопараллельных концевых мер длины; Микрометр; Рычажная скоба	2
7	Измерение внутренних цилиндрических поверхностей относительным методом (ОК-7)	Штангенциркуль; Нутромер; Набор плоскопараллельных концевых мер длины	2
8	Выбор универсальных средств измерений (ОК-7)	Набор плоскопараллельных концевых мер длины; Штанценциркуль; Микрометр; Угломер	2
9	Однократные измерения (ОК-7)	Штангенциркуль; Микрометр	2
10	Многократные измерения (ОК-7)	Штангенциркуль; Микрометр	4
11	Измерение предельных калибров-пробок на вертикальном оптиметре (ОК-7)	Вертикальный оптиметр; Калибры	2

12	Поэлементный контроль параметров резьбы (ОК-7)	Микрометр; Резьбомер; Проволочки калиброванные (комплект из 3-х штук); Набор плоскопараллельных концевых мер длины; Инструментальный микроскоп	4
13	Контроль параметров зубчатого колеса (ОК-7)	Межцентромер; Зубомерный микрометр; Тангенциальный зубомер	2
14	Поверка средств измерений (ОК-7)	Штангенциркуль; Микрометр; Набор плоскопараллельных концевых мер длины	2
15	Определение параметров шероховатости по профилограмме (ОК-7)	Профилометр	2

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
Пятый семестр		
1	Система допусков ИСО на линейные размеры (ОК-7)	2
2	Расчет и выбор посадок (ОК-7)	2
3	Расчет размеров предельных калибров (ОК-7)	2
4	Виды геометрических допусков, их условные обозначения. Указание геометрических допусков на чертежах (ОК-7).	2
5	Допуски и посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем (ОК-7).	2
6	Система допусков и посадок метрической резьбы (ОК-7).	2
7	Нормы точности и виды сопряжений цилиндрических зубчатых колес и передач (ОК-7).	2
8	Расчет размерных цепей с обеспечением полной взаимозаменяемости (ОК-7).	2
9	Решение размерных цепей методом компенсаторов (ОК-7).	2

Приложение В

Перечень оценочных средств по дисциплине «Метрология, технические измерения и основы взаимозаменяемости»

№ О	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (Э -экзамен)	Диалог преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала	Комплект экзаменационных билетов
	Устный опрос (З – зачет)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Перечень зачетных вопросов
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
3	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень лабораторных работ и их оснащение; журнал лабораторных работ
	Практические работы (ПрР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом	Перечень практических работ
4	Курсовая работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом	Комплект заданий для выполнения курсовой работы
5	Презентация (ПР)	Представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе	Темы презентаций
6	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно- исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Темы рефератов

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ МЕТРОЛОГИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ, ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ
Прием 2020 г.

1. Цели и задачи дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» следует отнести:

- формирование знаний и практических навыков по методам и средствам обеспечения единства измерений, способах достижения требуемой точности, обеспечивающих достижение требуемого уровня качества выпускаемой продукции в области машиностроения, правильность и достоверность выполняемых измерений применительно к этой области деятельности;
- формирование знаний и практических навыков по решению задач проектирования технологической оснастки и средств механизации и автоматизации технологических процессов машиностроения с применением методов и средств обеспечения требуемой точности и взаимозаменяемости деталей и их соединений, в том числе формирование умений по выбору и (или) расчету основных точностных параметров деталей и соединений (допуск, предельные размеры, отклонения и т.п.), обозначению их на чертежах, нормированию и стандартизации показателей геометрической точности, ориентации, месторасположения, биения и микронеровностей поверхностей деталей;
- формирование знаний о современных принципах, методах и средствах измерений, испытаний и контроля физических величин применительно к машиностроению, методах и средствах их поверки, калибровки и юстировки, метрологическому обеспечению технологического процесса изготовления деталей;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов».

Основные задачи дисциплины:

- овладение теоретическими и практическими методами определения погрешностей средств измерений;
- овладение методиками инженерных расчетов взаимозаменяемости основных видов деталей сопряжений и узлов машин общего назначения, отклонений размеров, формы и шероховатости поверхности деталей конструкций;
- практическое освоение современных методов контроля, измерений, испытаний и управления качеством, эксплуатации контрольно-измерительных средств;
- изучение основных положений в области стандартизации и сертификации, организации разработки и утверждения нормативных технических документов;
- освоение методики выполнения работ по сертификации продукции и услуг.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки специалиста по специальности 15.05.01 «**Проектирование технологических машин и комплексов**» и профилю (специализации) «**Проектирование технологических комплексов в машиностроении**» очной формы обучения.

Дисциплина «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОП:

В базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- высшая математика;
- инженерная графическая информация;
- теоретическая механика;
- технология конструкционных материалов;
- теория машин и механизмов;
- основы проектирования деталей и узлов машин;
- основы технологии машиностроения;
- экономика и управление машиностроительным производством;
- материаловедение;

В вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- стандартизация и сертификация;
- проектирование технологических машин и комплексов;

В вариативной части дисциплин по выбору Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- оборудование технологических комплексов и основы теории надежности технологических машин;
- оборудование технологических комплексов и основы технологической дисциплины;
- диагностика технологического оборудования, обеспечение технологической точности;
- оборудование машиностроительных производств и системы его обслуживания и ремонта;
- технологическая оснастка механообрабатывающего производства;
- технологическая оснастка механосборочного производства.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины «Метрология, технические измерения, основы взаимозаменяемости» студенты должны:

ЗНАТЬ:

- основные технические характеристики типовых средств измерений и особенности их применения, принципы работы современных средств измерений;
- организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, правила проведения метрологической экспертизы, методы и средства поверки (калибровки) средств измерений; методики выполнения измерений;
- основные понятия о взаимозаменяемости деталей, узлов и механизмов; единые принципы построения систем допусков и посадок для типовых соединений, расчета и выбора допусков и посадок для гладких цилиндрических деталей и соединений; нормирование и стандартизацию показателей геометрической точности, ориентации, месторасположения, биения и микронеровностей поверхностей деталей;

УМЕТЬ:

- определять соответствие технологического процесса изготовления изделия требованиям технологической, конструкторской и нормативной документации;
- правильно выбирать и использовать методы и средства измерений с учетом их метрологических характеристик и специфики измерительной задачи для условий машиностроения;
- проводить поверку, калибровку и юстировку средств измерений;
- выполнять однократные и многократные измерения физических величин;
- обрабатывать результаты равнорассеянных и неравнорассеянных прямых, косвенных, совокупных и совместных результатов измерений;
- назначать (выбирать) вид взаимозаменяемости деталей соединений; использовать предпочтительные числа, ряды; рассчитывать основные точностные параметры деталей и соединений (допуск, предельные размеры, отклонения и т.п.), обозначать их на чертежах; анализировать и рассчитывать размерные цепи деталей и узлов технических систем для обеспечения их точности;

ВЛАДЕТЬ:

- навыками выполнения измерений и обработки их результатов;
- основными способами достижения требуемой точности и достоверности результатов измерений;
- основными методами, способами выбора и назначения допусков геометрических размеров деталей, выбора и назначения допусков соединений механических (типовые посадки), расчета размерных сборочных, цепей, расчета точности динамических систем.

4. Объём дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего ча-	С

	сов	семестр	
		4	5
Общая трудоемкость по учебному плану	216 (6 з.е.)	144 (4 з.е)	72 (2 з.е)
Аудиторные занятия (всего)	108	72	36
В том числе:			
Лекции	54	36	18
Практические занятия			
Лабораторные занятия	54	36	18
Самостоятельная работа	108	72	36
Курсовая работа			+
Курсовой проект			
Вид промежуточной аттестации		зачет	экзамен