


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  В.И. Ряжских
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Метрология, стандартизация и сертификация»

Специальность 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

Специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей

Квалификация выпускника инженер

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы  / К.В. Кружаев /

Заведующий кафедрой
Ракетных двигателей  / В.С. Рачук /

Руководитель ОПОП  / В.С. Рачук /

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Приобретение студентами навыков использования основ стандартизации, метрологии и сертификации для обеспечения качества продукции при решении прикладных инженерных задач.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- приобретение теоретических знаний и формирование практических навыков и умений по метрологическому обеспечению техники, стандартизации и сертификации продукции;

- овладение методами расчёта посадок соединений, обеспечения единства измерений и контроля, проведения сертификации готовой продукции.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общинженерные и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности;

ОПК-3 - Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать: основные физические положения, законы механики и термодинамики, описывающие рабочий процесс в жидкостных ракетных двигателях.
	Уметь: применять физико-математические методы моделирования и расчета при анализе рабочего процесса в жидкостных ракетных двигателях.
	Владеть: навыками проведения тепловых и газодинамических расчетов рабочего процесса в жидкостных ракетных двигателях.
ОПК-3	Знать: основные показатели качества продукции, основные понятия метрологии и технических измерений, универсальные измерительные средства, методы планирования и обработки результатов

	измерений, методы автоматизация процессов измерения.
	Уметь: описывать технологические процессы изготовления отдельных деталей и узлов двигателей и энергоустановок ЛА. Разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии. Исследовать и анализировать причины брака в производстве.
	Владеть: методами поиска новых технических решений при изготовлении агрегатов ЖРД. Методами применения основных технологических процессов при изготовлении авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	81	81
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения

№	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак	Лаб.	СРС	Всего,
---	-------------------	--------------------	------	------	------	-----	--------

п/п				зан.	зан.		час
1	<p>РАЗДЕЛ 1. Введение. Основные понятия о стандартизации, взаимозаменяемости, системах допусков и посадок</p>	<p>РАЗДЕЛ 1. Введение. Основные понятия о стандартизации, взаимозаменяемости, системе допусков и посадок.</p> <p>Роль метрологии, стандартизации и сертификации в машиностроении. Закономерности развития технических систем – понятия и определения. Промышленная продукция – объект обеспечения взаимозаменяемости. Технические условия изделий машиностроения. Эффективность использования промышленной продукции. Работоспособность и отказ. Квалиметрическая оценка качества продукции.</p> <p>Государственная система стандартизации. Стандартизация. Стандарт. Технические условия. Цели и задачи государственной системы стандартов. Виды стандартов. Разработка, внедрение и пересмотр стандартов. Международная стандартизация. Методические основы стандартизации. Принципы научной организации работ по стандартизации (9 принципов). Стандартизация параметрических рядов машин. Унификация машин. Унификация и стандартизация деталей и сборочных единиц машин. Агрегатирование машин. Показатели уровня стандартизации и унификации изделий. Комплексные системы общетехнических стандартов. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Единая система технологической документации (ЕСТД). Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП). Единая система стандартов приборостроения (ЕССП). Стандартизация и качество машин. Понятие о качестве продукции. Основные показатели качества продукции. Статические показатели качества продукции. Математическая модель оптимизации параметров стандартизации. Понятие о взаимозаменяемости. Полная и неполная взаимозаменяемость. Внешняя и внутренняя взаимозаменяемость. Уровни взаимозаменяемости. Функциональная взаимозаменяемость. Основные положения, используемые при конструировании изделий. Основные положения, используемые при производстве изделий. Принципы выбора допусков и посадок. Метод прецедентов. Метод подобия. Расчетный метод. Запас работоспособности машин и изделий. Функциональные и эксплуатационные допуски.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u></p> <p>Работоспособность и отказ. Понятие о</p>	2	-	2	12	16

		качестве продукции. Функциональные и эксплуатационные допуски.					
2	РАЗДЕЛ 2. Допуски и посадки гладких соединений. Допуски и посадки типовых соединений	<p>РАЗДЕЛ 2. Допуски и посадки гладких соединений. Допуски и посадки типовых соединений.</p> <p>Основные понятия об отклонениях размеров. Номинальный размер. Предельные размеры. Отклонение и допуск. Простановка на чертежах размеров и предельных отклонений. Система допусков и посадок гладких цилиндрических соединений. Основные отклонения. Поля допусков. Методика построения посадок. Обозначение предельных отклонений и посадок на чертежах. Расчет и выбор посадок. Посадки в системе отверстия. Посадки в системе вала. Единица допуска. Квалитет. Графическое изображение полей допусков деталей. Схемы полей допусков.</p> <p>Расчёт посадок с зазором. Примерные области применения некоторых рекомендуемых посадок. Расчёт подшипников скольжения. Расчет и выбор переходных посадок. Расчет и выбор посадок с натягом. Примеры применения посадок с натягом.</p> <p>Шпоночные соединения. Основные размеры соединений с призматическими шпонками. Предельные отклонения и посадки шпоночных соединений.</p> <p>Соединения шлицевые прямобочные. Основные параметры. Посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем зуба. Условные обозначения с шлицевых прямобочных соединений.</p> <p>Соединения шлицевые эвольвентные. Основные параметры. Посадки шлицевых эвольвентных соединений. Условные обозначения шлицевых эвольвентных соединений.</p> <p>Резьба метрическая. Стандартизация и взаимозаменяемость резьбовых соединений. Основные параметры крепежных цилиндрических метрических резьб. Предельные отклонения метрической резьбы. Посадки с зазором. Посадки с натягом. Условные обозначения метрических резьб.</p> <p>Соединения с подшипниками качения. Классы точности подшипников качения. Назначения полей допусков для вала и отверстия корпуса при установке подшипников качения. Допуски и посадки подшипников качения. Выбор посадок подшипников качения.</p> <p>Зубчатые передачи. Геометрические параметры цилиндрических зубчатых передач внешнего зацепления. Система допусков цилиндрических зубчатых передач. Термины, обозначения и определения по ГОСТ 1643-81. <u>Самостоятельное изучение.</u> Расчет и выбор посадок с натягом. Допуски калибров для метрических резьб. Основные эксплуатационные требования к зубчатым передачам. Расчет измерительного межосевого расстояния.</p>	4	4	8	14	30
3	РАЗДЕЛ 3. Допуски формы и расположения поверхностей. Шероховатость поверхности	<p>РАЗДЕЛ 3. Допуски формы и расположения поверхностей. Шероховатость поверхности.</p> <p>Классификация отклонений геометрических параметров деталей. Отклонения и допуски формы. Отклонение формы цилиндрических</p>	4	2	8	14	28

		<p>поверхностей. Отклонение формы плоских поверхностей. Отклонение формы заданного профиля (поверхности). Отклонение расположения поверхностей. Суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей. Зависимый и независимый допуски расположения (формы). Числовые значения допусков формы и расположения поверхностей. Обозначение на чертежах независимых допусков формы и расположения поверхностей деталей. Обозначение зависимых допусков.</p> <p>Система нормирования и обозначения шероховатости поверхности. Основные понятия и определения. Параметры шероховатости, связанные с формой неровностей профиля. Выбор параметров шероховатости. Обозначение шероховатости поверхностей. Волнистость поверхностей деталей. Измерение отклонений формы. Измерение отклонения расположения. Измерение шероховатости поверхности.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Измерение отклонений формы. Измерение отклонения расположения. Измерение шероховатости поверхности.</p>					
4	<p>РАЗДЕЛ 4.</p> <p>Построение и расчет размерных цепей. Выполнение чертежей деталей машин</p>	<p>РАЗДЕЛ 4. Построение и расчет размерных цепей. Выполнение чертежей деталей машин.</p> <p>Размерные цепи. Термины, обозначения и определения размерных цепей. Методы расчета размерных цепей. Основное уравнение размерной цепи. Метод полной взаимозаменяемости. Метод неполной взаимозаменяемости.</p> <p>Общие положения по выполнению чертежей деталей машин. Технические требования на чертежах деталей машин. Валы. Крышки подшипников. Стаканы. Червячные передачи. Цилиндрические зубчатые передачи.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Метод групповой взаимозаменяемости при селективной сборке. Метод регулирования и пригонки. Расчет плоских и пространственных размерных цепей. Конические зубчатые передачи.</p>	2	4	6	14	26
5	<p>РАЗДЕЛ 5.</p> <p>Метрология и технические измерения</p>	<p>РАЗДЕЛ 5. Метрология и технические измерения.</p> <p>Краткая история развития метрологии. Объекты и методы измерений, виды контроля. Измеряемые величины. Международная система единиц физических величин. Виды и методы измерений. Виды контроля. Методика выполнения измерений.</p> <p>Классы точности средств измерений. Погрешность измерений. Систематические и случайные погрешности. Причины возникновения</p>	4	4	6	14	28

		<p>погрешностей измерения. Планирование измерений. Выбор измерительного средства. Обработка результатов наблюдений и оценивание погрешностей измерений. Выбор измерительных средств по допустимой погрешности измерения.</p> <p>Общие характеристики измерительных приборов. Аналоговые измерительные приборы. Цифровые измерительные приборы.</p> <p>Основы квалитметрии.</p> <p>Технические измерения. Линейные измерения. Угловые измерения. Калибры для гладких цилиндрических деталей. Контроль размеров высоты и глубины. Контроль конусов и углов. Измерения формы и расположения поверхностей. Контроль и измерение шероховатости. Контроль и измерение резьбы.</p> <p>Измерение электрических и магнитных величин. Электромеханические измерительные приборы.</p> <p>Электротермические измерительные приборы.</p> <p>Измерение температуры. Температурные шкалы и единицы тепловых величин. Механические контактные термометры. Электрические контактные термометры. Пирометры излучения.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u></p> <p>Автоматизация системы контроля и управления сбором данных. Измерительные преобразователи. Измерительные роботы. Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы.</p>					
6	РАЗДЕЛ 6. Основы сертификации	<p>РАЗДЕЛ 6. Основы сертификации сертификация.</p> <p>Основные понятия, цели и объекты сертификации. История развития сертификации. Качество и конкурентоспособность продукции. Общие сведения о конкурентоспособности продукции. Основные понятия и определения в области качества продукции. Управление качеством продукции. Системы сертификации. Схемы сертификации. Правила и порядок проведения сертификации.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Развитие сертификации на международном, региональном и национальном уровнях.</p>	2	4	6	13	25
Итого			18	18	36	81	153

5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа №1. Измерение геометрических величин деталей штангенинструментом.

Лабораторная работа №2. Измерение геометрических величин деталей при помощи микрометра.

Лабораторная работа №3. Измерение геометрических величин деталей нутромером.

Лабораторная работа №4. Измерение расхода воздуха по местным показаниям ротаметра.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 4 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Расчёт и стандартизация параметров деталей агрегата автоматики ЖРД»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

Задание 1. Выполнение сборочного чертежа и рабочих чертежей деталей агрегата автоматики ЖРД.

Задание 2. Определение параметров и построение полей допусков элементов гладких соединений;

Задание 3. Расчет и выбор посадки с натягом;

Задание 4. Расчет подшипника скольжения;

Задание 5. Определение параметров элементов соединений, осуществляемых селективной сборкой;

Задание 6. Расчет размерных цепей.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	Знать: основные физические положения, законы механики и термодинамики, описывающие рабочий процесс в жидкостных ракетных двигателях.	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: применять	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

	физико-математические методы моделирования и расчета при анализе рабочего процесса в жидкостных ракетных двигателях.		предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: навыками проведения тепловых и газодинамических расчетов рабочего процесса в жидкостных ракетных двигателях.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-3	Знать: основные показатели качества продукции, основные понятия метрологии и технических измерений, универсальные измерительные средства, методы планирования и обработки результатов измерений, методы автоматизация процессов измерения.	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: описывать технологические процессы изготовления отдельных деталей и узлов двигателей и энергоустановок ЛА. Разрабатывать нормы выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии. Исследовать и анализировать причины брака в производстве.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: методами поиска новых технических решений при изготовлении агрегатов ЖРД. Методами применения основных технологических процессов при изготовлении авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре

для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	Знать: основные физические положения, законы механики и термодинамики, описывающие рабочий процесс в жидкостных ракетных двигателях.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: применять физико-математические методы моделирования и расчета при анализе рабочего процесса в жидкостных ракетных двигателях.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: навыками проведения тепловых и газодинамических расчетов рабочего процесса в жидкостных ракетных двигателях.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОПК-3	Знать: основные показатели качества продукции, основные понятия метрологии и технических измерений, универсальные измерительные средства, методы планирования и обработки результатов измерений, методы автоматизация процессов измерения.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: описывать технологические процессы изготовления отдельных деталей и узлов двигателей и энергоустановок ЛА. Разрабатывать нормы	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

выработки и технологические нормативы на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии. Исследовать и анализировать причины брака в производстве.				задачах		
Владеть: методами поиска новых технических решений при изготовлении агрегатов ЖРД. Методами применения основных технологических процессов при изготовлении авиационных и ракетных двигателей и энергоустановок ЛА.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Для переходной посадки $\varnothing 25 \frac{H7(+0,021)}{k6(+0,015/+0,002)}$ допуск отверстия T_D равен:

Варианты ответа:

1) 0; 2) 21 мкм; 3) -19 мкм; 4) 15 мкм; 5) 2 мкм; 6) 13 мкм; 7) 34 мкм.

2. Для переходной посадки $\varnothing 25 \frac{H7(+0,021)}{k6(+0,015/+0,002)}$ допуск вала T_d равен:

Варианты ответа:

1) 0; 2) 21 мкм; 3) -19 мкм; 4) 15 мкм; 5) 2 мкм; 6) 13 мкм; 7) 34 мкм.

3. Для переходной посадки $\varnothing 25 \frac{H7(+0,021)}{k6(+0,015/+0,002)}$ наименьший натяг N_{\min} равен:

Варианты ответа:

1) 0; 2) 21 мкм; 3) -19 мкм; 4) 15 мкм; 5) 2 мкм; 6) 13 мкм; 7) 34 мкм.

4. Международная система единиц СИ была введена в:

Варианты ответа:

1) 1992; 2) 2008; 3) 1917; 4) 1960; 5) 2009.

5. Средства метрологии – это:

Варианты ответа:

1) совокупность единиц физических величин;

2) совокупность физических величин;

3) совокупность средств измерений и метрологических стандартов,

обеспечивающих их рациональное использование;

- 4) совокупность операций;
- 5) единство измерений.
6. Точность это:

Варианты ответа:

1) характеристика качества измерений, которая отражает близость к нулю значения погрешности результатов измерения;

2) явление, положенное в основу измерения;

3) характеристика качества измерений, которая отражает близость к нулю;

4) близость к результатам измерений одной и той же величины, полученных в разное время разных местах, разными методами;

5) близость к результатам измерений одной и той же величины.

7. Измерения, осуществляемые путем одновременного измерения нескольких одноименных величин, при котором искомое значение находят решением системы уравнений:

Варианты ответа:

1) кратное; 2) совместное; 3) совокупное; 4) прямое; 5) косвенное.

8. К дополнительным единицам физических величин международной системы СИ относятся:

Варианты ответа:

1) телесный угол, сила света;

2) телесный угол, длина;

3) плоский угол, телесный угол;

4) телесный угол, масса;

5) плоский угол, время.

9. Назовите метод, при котором значение величины определяют непосредственно по отчетному устройству, измерительного прибора:

Варианты ответа:

1) метод замещения;

2) нулевой метод;

3) метод непосредственной оценки;

4) метод дополнения;

5) метод сравнения с мерой.

10. Свойство эталона удерживать неизменным размер воспроизводимой им единицы в течение длительного интервала времени

Варианты ответа:

1) сличаемость; 2) неизменность; 3) воспроизводимость; 4) точность;

5) погрешность.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Определите верхнее отклонение для посадки $\varnothing 25 \frac{H7(+0,021)}{f6(-0,020/-0,033)}$.

2. Определите нижнее отклонение для посадки $\varnothing 25 \frac{H7(+0,021)}{f6(-0,020/-0,033)}$.

3. Определите нижнее отклонение вала для посадки $\varnothing 25 \frac{H7(+0,021)}{f6(-0,020/-0,033)}$.

4. Определите верхнее отклонение вала для посадки $\varnothing 25 \frac{H7(+0,021)}{f6(-0,020/-0,033)}$.

5. Определите допуск отверстия для посадки $\varnothing 25 \frac{H7(+0,021)}{f6(-0,020/-0,033)}$.

6. Определите допуск вала для посадки $\varnothing 25 \frac{H7(+0,021)}{f6(-0,020/-0,033)}$.

7. Границы доверительного интервала измерения не должны превышать $\Delta = \pm 0,15$ мм с доверительной вероятностью $\gamma = 0,95$. С какой случайной погрешностью необходимо взять прибор, чтобы эти условия удовлетворялись при числе измерений $n = 6$?

8. Подобрать посадку с натягом схема полей допусков для соединения при следующих данных: $D = 0,05$ м, $d_1 = 0,02$ м, $d_2 = 0,09$ м, $l = 0,06$ м. Соединение нагружено осевой силой $P = 35 \cdot 10^3$ Н. Детали изготовлены из стали 40, $E_1 = E_2 = 206$ ГПа, $\sigma_T = 313$ МПа, $f_1 = 0,14$, $Rz_1 = Rz_2 = 5$ мкм.

9. Подобрать посадку для подшипника скольжения, работающего в условиях жидкостного трения при следующих данных: $D = 0,005$ м, $l = 0,005$ м, $p = 1,3 \cdot 10^6$ Н/м², $\omega = 157$ рад/с, масло с динамической вязкостью при $t = 50^\circ\text{C}$, $\mu = 1,9 \cdot 10^{-3}$ Н·с/м².

10. Имеется фрагмент конструкции, у которой необходимо обеспечить при сборке осевой зазор A_Δ между торцом крышки и наружным кольцом зубчатого колеса. Осевой зазор необходим для компенсации тепловых деформаций деталей, возникающих во время работы. В таблице 14 даны размеры составляющих звеньев конструкторской размерной цепи зубчатого механизма - A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 , тип посадки и квалитет. Допуск увеличивающих размеров деталей $H8$, уменьшающих - $h9$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Номинальный размер соединения $\varnothing 40$ мм, обозначение посадки $\varnothing 40 \frac{H7(+0,025)}{f7(-0,025/-0,050)}$, количество групп сортировки $n = 4$. Необходимо:

- 1) Найти значение основных параметров полей деталей и исходной посадки.
- 2) Разделить поля допусков исходной посадки на заданное число групп.
- 3) Составить карту сортировщика для проведения селективной сортировки.

2. Дано две посадки цилиндрического соединения $\varnothing 70 \frac{H8}{f7}$ и $\varnothing 70 \frac{H8}{js7}$.

Необходимо:

1) Определить для каждой посадки значения основных параметров отверстия и вала. Рассчитать параметры посадки. Дать характеристику посадки.

2) Вычертить схемы полей допусков соединения.

3) Выбрать инструменты для измерения размеров деталей, составляющих соединение.

3. Для шлицевого соединения с заданным числом зубьев n , внутренним диаметром d , внешним диаметром D и шириной зубьев b , работающего при условиях, указанных в таблице, выбрать:

а) вид центрирования;

б) тип посадки и определить допуски и предельные размеры всех элементов соединения;

в) построить схемы расположения полей допусков;

г) привести на схеме полное обозначение шлицевого соединения.

Исходные данные приведены в таблице.

Соединение	Число зубьев, n	Диаметры, мм		Твердость втулки	Условия движения
		d	D		
Подвижное	6	11	14	Высока	Нереверсивное
Неподвижное	6	28	34	Малая	Нереверсивное
Подвижное	8	32	38	Малая	Ревверсивное

4. Сколько измерений необходимо сделать с помощью прибора, имеющего случайную погрешность $\sigma(x) = 0,45$ мм, чтобы при доверительной вероятности $\gamma = 0,9$ границы доверительного интервала не превышали $\Delta = \pm 0,1$ мм.

5. Произведено 7 измерений массы осадка химической реакции и найдены значения $x_{cp} = 4,53$ г и СКО $\sigma(x) = 0,4$ г. Найти значения вероятности γ , с которой доверительный интервал с границами 0,35 г накроет истинное значение измеряемой массы. Систематическая погрешность исключена.

6. Весы имеют предел допустимой погрешности $\pm 0,1$ г. Экспериментально найдена случайная погрешность этих весов $\sigma(x) = 0,02$ г. Сколько наблюдений необходимо сделать при многократных измерениях, чтобы случайной погрешностью результата измерений можно было пренебречь?

7. Весы имеют предел допустимой погрешности $\pm 0,1$ г. Экспериментально найдена случайная погрешность этих весов $\sigma(x) = 0,02$ г. Предварительно был построен график поправок с помощью образцовых гирь разряда N , погрешность изготовления которых $\pm 0,30$ мг; в результат измерений введена поправка $q = -0,08$. Сколько наблюдений необходимо сделать при многократных измерениях, чтобы случайной погрешностью результата измерений можно было пренебречь?

8. Произведено 8 измерений массы и найдены значения $m = 24,137$ г, $\sigma(x) = 0,03$ и систематическая погрешность $\Delta_s = -0,02$. Случайная погрешность распределена по

нормальному закону. Найти исправленное значение m и его точечную случайную погрешность.

9. Найти массу M , а также абсолютную ΔM и относительную δm погрешности емкости прямоугольной формы, если размеры внешнего периметра емкости (длина $A=3120$ мм, ширина 2201 мм, высота $B=1506$ мм) и внутреннего периметра (соответственно, a , b , v) измерены рулеткой с погрешностью $\Delta = \pm 2$ мм. Плотность материала ванны $\rho = (2250 \pm 20)$ кг/м³.

10. Найти плотность материала ρ , а также абсолютную $\Delta \rho$ и относительную $\delta \rho$ погрешности, если образец материала прямоугольной формы имеет размеры: длину 1267 мм, ширину 1150 мм и высоту 601 мм. Измерения произведены с погрешностью $\pm 0,1$ мм. Масса образца $M=26,04$ кг, погрешность взвешивания $\Delta = \pm 2$ г.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Комплексные системы общетехнических стандартов. Единая система конструкторской документации (ЕСКД).
2. Единая система технологической документации (ЕСТД).
3. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП).
4. Единая система стандартов приборостроения (ЕССП).
5. Стандартизация и качество машин. Понятие о качестве продукции. Основные показатели качества продукции. Статические показатели качества продукции.
6. Понятие о взаимозаменяемости. Полная и неполная взаимозаменяемость. Внешняя и внутренняя взаимозаменяемость. Уровни взаимозаменяемости. Функциональная взаимозаменяемость.
7. Основные понятия об отклонениях размеров. Номинальный размер. Предельные размеры.
8. Отклонение и допуск. Простановка на чертежах размеров и предельных отклонений. Основные отклонения. Поля допусков.
9. Три принципа построения системы допусков и посадок.
10. Обозначение предельных отклонений и посадок на чертежах.
11. Методы выбора посадок. Метод прецедентов. Метод подобия. Расчетный метод.
12. Расчет и выбор посадок. Посадки в системе отверстия.
13. Посадки в системе вала. Единица допуска.
14. Квалитет. Графическое изображение полей допусков деталей. Схемы полей допусков.
15. Расчёт посадок с зазором. Примерные области применения некоторых рекомендуемых посадок. Расчёт подшипников скольжения. Расчет и выбор переходных посадок.
16. Расчет и выбор посадок с натягом. Примеры применения посадок с натягом.
17. Шпоночные соединения. Основные размеры соединений с призматическими шпонками. Предельные отклонения и посадки шпоночных соединений.
18. Соединения шлицевые прямобочные. Основные параметры. Посадки шлицевых соединений с прямобочным профилем зуба. Условные обозначения шлицевых прямобочных соединений.
19. Соединения шлицевые эвольвентные. Основные параметры. Посадки шлицевых эвольвентных соединений. Условные обозначения шлицевых эвольвентных соединений.
20. Резьба метрическая. Стандартизация и взаимозаменяемость резьбовых соединений. Основные параметры крепежных цилиндрических метрических резьб. Условные обозначения метрических резьб.
21. Соединения с подшипниками качения. Классы точности подшипников качения. Выбор

- посадок подшипников качения.
22. Зубчатые передачи. Геометрические параметры цилиндрических зубчатых передач внешнего зацепления. Система допусков цилиндрических зубчатых передач.
 23. Классификация отклонений геометрических параметров деталей. Отклонения и допуски формы. Отклонение формы цилиндрических поверхностей.
 24. Отклонение расположения поверхностей. Суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей.
 25. Система нормирования и обозначения шероховатости поверхности. Основные понятия и определения. Выбор параметров шероховатости. Обозначение шероховатости поверхностей.
 26. Размерные цепи. Термины, обозначения и определения размерных цепей. Методы расчета размерных цепей. Основное уравнение размерной цепи. Метод полной взаимозаменяемости.
 27. Поясните метод неполной взаимозаменяемости.
 28. Общие положения по выполнению чертежей деталей машин. Технические требования на чертежах деталей машин.
 29. Поясните метод групповой взаимозаменяемости при селективной сборке. Метод регулирования и пригонки.
 30. Измеряемые величины. Международная система единиц физических величин.
 31. Виды и методы измерений. Виды контроля. Методика выполнения измерений.
 32. Классы точности средств измерений. Погрешность измерений. Систематические и случайные погрешности. Причины возникновения погрешностей измерения.
 33. Технические измерения. Линейные измерения. Угловые измерения. Калибры для гладких цилиндрических деталей.
 34. Контроль размеров высоты и глубины. Контроль конусов и углов. Контроль и измерение шероховатости. Контроль и измерение резьбы.
 35. Измерение электрических и магнитных величин. Электромеханические измерительные приборы. Электротермические измерительные приборы.
 36. Измерение температуры. Температурные шкалы и единицы тепловых величин. Механические контактные термометры. Электрические контактные термометры. Пирометры излучения.
 37. Основные понятия, цели и объекты сертификации. История развития сертификации.
 38. Качество и конкурентоспособность продукции. Общие сведения о конкурентоспособности продукции.
 39. Основные понятия и определения в области качества продукции. Управление качеством продукции.

Системы сертификации. Схемы сертификации. Правила и порядок проведения сертификации.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса и 2 задачи. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 6 баллами, задача оценивается в 12 баллов (6 баллов верное решение и 6 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 42.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 12 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 12 до 23 баллов.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 24 до 32 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 33 до 42 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	РАЗДЕЛ 1. Введение. Основные понятия о стандартизации, взаимозаменяемости, системах допусков и посадок	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ
2	РАЗДЕЛ 2. Допуски и посадки гладких соединений. Допуски и посадки типовых соединений	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
3	РАЗДЕЛ 3. Допуски формы и расположения поверхностей. Шероховатость поверхности	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
4	РАЗДЕЛ 4. Построение и расчет размерных цепей. Выполнение чертежей деталей машин	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
5	РАЗДЕЛ 5. Метрология и технические измерения	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
6	РАЗДЕЛ 6. Основы сертификации	ОПК-1, ОПК-3	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 40 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Метрология, стандартизация и сертификация. / А.Г. Сергеев, В.В. Тегеря. – М.: Издательство Юрайт; 2012. – 820 с.

2. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения / Никифоров А.Д. – М.: «Высшая школа», 2002. 510 с.

3. Стандартизация и взаимозаменяемость деталей ЖРД: учеб. пособие / Г.И. Скоморохов, А.В. Иванов, А.В. Шостак. – Воронеж: ГОВПО «Воронежский государственный технический университет». Воронеж, 2010. – 118 с.

4. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости) / Белкин И.М. / Учеб. Пособие для студентов машиностроительных специальностей высших технических заведений. – М.: Машиностроение, 1992. 528 с.

5. Пособие к решению задач по курсу «Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения». / Зябрева Н.Н. Учеб. пособие для вузов. М.: «Высшая школа», 1977. 204 с.

6. Методические указания к лабораторным работам № 1-2 по курсу "Метрология, стандартизация и сертификация" для студентов специальности 160302 "Ракетные двигатели" очной формы обучения. Ч.1 / Каф. ракетных двигателей; Сост.: Г.И.Скоморохов, Д.Г. Авсицеров. - Воронеж: ВГТУ, 2015. - 37 с.

7. Методические указания к лабораторным работам № 3-4 по курсу "Метрология, стандартизация и сертификация" для студентов специальности 160302 "Ракетные двигатели" очной формы обучения. Ч.2 / Каф. ракетных двигателей; Сост.: Г.И.Скоморохов, В.А. Коробченко. - Воронеж: ВГТУ, 2015. - 37 с.

8. Тестовые задания для контроля остаточных знаний: Методические указания для тестового контроля знаний по курсу "Метрология, стандартизация, сертификация" для студентов специальности 160302 "Ракетные двигатели" очной формы обучения. Ч.1 / Каф. ракетных двигателей; Сост.: Г.И. Скоморохов, Д.Г. Авсицеров. - Воронеж: ВГТУ, 2015. - 50 с.

9. Методические указания для тестового контроля знаний по курсу "Метрология, стандартизация, сертификация" для студентов специальности 160302 "Ракетные двигатели" очной формы обучения. Ч. 2. Сост.: Г.И. Скоморохов, В.А. Коробченко. - Воронеж: ВГТУ, 2007. - 50 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Microsoft Win Pro 10
2. Acrobat Pro 2017
3. NX Academic
4. 7 zip
5. Google Chrome
6. LibreOffice
7. Mozilla Firefox
8. Компас-3D
9. OpenOffice
10. <http://www.edu.ru/> - образовательный портал ВГТУ
11. <http://window.edu.ru>, <https://wiki.cchgeu.ru> - информационные справочные системы
12. elibrary.ru
13. <http://vipbook.info> - электронная библиотека
14. www.iprbookshop.ru – электронная библиотека

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аудитория № 153 (ул. Ворошилова, 20, 8 эт.), укомплектованная специализированной мебелью для обучающихся и преподавателя, оборудованная мультимедиа-проектором и экраном, для проведения лекционных и практических занятий.

Аудитории № 154, № 149 (ул. Ворошилова, 20, 8 эт.), укомплектованные специализированной мебелью для обучающихся и преподавателя для проведения лекционных и практических занятий.

Специализированная аудитория, оснащенная персональными компьютерами и специальным программным обеспечением для лабораторных работ - учебная аудитория № 134 (ул. Ворошилова, 20, 7 эт.), укомплектованная специализированной мебелью и оборудованная техническими средствами обучения: персональными компьютерами с лицензионным программным обеспечением с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Стенд ВГТУ.ФЦП-001.00.00 для проведения газодинамических испытаний.

Средства обеспечения освоения дисциплины:

- Видеофильмы по аварийным запускам ракеты-носителя Н1, испытаниям двигателей на огневых стендах базового предприятия

- Программное обеспечение для статистической обработки данных;
- Приборы для технических измерений.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета размерных цепей и параметров элементов соединений, осуществляемых селективной сборкой. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования.

	<p>Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>