



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора

А.В. Троицкий

«__» _____ 2023 г.

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ***

***БАЗОВАЯ КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И
ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И
ТЕХНОЛОГИЙ***

***РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ»***

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством

Профиль: Управление качеством в машиностроении

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королёв
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.


Автор: Магнитский И.В. Рабочая программа дисциплины: «Методы испытаний композитных конструкций» – Королев МО: «Технологический университет», 2023

Рецензент: д.т.н. Тимофеев А.Н.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 27.03.02 Управление качеством и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол № 9 от 11.04.2023г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Тимофеев А.Н. д.т.н. 	Тимофеев А.Н. д.т.н.		
Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 11 от 22.03.2023			

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО  Ю.С. Попова к.э.н.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины является:

обучение студентов основным подходам к исследованию свойств и технологических параметров композиционных материалов и их составляющих.

В процессе обучения обучающийся приобретает и совершенствует следующие компетенции:

Профессиональные компетенции:

- ПК-4 Способен проектировать и разрабатывать конструкторскую документацию на специальную оснастку для контроля и испытаний.
- ПК-5 Способен разрабатывать и внедрять новые материалы, методы и средства технического контроля.
- ПК-6 Способен проводить испытания новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг.

Основными **задачами** дисциплины являются:

- сформировать у студентов представление о месте эксперимента в процессе получения изделия, обеспечении его качества;
- дать студентам теоретические сведения и практические навыки, касающиеся планирования, организации и проведения эксперимента, интерпретации его результатов;
- научить студентов обрабатывать экспериментальные данные, оценивать их значимость, применять эти сведения в профессиональной деятельности.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

- Владеть правилами разработки технических заданий на проектирование специальной оснастки для контроля и испытаний
- Владеть навыками применения в расчетах знаний о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации
- Владеть навыками выполнения испытаний при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации.

Необходимые умения:

- Уметь анализировать потребности производства в новых методиках, методах и средствах контроля и возможности их внедрения на предприятии.
- Уметь анализировать потребности производства в новых материалах, методах и средствах технического контроля.

- Уметь разрабатывать методы и способы контроля качества новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг.

Необходимые знания:

- Знать нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции.
- Знать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов.
- Знать методики и подходы выполнения испытания новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг, а также выполнять статистическую обработку результатов измерений и контроля.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Методы испытаний композиционных конструкций» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений основной программы по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством.

Дисциплина реализуется базовой кафедрой управления качеством и исследования в области новых материалов и технологий на предприятии АО «Композит».

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученной дисциплине «Химия и материаловедение» и компетенциях ОПК-1, ОПК-2.

Знания, полученные при освоении данной дисциплины, являются базовыми при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единицы, **144** часа.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр ...	Семестр ...	Семестр 7	Семестр ...
Общая трудоемкость	144			144	
Очное отделение					
Аудиторные занятия	48			48	
Лекции (Л)	16			16	
Лабораторные работы (ЛР)	6			6	
Практические занятия (ПЗ)	26			26	
Практическая подготовка	6			6	
Самостоятельная работа	96			96	
Курсовые работы	+			+	

Контрольная работа, домашнее задание	-			-	
Текущий контроль знаний (7 - 8, 15 - 16 недели)	Тест			+	
Вид итогового контроля:	Экзамен			Экзамен	
Виды занятий	Всего часов	Курс ...	Курс ...	Курс 5	Курс ...
Заочное отделение					
Аудиторные занятия	20			20	
Лекции (Л)	4			4	
Лабораторные работы (ЛР)	4			4	
Практические занятия (ПЗ)	8			8	
Практическая подготовка	4			4	
Самостоятельная работа	128			128	
Курсовые работы	+			+	
Контрольная работа, домашнее задание	-			-	
Текущий контроль знаний (7 - 8, 15 - 16 недели)	Тест			-	
Вид итогового контроля:	Экзамен			Экзамен	

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час Очное/ заочное	Практические занятия, час Очное/ заочное	Лабораторные занятия, час Очное/ заочное	Занятия в интерактивной форме, час Очное/ заочное	Практическая подготовка, час Очное/ заочное	Код компетенций
Тема 1. Эксперимент, его место в научной и инженерной практике. Планирование и проведение эксперимента, статистическая обработка и интерпретация результатов	1/0,5	2/1	-	-	-	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Тема 2. Прямые и косвенные измерения. Методы определения расстояний, времени, температуры, массы	2/0,5	4/1	2/2	2/1	2/2	ПК-4 ПК-5 ПК-6

Тема 3. Метрологическое обеспечение испытаний. Методики выполнения измерений. Средства измерения. Стандартизация и унификация требований к выполнению измерений	2/0,5	2/-	-	2/1	-	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Тема 4. Определение свойств волокнистых наполнителей. Определение линейной и объемной плотности волокна, разрывной нагрузки, модуля упругости и разрушающей деформации	2/0,5	2/1	1/-	2/1	1/-	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Тема 5. Определение свойств матричных материалов. Определение физико-химических, механических, теплофизических свойств матриц	2/0,5	2/1	-	2/1	-	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Тема 6. Определение структурных и физических свойств композиционных материалов. Микроскопия	2/0,5	2/1	1/-	-	1/-	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Тема 7. Определение физико-механических свойств композиционных материалов при одноосных нагружениях. Испытания в широком диапазоне температур	2/0,5	6/2	2/2	2/1	2/2	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Тема 8. Определение теплофизических свойств композиционных	2/0,5	4/1	-	2/1	-	ПК-4 ПК-5 ПК-6

материалов. Стационарные и нестационарные методы						
Тема 9. Определение характеристик конструкций из композиционных материалов. Герметичность и газопроницаемость. Стендовые и эксплуатационные испытания	1/-	2/-	-	-	-	ПК-4 ПК-5 ПК-6
Итого:	16/4	26/8	6/4	12/4	6/4	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Эксперимент, его место в научной и инженерной практике. Планирование и проведение эксперимента, статистическая обработка и интерпретация результатов

Место эксперимента в изучении свойств материалов и конструкций, в контроле продукции. Классификация экспериментов. Понятие натурального и численного эксперимента. Планирование эксперимента, требования к программе экспериментального исследования.

Повторяемость результатов эксперимента. Статистические методы обработки результатов. Понятие распределения случайной величины. Характеристики распределения случайной величины. Интерпретация результатов эксперимента. Выводы из серии экспериментов. Особенности контрольных экспериментов.

Тема 2. Прямые и косвенные измерения. Методы определения расстояний, времени, температуры, массы

Отличия прямого и косвенного способов измерения физических величин, особенности обработки результатов экспериментов при косвенном способе. Основные приборы, осуществляющие прямое измерение величин, их метрологические, технические и эксплуатационные характеристики. Выбор прибора исходя из метода измерения, формулирование требований к средствам измерения. Основные способы измерения базовых физических величин: расстояния, времени, температуры массы.

Тема 3. Метрологическое обеспечение испытаний. Методики выполнения измерений. Средства измерения. Стандартизация и унификация требований к выполнению измерений

Составные части метрологического обеспечения испытаний. Понятие метода и методики испытаний. Требования к методике испытаний. Методика выполнения измерений как унифицированная форма описания методики испытаний. Средство измерения как часть метрологического обеспечения испытаний.

Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ), ее структура. Организация управления качеством проведения измерений согласно различным системам стандартов.

Тема 4. Определение свойств волокнистых наполнителей. Определение линейной и объемной плотности волокна, разрывной нагрузки, модуля упругости и разрушающей деформации

Состав композиционного материала, матрица и наполнитель. Виды наполнителей, их характерные свойства. Вещества, используемые в качестве сырья для наполнителей. Волокнистые наполнители, их структура и свойства. Комплекс свойств волокон, оказывающих влияние на параметры композита в целом.

Линейная и объемная плотность волокон. Методы определения объемной плотности волокна, характерные источники погрешностей. Влияние плотности волокон на свойства композита. Методы определения разрывной нагрузки, модуля упругости и разрушающей деформации волокон, характерные значения величин. Влияние механических свойств волокон на характеристики композита. Испытания микропластиков на основе волокон. Ткань и стержни как наполнители, их преимущества и недостатки по сравнению с волокном.

Тема 5. Определение свойств матричных материалов. Определение физико-химических, механических, теплофизических свойств матриц

Комплекс свойств материала матрицы, оказывающих влияние на свойства композита в целом. Оптимизация свойств матрицы, влияние свойств используемого наполнителя на выбор материала матрицы. Физико-химические свойства связующего. Плотность связующего, пикнометрический метод определения плотности. Методы определения вязкости, типы вискозиметров, связанные с ними технические единицы измерения. Жизнеспособность связующего, полная и рабочая жизнеспособность. Время отверждения связующего. Метод определения сухого остатка связующего. Физико-механические свойства материала матрицы. Механические испытания материала матрицы на растяжение. Определение упругих и деформационных свойств матрицы при растяжении, типичные значения характеристик. Исследование теплофизических свойств матриц, комплекс контролируемых теплофизических характеристик.

Тема 6. Определение структурных и физических свойств композиционных материалов. Микроскопия

Физические и структурные свойства композита, их связь со свойствами его компонентов. Комплекс характерных структурных свойств в зависимости от природы материала. Способы определения степени отверждения связующего, влияние данной характеристики на свойства композита. Способы определения плотности и пористости композита. Типы пористости: открытая и закрытая пористость, характерный размер пор, их форма. Метод гидростатического взвешивания для определения плотности и открытой пористости материала.

Метод определения содержания связующего в композите.

Использование микроскопии для исследования структурных свойств композиционных материалов: определяемые величины, взаимодействие с другими методами.

Тема 7. Определение физико-механических свойств композиционных материалов при одноосных нагружениях. Испытания в широком диапазоне температур

Виды механического нагружения. Одноосные нагружения: растяжение, сжатие, сдвиг, изгиб. Основные характеристики композиционных материалов при одноосных напряженных состояниях: предел пропорциональности, предел прочности, модуль упругости, разрушающая деформация.

Технологические способы испытания: срез, смятие и т.д. Значение результатов технологических способов испытаний в комплексе свойств композита.

Понятие о критерии прочности материала. Значение испытаний материала на сложное напряженное состояние. Способы создания сложного напряженного состояния, классификация напряженных состояний.

Параметрические зависимости механических свойств материалов: температурная, барометрическая и др. Испытания материалов при повышенных и высоких температурах. Выбор значений температур испытаний.

Испытания кольцевых образцов, характеристики, получаемые при этом, их соотношение с результатами испытаний плоских образцов.

Тема 8. Определение теплофизических свойств композиционных материалов. Стационарные и нестационарные методы

Примерный набор необходимых теплофизических характеристик композиционного материала. Методы определения удельной теплоемкости, приборы, предназначенные для этого. Основные виды калориметров. Устройство калориметра смешения. Высокотемпературные калориметры.

Измерение теплопроводности материала: исследование материалов с высокой и низкой теплопроводностью, основные различия методов. Нестационарное температурное поле в образце, его использование для комплексного определения теплофизических характеристик материалов. Температуропроводность как теплофизический параметр. Методы определения ТКЛР, различные конструкции дилатометров. Устройство оптического дилатометра.

Тема 9. Определение характеристик конструкций из композиционных материалов. Герметичность и газопроницаемость. Стендовые и эксплуатационные испытания

Понятие о неразрушающих методах контроля деталей. Определение геометрических и механических свойств материалов. Статические и динамические характеристики. Требования к герметичности узлов и деталей изделий, зависимость характеристик герметичности от природы изолируемого вещества. Герметичность по воздуху, аргону, гелию. Вакуум и средства его сохранения.

Выбор метода определения герметичности: гидравлический, пневматический и т.д. в зависимости от условий эксплуатации изделия. Чувствительность различных методов исследования. Способы индикации течей. Пузырьковый метод, его применимость к изделиям больших габаритных размеров.

Изменение параметров герметичности изделия в процессе его эксплуатации, необходимость регулярного контроля.

Газопроницаемость материалов, методы ее измерения. Характеристики газопроницаемости. Характерные значения газопроницаемости металлов и сплавов, пластмасс, композиционных материалов.

Понятие о стендовых испытаниях, отличия стендовых испытаний от исследования свойств изделий по частям, комплексность подхода. Преимущества и недостатки исследования изделия с использованием стендовых испытаний. Соотношение стендовых и летных испытаний.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

«Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины».

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Методы испытаний композитных конструкций» приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Конюхов, В. Ю. Методы исследования материалов и процессов: учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 226 с.
2. Барон А.А. Определение механических свойств материалов. Приборы и методы: учеб. пособие / А.А. Барон. Волгоград: ВолгГТУ, 2015
3. Быков С.Ю. Испытания материалов: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / С.Ю. Быков, С.А. Схиртладзе. Старый Оскол: ТНТ, 2015, 135 с.
4. Дивин А.Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: учебное пособие. В 5 ч. / А.Г. Дивин, С.В. Пономарев. Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011-2015
5. ГОСТ Р 8.000-2015 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений».

Дополнительная литература:

1. Фаддеев М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2010.- 122с.
2. Углеродные волокна.: Перевод с японского/ Под ред. С.Симамуры, – М.: Мир, 1987. – 304 с., илл.
3. Рогаль В. Ф., Запунный А. И., Фельдман Л. С. Контроль герметичности конструкций. – Киев: Техника. – 1976.

4. Композиционные материалы: Справочник / В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др.; Под общ.ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. — М.: Машиностроение, 1990. — 512 с.; ил.
5. Х. Шенк. Теория инженерного эксперимента. — М.: Мир, 1972. — 381 с.
6. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1991. — 304 с.: ил. из-от-
7. Справочник по композиционным материалам: В 2 кн./ Пер. с англ. А.Б. Геллера и др. Под ред. Дж. Любина. — М.: Машиностроение, 1988. — 584 с.
8. Пространственно-армированные композиционные материалы: Справочник. / Ю.М. Тарнопольский, И.Г. Жигун, В.А. Поляков. — М.: Машиностроение, 1978. — 224 с. Спра-
9. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. — 10-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 1999. — 592 с.
10. Годовский Ю.К. Теплофизические методы исследования полимеров. — М.: «Химия», 1976.
11. Измерения в промышленности: Справ. изд. В 3-х кн. Кн. 2. Способы измерения и аппаратура: Пер. с нем./Под ред. Профоса П. — 2-е изд. перераб. и доп. М.: Металлургия, 1990. — 384 с. пе-

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся, по освоению дисциплины представлены в Приложении 2.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Перечень программного обеспечения: *MSOffice*.

Информационные справочные системы:

1. Ресурсы информационно-образовательной среды Технологического университета
2. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Методы испытаний композитных конструкций».

Интернет-ресурсы:

- 1 <http://dxdy.ru> Общенациональный портал сообщества
- 2 <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm> Онлайн-библиотека
- 3 <https://ru.coursera.org> Онлайн-площадка курсов
- 4 <http://www.virtulab.net> Виртуальная физическая лаборатория
- 5 <https://www.sti.nasa.gov> Сервер технических отчетов NASA

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ***

***БАЗОВАЯ КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И
ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И
ТЕХНОЛОГИЙ***

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

«МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством

Направленность (профиль): Управление качеством в машиностроении

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королев

2023

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

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции(или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции, обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	ПК-4	способен проектировать и разрабатывать конструкторскую документацию на специальную и оснастку для контроля и испытаний	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	Владеть правилами разработки технических заданий на проектирование специальной оснастки для контроля и испытаний	Уметь анализировать потребности производства в новых методиках, методах и средствах контроля и возможности их внедрения на предприятии.	Знать нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции
2	ПК-5	способен разрабатывать и внедрять новые материалы, методы и средства технического контроля	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	Владеть навыками применения в расчетах знаний о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	Уметь анализировать потребности производства в новых материалах, методах и средствах технического контроля	Знать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов.
1	ПК-6	способен проводить испытания новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8	Владеть навыками выполнения испытаний при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	Уметь разрабатывать методы и способы контроля качества новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг	Знать методики и подходы выполнения испытания новых и модернизированных образцов продукции, технологических процессов и услуг, а также выполнять статистическую обработку результатов измерений и контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания освоения образовательной программы

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
ПК-4 ПК-5 ПК-6	Доклад в форме презентации	А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов Б) частично сформирована: - компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла; - компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла; В) не сформирована (<u>компетенция не сформирована</u>) – 2 и менее баллов	Проводится в устной форме. Критерии оценки: 1. Соответствие содержания доклада заявленной тематике (1 балл). 2. Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл). 3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4. Качество самой представленной работы (1 балл). 5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематике (1 балл). Максимальная сумма баллов - 5 баллов. Оценка проставляется в электронный журнал.
ПК-4 ПК-5 ПК-6	Тест	А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов Б) частично сформирована: компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла; компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла; В) не сформирована (компетенция не сформирована) – 2 и менее баллов	При определении сформированности компетенций критериями оценивания выступают методические рекомендации, разработанные по дисциплине для данного вида Оценка проставляется в электронный журнал.
ПК-4 ПК-5 ПК-6	Лабораторная работа	А) полностью сформирована (компетенция освоена на <u>высоком</u> уровне) – 5 баллов Б) частично сформирована: компетенция освоена на <u>продвинутом</u> уровне – 4 балла; компетенция освоена на <u>базовом</u> уровне – 3 балла; В) не сформирована (компетенция не сформирована) – 2 и менее баллов	1. Оформление в соответствии с требованиями (1 балл). 2. Выбор методов измерений и вычислений (1 балл). 3. Умение применять выбранные методы (1 балл). 4. Анализ и выводы, отражающие суть изучаемого явления с указанием конкретных результатов (2 балла). Максимальная оценка – 5 баллов. Оценка проставляется в электронный журнал.

Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся, согласно приказу «О внедрении новой балльно-рейтинговой системы контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся».

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Тематика докладов:

1. Развитие техники измерения температур.
2. Типовая номенклатура измеряемых характеристик композиционных материалов и требуемая для этого аппаратура.
3. Способы анализа состава газов.
4. Современные методы течеискания.
5. Международный опыт организации высокотемпературных экспериментов.

Тематика курсовых работ:

1. Оптимизация программы испытаний в условиях малых объемов исследуемого материала
2. Оптимальный состав теплофизической лаборатории, исследующей композиционные материалы
3. Выбор метода определения деформаций при испытаниях композиционных материалов
4. Теплофизические испытания при низких (до 100 К) температурах
5. Испытания композиционных материалов на длительную прочность
6. Испытания композиционных материалов, предусмотренные серией стандартов ASTM
7. Система обеспечения качества измерений в США

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине «Методы испытаний композиционных материалов» являются текущий контроль знаний в виде промежуточной аттестации и экзамена по дисциплине.

Неделя текущего / промежуточного контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающих знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
---	-------------------------	---	--------------------------------	-------------------------	------------------------------	---

Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	тестирование	ПК-4 ПК-5 ПК-6	10 вопросов	Компьютерное тестирование ; время отведенное на процедуру -30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Неудовлетворительно – до 51 % правильных ответов. Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%.
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	тестирование	ПК-4 ПК-5 ПК-6	10 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Неудовлетворительно – до 51 правильных ответов. Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично – от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.
Проводится в сроки, установленные графиком образовательного процесса	экзамен	ПК-4 ПК-5 ПК-6	2 вопроса	экзамен проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время, отведенное на процедуру – 30 минут.	Результаты предоставляются в день проведения зачета	Критерии оценки: «Отлично»: •знание основных понятий предмета; •умение использовать и применять полученные знания на практике; •работа на практических занятиях; •знание основных научных теорий, изучаемых предметов; •ответ на вопросы билета. «Хорошо»: •знание основных понятий предмета; •умение использовать и применять полученные знания на практике; •работа на практических занятиях; •знание основных научных теорий, изучаемых предметов; ответы на вопросы билета •неправильно решено практическое задание «Удовлетворительно»: •демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; •незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике; •не работал на практических занятиях; «Неудовлетворительно»: •демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; •незнание основных понятий предмета; •неумение использовать и применять полученные знания на практике; •не работал на практических занятиях;

4.1. Вопросы, выносимые на тестирование

Тесты используются при текущем контроле знаний. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант ответа.

Общие сведения об эксперименте.

Методы испытаний компонентов композитов

1. Не является основной единицей системы СИ:

- (a) грамм
- (b) метр
- (c) секунда
- (d) кельвин

2. В систему ГСИ входят:

- (a) стандарты на методы механических испытаний металлов и сплавов
- (b) стандарты на эталоны и поверочные схемы
- (c) стандарты на организацию космической деятельности
- (d) стандарты на входной контроль сырья

3. Не является характеристикой разброса значений величины:

- (a) дисперсия
- (b) математическое ожидание
- (c) коэффициент вариации
- (d) среднеквадратичное отклонение

4. К химическим свойствам материала относится:

- (a) теплопроводность
- (b) предел прочности
- (c) газопроницаемость
- (d) степень отверждения связующего

5. Схема армирования $[90^\circ; \pm 45^\circ]$ относится к схемам:

- (a) 1Д
- (b) 2Д
- (c) 3Д
- (d) 4Д

6. Текс определен как:

- (a) кг/км
- (b) мм/г
- (c) кг/м
- (d) г/км

7. При определении плотности гидростатическим взвешиванием количество взвешиваний:

- (a) 1
- (b) 2

- (c) 3
- (d) 4

8. Значение разрывной нагрузки волокон обычно нормируют на:

- (a) объемную плотность
- (b) линейную плотность
- (c) массу
- (d) длину

9. Модуль упругости филаментов определяются через:

- (a) скорость звука
- (b) скорость света
- (c) коэффициент преломления
- (d) работу выхода электрона

10. Коэффициент пропорциональности между кинематической и динамической вязкостями - это:

- (a) скорость звука
- (b) модуль упругости
- (c) плотность
- (d) удельная электропроводность

Физико-механические и теплофизические испытания композитов

1. Для испытания слоистых материалов на растяжение используют образцы в виде:

- (a) пластин
- (b) цилиндров
- (c) конусов
- (d) метизов

2. Предпочтительным видом нагружения при определении упругих свойств материала является:

- (a) сжатие
- (b) изгиб
- (c) растяжение
- (d) циклическое знакопеременное нагружение

3. При локальном нагреве образца температура испытаний реализуется в:

- (a) матрице материала
- (b) рабочей части образца
- (c) испытательной оснастке
- (d) образце в целом

4. Деформации измеряются с помощью:

- (a) альтиметра
- (b) тахометра
- (c) тонометра
- (d) экстензометра

5. Тангенс угла наклона начальной линейной части диаграммы нагружения определяет:

- (a) модуль упругости
 - (b) коэффициент Пуассона
 - (c) предел пропорциональности
 - (d) плотность
- 6. Потеря устойчивости рабочей части образца возможна при испытаниях на:**
- (a) растяжение
 - (b) растяжение колец
 - (c) сжатие
 - (d) изгиб
- 7. С помощью кручения образца можно реализовать:**
- (a) растяжение
 - (b) сжатие
 - (c) сдвиг
 - (d) изгиб
- 8. При испытаниях на сложное напряженное состояние определяют:**
- (a) модуль объемного сжатия
 - (b) предел пропорциональности
 - (c) критерий прочности
 - (d) коэффициент поперечных деформаций
- 9. В общем случае напряженное состояние материала характеризуется:**
- (a) 6 величинами
 - (b) 9 величинами
 - (c) 21 величиной
 - (d) 36 величинами
- 10. В плоском образце в стационарном тепловом состоянии распределение температур по толщине:**
- (a) линейное
 - (b) квадратичное
 - (c) синусоидальное
 - (d) определяется теплопроводностью материала образца

4.2. Вопросы, выносимые на экзамен

1. Место эксперимента в изучении свойств материалов и конструкций, контроле качества изделий.
2. Статистическая обработка результатов эксперимента.
3. Интерпретация результатов эксперимента.
4. Классификация свойств конструкционных материалов и методов их исследования.
5. Государственная система обеспечения единства измерений.
6. Методики выполнения измерений.
7. Прямые и косвенные измерения.
8. Основные измерительные приборы, их характеристики.
9. Методы определения расстояний, температур, деформаций и усилий.

10. Линейная и объемная плотность волокон. Методы определения.
11. Прочностные, упругие и деформационные свойства волокон. Методы определения.
12. Физико-химические свойства связующего. Методы определения плотности и вязкости.
13. Свойства связующего. Методы исследования теплофизических свойств.
14. Физические и структурные свойства композита, их связь со свойствами его компонентов.
15. Механические испытания композитов. Испытания на одноосное напряженное состояние.
16. Механические испытания композитов. Испытания на сложное напряженное состояние.
17. Механические испытания композитов. Особенности испытаний в условиях повышенных и высоких температур.
18. Теплофизические испытания композитов. Определение удельной теплоемкости.
19. Теплофизические испытания композитов. Определение теплопроводности.
20. Теплофизические испытания композитов. Определение ТКЛР.
21. Теплофизические испытания композитов. Особенности испытаний в условиях высоких температур.
22. Методы неразрушающего контроля, их классификация. Место неразрушающих методов контроля в определении свойств материалов, деталей и узлов.

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ
ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ***

***БАЗОВАЯ КАФЕДРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И
ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И
ТЕХНОЛОГИЙ***

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ КОМПОЗИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Направление подготовки: 27.03.02 Управление качеством

Направленность (профиль): Управление качеством в машиностроении

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Королев
2023

1. Общие положения

Цель дисциплины:

обучение студентов основным подходам к исследованию свойств и технологических параметров композиционных материалов и их составляющих.

Задачи дисциплины:

- сформировать у студентов представление о месте эксперимента в процессе получения изделия, обеспечении его качества;
- дать студентам теоретические сведения и практические навыки, касающиеся планирования, организации и проведения эксперимента, интерпретации его результатов;
- научить студентов обрабатывать экспериментальные данные, оценивать их значимость, применять эти сведения в профессиональной деятельности.

2. Указания по проведению практических занятий

Практическое занятие №1

Эксперимент, его место в научной и инженерной практике.

Планирование и проведение эксперимента, статистическая обработка и интерпретация результатов

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия, на котором сочетается обсуждение докладов со свободным выступлением обучающихся и дискуссиями.

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Содержание практического занятия: Эксперимент, его место в научной и инженерной практике. Планирование, проведение эксперимента, статистическая обработка и интерпретация результатов. Получение общего представления о месте эксперимента в инженерной практике, структуре разработки машиностроительных изделий, основных стадиях жизненного цикла изделия.

Доклады и вопросы для обсуждения:

1. Взаимодействие между различными группами субъектов, участвующих в процессе разработки изделий машиностроения.
2. Роль эксперимента на различных стадиях жизненного цикла изделий.
3. Основные составляющие процедуры проведения эксперимента, требования к ним.
4. Предложить пути разрешения конфликтов интересов групп разработчиков изделий. Выявить сферы ответственности субъектов эксперимента.

Продолжительность занятия – 2/1 ч

Практическое занятие № 2

Прямые и косвенные измерения. Методы определения расстояний, времени, температуры, массы

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия, на котором сочетается обсуждение докладов со свободным выступлением обучающихся и дискуссиями.

Содержание практического занятия: Прямые и косвенные измерения. Методы определения расстояний, времени, температуры, массы. Получить представления о соотношении между прямыми и косвенными измерениями, получить навыки преобразования измеряемой величины в целевую.

Доклады и вопросы для обсуждения:

1. Прямые и косвенные измерения и их связь с аппаратным или программным преобразованием величин.
2. История создания приборов современного типа для измерения простейших физических величин.
3. Математический маятник как пример прибора для измерения времени.

Другие варианты хронометров.

Продолжительность занятия– 4/1 ч.

Практическое занятие № 3.

Метрологическое обеспечение испытаний. Методики выполнения измерений. Средства измерения. Стандартизация и унификация требований к выполнению измерений

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия, на котором сочетается обсуждение докладов со свободным выступлением обучающихся и дискуссиями.

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Содержание практического занятия: Метрологическое обеспечение испытаний. Методики выполнения измерений. Средства измерения. Стандартизация и унификация требований к выполнению измерений. Получение практических навыков сравнения результатов, полученных различными методами.

Доклады и вопросы для обсуждения:

1. Основные мировые системы стандартов испытаний материалов.
2. Выбор стандарта испытания исходя из потребностей.
3. Полнота основных систем стандартов.
4. Значительно и незначительно влияющие параметры.

Продолжительность занятия– 2/- ч.

Практическое занятие № 4.

Определение свойств волокнистых наполнителей. Определение линейной и объемной плотности волокна, разрывной нагрузки, модуля упругости и разрушающей деформации

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия, на котором сочетается обсуждение докладов со свободным выступлением обучающихся и дискуссиями.

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Содержание практического занятия: Определение свойств волокнистых наполнителей. Определение линейной и объемной плотности волокна, разрывной нагрузки, модуля упругости и разрушающей деформации. Получить представление о методе измерения плотности материалов гидростатическим взвешиванием. Получить основные расчетные соотношения для измерения кажущейся плотности жгутов волокон.

Доклады и вопросы для обсуждения:

1. Физическая природа закона Архимеда.
2. Основные источники погрешностей при измерении плотности.
3. Кажущаяся и истинная плотность материалов.
4. Выбор наиболее подходящего способа контроля плотности и режима испытаний.

Продолжительность занятия – 2/1 ч.

Практическое занятие № 5.

Определение свойств матричных материалов. Определение физико-химических, механических, теплофизических свойств матриц

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия, на котором сочетается обсуждение докладов со свободным выступлением обучающихся и дискуссиями.

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Содержание практического занятия: Определение свойств матричных материалов. Определение физико-химических, механических, теплофизических свойств матриц.

Получение представления о способах измерения вязкости и их взаимосвязь.

Кинематическая и динамическая вязкости как физические величины.

Технологические методы определения вязкости.

Доклады и вопросы для обсуждения:

1. Важность определения абсолютной величины вязкости связующего для производства материала.
2. Вопрос унификации метода измерения вязкости.

Продолжительность занятия – 2 /1ч.

Практическое занятие № 6.

Определение структурных и физических свойств композиционных материалов. Микроскопия

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия, на котором сочетается обсуждение докладов со свободным выступлением обучающихся и дискуссиями.

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Содержание практического занятия: Определение структурных и физических свойств композиционных материалов. Микроскопия.

Получить представление о конструкции оптических приборов. Микроскоп как сложная оптическая система. Принципиальные ограничения технических параметров оптических микроскопов.

Провести анализ основных технических характеристик оптических приборов типа микроскопа.

Доклады и вопросы для обсуждения:

1. Оптическая сила системы линз и зеркал.
2. Корпускулярно-волновой дуализм света как фактор, влияющий на качество микроскопии.

Продолжительность занятия– 2/1 ч.

Практическое занятие №7.

Определение физико-механических свойств композиционных материалов при одноосных нагружениях. Испытания в широком диапазоне температур

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия, на котором сочетается обсуждение докладов со свободным выступлением обучающихся и дискуссиями.

Содержание практического занятия: Определение физико-механических свойств композиционных материалов при одноосных нагружениях. Испытания в широком диапазоне температур. Иметь представление об основных понятиях теории деформированного твердого тела, о параметрах одно- и многоосных напряженных состояний.

Доклады и вопросы для обсуждения:

1. Кинематика деформирования твердого тела при простейших нагружениях.
2. Упругая связь между напряжениями и деформациями.
3. Теория размерностей как инструмент анализа.
4. Геометрические соотношения в деформированном теле.
5. Различные формулировки закона Гука.

Продолжительность занятия– 2/1 ч.

Практическое занятие № 8.

Определение физико-механических свойств композиционных материалов при одноосных нагружениях. Испытания в широком диапазоне температур

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия, на котором сочетается обсуждение докладов со свободным выступлением обучающихся и дискуссиями.

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Содержание практического занятия: Определение физико-механических свойств композиционных материалов при одноосных нагружениях. Испытания в широком диапазоне температур. Получить представление об устройстве основного измерительного оборудования, необходимого для проведения физико-механических испытаний: принципы устройства разрывной машины, основы устройства тензометрической техники, нагревательных и криогенных устройств для испытаний.

Доклады и вопросы для обсуждения:

1. Комплекс измерительных средств, необходимый в конкретном случае испытаний материала (по заданию преподавателя).
2. Прогресс измерительной техники: основные тенденции.
3. Полнота стандартизации физико-механических испытаний в системах ОСТ 92 и ГОСТ.

Продолжительность занятия– 4/1 ч.

Практическое занятие № 9.

Определение теплофизических свойств композиционных материалов. Стационарные и нестационарные методы

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия, на котором сочетается обсуждение докладов со свободным выступлением обучающихся и дискуссиями.

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Содержание практического занятия: Определение теплофизических свойств композиционных материалов. Стационарные и нестационарные методы. Получить представление о приемах обработки больших объемов экспериментальных данных. Нестационарный метод определения основных теплофизических параметров материалов. Метод идентификации как универсальный инструмент решения обратной задачи. Разработать алгоритм обработки экспериментальных данных для реализации метода идентификации основных теплофизических свойств материала.

Доклады и вопросы для обсуждения:

1. Корректность обратной задачи теплопроводности.
2. Программная реализация алгоритмов обработки экспериментальных данных.

Продолжительность занятия– 4/1 ч.

Практическое занятие № 10.

Определение характеристик конструкций из композиционных материалов. Герметичность и газопроницаемость.

Стендовые и эксплуатационные испытания

Вид практического занятия: смешанная форма практического занятия, на котором сочетается обсуждение докладов со свободным выступлением обучающихся и дискуссиями.

Образовательные технологии: групповая дискуссия.

Содержание практического занятия: Определение характеристик конструкций из композиционных материалов. Герметичность и газопроницаемость. Стендовые и эксплуатационные испытания. Получить представление об интеллектуальных материалах как измерительной системе. Технологии внедрения датчиков температур и деформаций в массив материала. Покрытия с измерительными функциями.

Доклады и вопросы для обсуждения:

1. Выбор величин для контроля функциональных параметров узлов летательных аппаратов.

2. Минимизация влияния датчиков на характеристики материалов.
Продолжительность занятия – 2/- ч.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Целью лабораторных работ является обобщение и закрепление знаний, полученных при изучении определенной темы, и применения их при решении конкретных задач, а также формирование у них навыков обращения с лабораторным измерительным оборудованием.

Методика определяется моделью соответствующей задачи, решаемой студентом на занятии по заданию преподавателя, и средствами выполнения лабораторных работ.

Этапы выполнения лабораторных работ

1. Постановка задачи лабораторной работы.
2. Ознакомление студента с содержанием и объемом лабораторной работы.
3. Порядок выполнения лабораторной работы.
4. Регистрация результатов и оформление отчета о лабораторной работе.
5. Заключительная часть лабораторной работы. Выводы.
6. Защита лабораторной работы.

Лабораторная работа 1.

Тема 2. Прямые и косвенные измерения. Методы определения расстояний, времени, температуры, массы.

Цель занятия: ознакомить студентов с общей процедурой организации эксперимента, включая выбор математической модели явления и способов минимизации погрешности измерений.

Продолжительность занятия – 2/2 ч.

Задание: измерить период качания математического маятника и сравнить результат с теоретической зависимостью. Сделать вывод об удовлетворительности получаемых результатов.

Лабораторная работа 2.

Тема 4. Определение свойств волокнистых наполнителей. Определение линейной и объемной плотности волокна, разрывной нагрузки, модуля упругости и разрушающей деформации.

Цель занятия: закрепить знания о методах определения линейной и объемной плотности материалов.

Продолжительность занятия – 1/- ч.

Задание: провести измерение линейной плотности углеродной нити.

Лабораторная работа 3.

Тема 6. Определение структурных и физических свойств композиционных материалов. Микроскопия.

Цель занятия: привить студентам практические навыки работы с оптическим измерительным микроскопом.

Продолжительность занятия – 1/- ч.

Задание: исследовать текстуру поверхности УУКМ и определить размер его структурной ячейки.

Лабораторная работа 4.

Тема 7. Определение физико-механических свойств композиционных материалов при одноосных нагружениях. Испытания в широком диапазоне температур.

Цель занятия: сформировать у студентов навыки работы на разрывной машине.

Продолжительность занятия – 2/2 ч.

Задание: определить предел прочности и модуль упругости композиционного материала при нормальной температуре при растяжении.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.		Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Подготовка докладов Примерная тематика рефератов:
2.		Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Подготовка докладов Примерная тематика рефератов:
3.		Изучение и анализ учебной и периодической литературы. Подготовка докладов Примерная тематика рефератов:

1. Место эксперимента в общей системе обеспечения качества продукции.
2. История развития методов измерения основных физических величин.
3. Методы исследования свойств филаментов нитей.
4. Химические характеристики связующих и методы их исследования.
5. Основные подходы к измерению деформаций при высоких температурах.
6. Динамические характеристики материала.
7. Характеристики разрушения материала.
8. Испытания материалов на сложное напряженное состояние.
9. Уравнение состояния вещества в различных агрегатных состояниях.
10. Измерение теплопроводности жидких веществ.

11. Хроматография.
12. Методы неразрушающего контроля изделий из композитов.

Примерные темы докладов

1. Развитие техники измерения температур.
2. Типовая номенклатура измеряемых характеристик композиционных материалов и требуемая для этого аппаратура.
3. Способы анализа состава газов.
4. Современные методы течеискания.
5. Международные опыт организации высокотемпературных экспериментов.

5. Указания по проведению контрольных работ

Контрольные работы Учебным планом не предусмотрены.

6. Указания по проведению курсовых работ

6.1. Требования к структуре

Структура курсовой работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

6.2. Требования к содержанию (основной части)

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.
2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.
3. Основная часть работы состоит из двух основных разделов: теоретического, представляющего собой аналитический литературный обзор, и практического, содержащего результаты, полученные лично исполнителем.
4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т.п.).
5. Необходимо давать ссылки на используемую литературу.
6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.
7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

6.3. Требования к оформлению

Объем курсовой работы – 20 – 25 страниц формата А4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт TimesNewRoman 14).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Конюхов, В. Ю. Методы исследования материалов и процессов: учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 226 с.
2. Барон А.А. Определение механических свойств материалов. Приборы и методы: учеб. пособие / А.А. Барон. Волгоград: ВолгГТУ, 2015
3. Быков С.Ю. Испытания материалов: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / С.Ю. Быков, С.А. Схиртладзе. Старый Оскол: ТНТ, 2015, 135 с.
4. Дивин А.Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: учебное пособие. В 5 ч. / А.Г. Дивин, С.В. Пономарев. Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011-2015
5. ГОСТ Р 8.000-2015 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений».

Дополнительная литература:

1. Фаддеев М.А. Элементарная обработка результатов эксперимента: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского государственного университета, 2010.- 122с.
2. Углеродные волокна.: Перевод с японского/ Под ред. С.Симамуры, – М.: Мир, 1987. – 304 с., илл.
3. Рогаль В. Ф., Запунный А. И., Фельдман Л. С. Контроль герметичности конструкций. – Киев: Техника. – 1976.
4. Композиционные материалы: Справочник / В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др.; Под общ.ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. — М.: Машиностроение, 1990. — 512 с.; ил.
5. Х. Шенк. Теория инженерного эксперимента. – М.: Мир, 1972. – 381 с.
6. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1991. – 304 с.: ил.
7. Справочник по композиционным материалам: В 2 кн./ Пер. с англ. А.Б. Геллера и др. Под ред. Дж. Любина. – М.: Машиностроение, 1988. – 584 с.
8. Пространственно-армированные композиционные материалы: Справочник. / Ю.М. Тарнопольский, И.Г. Жигун, В.А. Поляков. — М.: Машиностроение, 1978. — 224 с.
9. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. – 10-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, 1999. – 592 с.
10. Годовский Ю.К. Теплофизические методы исследования полимеров. – М.: «Химия», 1976.

11. Измерения в промышленности: Справ.изд. В 3-х кн. Кн. 2. Способы измерения и аппаратура: Пер. с нем./Под ред. Профоса П. – 2-е изд. перераб. и доп. М.: Металлургия, 1990. – 384 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Интернет-ресурсы:

- 1 <http://dxdy.ru> Общественный портал сообщества
- 2 <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm> Онлайн-библиотека
- 3 <https://ru.coursera.org> Онлайн-площадка курсов
- 4 <http://www.virtulab.net> Виртуальная физическая лаборатория
- 5 <https://www.sti.nasa.gov> Сервер технических отчетов NASA

9. Перечень информационных технологий

Перечень программного обеспечения: *MSOffice*.

Информационные справочные системы:

1. Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «Методы испытаний композитных конструкций».