

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**«Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ» (КНИТУ-КАИ)**

Корпоративный институт

**Учебный план программы повышения квалификации
«Технология композитных конструкций»**

№	Лекции	Часы
	Модуль 1. Общие сведения о композитных технологиях	
	<p>Лекции: Тема 1. Введение в технологию композитных конструкций, обзор применения КМ. Конструктивно-технологические особенности композитов. Современные композитные технологии, тенденции развития.</p> <p>Тема 2. Классификация композитных материалов. Функциональные технологические особенности КМ. Перспективные направления в разработке связующих и армирующих материалов.</p> <p>Тема 3. Композиционные конструкционные материалы авиационного назначения и вспомогательные материалы для реализации современных технологических процессов.</p> <p>Практика: Лаб. 1. Армирующие и вспомогательные материалы, препреги. Ознакомление с материалами авиационного назначения.</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
	Модуль 2. Методы изготовления конструкций из композиционных материалов.	
	<p>Лекции: Тема 1. Классификация и характеристика образования преламинатов и преформ. Применяемое оборудование. Лазерная система позиционирования слоев раскроя.</p> <p>Тема 2. Классификация методов формования изделия из КМ, технологические напряжения.</p> <p>Тема 3. Характеристика компрессионных и трансферных методов формования. Описание оборудования.</p> <p>Тема 4. Технологическая оснастка, предъявляемые требования, современные конструктивные решения, применяемые материалы, методы изготовления.</p> <p>Практика: Лаб. 1. Изучение процессов изготовления формообразующей оснастки в двух вариантах: из металла на трехкоординатном станке с ЧПУ SF plastic 1180/1980 (imes-icore GmbH) и из композиционных материалов по технологической схеме «мастер-модель – формообразующая оснастка».</p> <p>Лаб. 2. Изучение процесса автоклавного формования в малогабаритном автоклаве Panini.</p> <p>Лаб. 3. Изучение процесса инфузии в термоинфузионном комплексе (печь для композитных изделий фирмы SAT и инфузионная установка Isojet)</p> <p>Лаб. 4. Изучение процессов трансфера связующего при RTM-процессе с помощью RTM-установок Wolfangel 100/120/25/17 и</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>4</p> <p>4</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>

	<p>Wolfangel Injection Plant 125/120/150/11 и системы мониторинга DiAMon Plus™.</p> <p><i>Лаб. 5.</i> Изучение прессового формования с помощью вакуумного стола для приформовки Isojet и пневматического прессы для RTM-процесса Isojet.</p> <p><i>Лаб. 6.</i> Исследование процессов формования УФ-облучением на установке «Ультрафиолетовый светодиодный облучатель UVI-Led» (УФСО UVI-Led) с применением смол Reichold PO 4761 и DION 9300UV.</p> <p><i>Лаб. 7.</i> Изучение методов контроля изделий и технологической оснастки с помощью контрольно-измерительной машины CimCore Infitite™ 2.4 и сканирующей лазерной головки Perceptron V3 ScanWorks.</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
	<p>Модуль 3. Цифровые технологии в композитном производстве.</p>	
	<p>Лекции:</p> <p><i>Тема 1.</i> Идеология «сквозного» проектирования композитных конструкций, технологий и оснастки в цифровой среде.</p> <p><i>Тема 2.</i> Автоматизация проектирования послойной укладки слоев в композитном теле с помощью ПО FiberSim, разработка альбома слоев для режущего плоттера и проекций контуров для лазерной системы позиционирования.</p> <p><i>Тема 3.</i> Цифровое моделирование технологических процессов трансферного и прессового формования с помощью ПО ESI Group.</p> <p>Практика:</p> <p><i>Лаб. 1.</i> Моделирование слоев сбалансированной преформы в ПО FiberSIM, ознакомление с функционированием раскроечного плоттера Zund G3 M-1600 и позиционирующего проектора LAR CAD-PRO 3D. Подготовка преформ в условиях «чистой зоны» (класс чистоты ИСО 7 и 8).</p> <p><i>Лаб. 2</i> Изучение процесса изготовления преформы методом направленной укладки ровинга с использованием TFP машины Tajima TCWM T01.</p> <p><i>Лаб. 3.</i> Моделирование процесса трансфера связующего, путей инъекции и вакуумирования с помощью ПО RAM-RTM.</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
	<p>Модуль 4. Исследование свойств композиционных материалов.</p>	

	<p>Лекции:</p> <p><i>Тема 1.</i> Физико-химические основы получения КМ. Методы исследования, контроля и оптимизации ПКМ. 2</p> <p><i>Тема 2.</i> Методы неразрушающего контроля композитных конструкций. 2</p> <p><i>Тема 3.</i> Испытания композитных материалов на статическую прочность и ударостойкость. 2</p> <p>Практика:</p> <p><i>Лаб. 1.</i> Изучение процесса отверждения термореактивных связующих на приборах Photo-DSC 204 F1 Phoenix[®] с УФ-приставкой, ротационный реометр Rheostress 6000, ИК-Фурье спектрометр Tensor[™] и динамических механических свойств композитов на приборе DMA Q800. 2</p> <p><i>Лаб. 2.</i> Испытания композиционных материалов на статическую прочность на машине Instron 5882 с термо-криокамерой, ударостойкость на копре с вертикально падающим грузом Instron Dynatur 9250 HV, ударную вязкость на маятниковом копре Instron CEAST 9050 (IMPACTOR II). Неразрушающий контроль с помощью прибора Omniscan-MX2. 2</p>	
	<p>Модуль 5. Технологии инновационных композитных конструкций.</p>	
	<p>Лекции:</p> <p><i>Тема 1.</i> Технология интегральных конструкций, сведения о самодиагностирующихся и самоадаптивных конструкциях. 4</p> <p><i>Тема 2.</i> Технология многослойных конструкций с легким наполнителем. 2</p> <p>Практика:</p> <p><i>Лаб. 1.</i> Изучение формообразующей оснастки для изготовления интегральных конструкций многостеночной архитектуры с замкнутыми внутренними полостями и интегрированными кронштейнами. 2</p> <p><i>Лаб. 2.</i> Изучение процесса формования многосвязной интегральной конструкции методом RTM с использованием RTM-машины и прессы. 2</p> <p><i>Лаб. 3.</i> Ознакомление с коллекцией многослойных конструкций и экспериментальным оборудованием для изготовления складчатых наполнителей из композиционных материалов. 2</p>	
	<p>Итоговая аттестация</p>	<p>4</p>

Всего 72 часа.

Из них: лекции – 36 часов, практических занятий – 32 часа, итоговый зачет – 4 часа.