

**Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»**

**Институт Авиации, наземного транспорта и энергетики
Кафедра Производство летательных аппаратов**

**АННОТАЦИЯ
к рабочей программе
«Изготовление композиционных деталей вертолетов»**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.06.01**

Направление подготовки: **24.03.04 «Авиастроение»**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Вертолетостроение**

Вид(ы) профессиональной деятельности:

Проектно-конструкторская

Производственно-технологическая

Разработчик: заведующий кафедры ПЛА, профессор, д.т.н. В.И. Халиулин, ассистент кафедры ПЛА Д.Ю. Константинов

Казань 2017 г.

РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель изучения дисциплины (модуля)

Основная цель дисциплины «Изготовление композиционных деталей вертолетов» - технологическое образование бакалавра по направлению «Авиастроение», подготовка молодого специалиста к самостоятельному решению технологических проблем и задач в процессе изготовления и контроля конструкций летательных аппаратов из композиционных материалов, ознакомление с методами проектирования технологических процессов, оснастки и оборудования.

1.2. Задачи дисциплины (модуля)

Основными задачами дисциплины являются:

- выработка у будущего специалиста развернутых представлений о роли современных композиционных материалов в авиационно-космической технике и специфике технологических процессов получения конструкций из КМ;
- ознакомление с основами процессов, оборудованием и оснасткой, используемыми при изготовлении деталей и узлов из композиционных материалов, а также техпроцессами механической обработки и соединения деталей между собой.

1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина «Изготовление композиционных деталей вертолетов» входит в число дисциплин по выбору вариативной части Блока 1.

1.4. Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины:

- ПК-4 способность создавать и сопровождать документацию, необходимую для поддержки всех этапов жизненного цикла разрабатываемой конструкции;
- ПК-5 способность к изменению вида и характера профессиональной деятельности, работе над междисциплинарными проектами;

РАЗДЕЛ 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Распределение фонда времени по видам занятий

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Введение в производство изделий из композитов. Подготовительные операции и совмещение компонентов композиционных материалов. Классификация методов придания формы композиционным материалам, определение преформы, процесс выкладки препрегов.							ФОС ТК-1
Тема 1.1. Применение композитов в авиационной промышленности. Эволюция планеров самолетов.	4				4	ПК-53	Отчет по самостоятельной работе
Тема 1.2. Определение композитов. Классификация по материаловедческому и конструктивному признаку. Общие сведения о полимерных композиционных материалах. Полимерные связующие. Схемы армирования в ПКМ. Мультиаксиальные ткани. Подготовка компонентов к совмещению. Совмещение компонентов.	5	1			4	ПК-43 ПК-53	Текущий контроль; Отчет по самостоятельной работе
Тема 1.3. Виды придания геометрии полуфабриката из ПКМ. Выкладка в форме. Антиадгезионный слой. Раскрой и укладка препрега. Формы для выкладки препрега.	5	1			4	ПК-53	Текущий контроль; Отчет по самостоятельной работе
Раздел 2. Процесс получения преформы выкладкой сухого армирующего материала и напылением.							ФОС ТК-2
Тема 2.1. Выкладка сухих пакетов. Выкладка непропитанной ткани. Выкладка термопластичных армированных полуфабрикатов. Получение преформы трансформированием полуфабриката в виде плоского технологического пакета.	11	1		6	4	ПК-4У ПК-4В ПК-5У ПК-5В	Отчет по практике

Напыление. Описание процесса напыления.							
Раздел 3. Намотка изделий из ПКМ. Пултрузия и роллтрузия. Методы формования плетеных структур. Плетение сетчатых структур и цельнотканых преформ мультиаксиальной структуры.							ФОС ТК-3
Тема 3.1. «Сухая» намотка. «Мокрая» намотка. Поперечная и продольная намотки. Спиральная намотка. Геодезическая намотка. Кинематика оборудования для намотки. Токарная схема. Шлифовальная схеме. Планетарная схема. Псевдонамотка. Технологическая намотка вогнутых поверхностей. Использование технологических вкладышей. Дополнения формы изделия до симметричной.	6	2			4	ПК-43 ПК-53	Текущий контроль; Отчет по самостоятельной работе
Тема 3.2. Пултрузия и роллтрузия. Методы формирования плетеных структур. Схема плетения по шпилькам. Схема плетения на оснастке с прорезями. Плетение пространственно-армированного каркаса. Схема изготовления тканых сот.	5	1			4	ПК-43 ПК-53	Текущий контроль; Отчет по самостоятельной работе
Тема 3.3. Плетение сетчатых структур на оправках с пазами. Изготовление преформ для сетчатых конструкций. Плетение цельнотканых преформ мультиаксиальной структуры. Циркуляционное плетение. Формирование геометрии преформы прошивкой. Сборка сухих преформ креплением стержнями.	5	1			4	ПК-43 ПК-53	Текущий контроль; Отчет по самостоятельной работе
Раздел 4. Формообразующая оснастка из металлов для выкладки ПКМ. Оборудование для автоматизации процессов выкладки препрегов и термопластичных материалов.							ФОС ТК-4
Тема 4.1. Оправки для намотки. Технологические оправки. Проектирование оснастки для выкладки. Проектирование формообразующей оболочки. Расположение вакуумной арматуры. Проектирование каркаса. Определение размеров рамы.	5	1			4	ПК-43 ПК-53	Текущий контроль; Отчет по самостоятельной работе
Тема 4.2. Машины для раскроя тканей и препрегов. Швейные	5	1			4	ПК-43	Текущий

машины. Установки для реализации нанотехнологий. Оборудование для укладки армированных материалов.						ПК-53	контроль; Отчет по самостоятельной работе
Раздел 5. Методы формования изделий из композитов.							ФОС ТК-5
Тема 5.1. Определение процесса формования. Параметры формования. Классификация схем формования. Контактное формование: роликами; натяжением нити; обмоткой резиновым жгутом. Вибрационное формование. Пневмо-гидрокомпрессионное формование. Упругое формование вакуумированием. Автоклавное формование. Формование в резервуаре под давлением. Гидроклавное формование. Формование в пресскамерах.	13	1		6	6	ПК-4У ПК-4В ПК-5У ПК-5В	Отчет по практике
Тема 5.2. Прессовое формование. Жесткое прессование. Упругое прессование. Трансферное формование. RTM, LTM процессы. Технологическая оснастка для трансферного формования.	5	1			4	ПК-43 ПК-53	Текущий контроль; Отчет по самостоятельной работе
Тема 5.3. Термокомпрессионное формование. Формование температурным расширением вкладышей. Комбинированные способы формования. Формование в термоклаве. Выбор метода формования из условий нагруженности деталей. Температурный режим формования. Конвективный нагрев. Высокочастотный способ нагрева. Нагрев лучистой энергией. Термостабилизация. требования к оснастке. Средства нагрева. Требования по влажности воздуха.	5	1			4	ПК-43 ПК-53	Текущий контроль; Отчет по самостоятельной работе
Тема 5.4. Технологические напряжения: структурные, усадочные, термические. Приемы уменьшения технологических напряжений. Технологические режимы при автоклавном формовании и составление технологического пакета. Расчет коэффициента объемного наполнения. Режимы автоклавного	5	1			4	ПК-43 ПК-53	Текущий контроль; Отчет по самостоятельной работе

формования. Состав технологического пакета.							
Раздел 6. Контроль качества изготовления деталей.							ФОС ТК-6
Тема 6.1. Краткие сведения о методах разрушающего и неразрушающего контроля качества изготовления композитных деталей и оценки их свойств. Исследования пробных образцов и контроль качества материалов.	5	1			4	ПК-53	Текущий контроль; Отчет по самостоятельной работе
Тема 6.2. Методы неразрушающего контроля композитных деталей. Контроль исходных материалов. Контроль в процессе изготовления изделия. Неразрушающий контроль готовых изделий и неразъемных соединений из ПКМ. Оценка качества соединения композитных материалов. Акустический контроль. Радиографический контроль. Тепловой метод контроля. Метод коронного разряда. СВЧ-методы.	6	2			4	ПК-53	Текущий контроль; Отчет по самостоятельной работе
Тема 6.3. Методы разрушающего контроля композитных деталей. Механические испытания: прочность, деформация и модуль упругости при растяжении; прочность и модуль упругости при изгибе; испытания на износостойкость на машине Табера. Сравнение методов.	5	1			4	ПК-53	Текущий контроль; Отчет по самостоятельной работе
Тема 6.4. Испытания на твердость. Сравнение твердостей по Бринеллю, Роквеллу и Шору. Методы механических испытаний композиционных материалов. Климатические испытания композиционных материалов.	13	1		6	6	ПК-5У ПК-5В	Отчет по практике
Зачет							ФОС ПА
ИТОГО:	108	18		18	72		

РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

3.1.1 Основная литература

Андрюшкин, А.Ю. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / А.Ю. Андрюшкин, В.К. Иванов. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех"

им. Д.Ф. Устинова, 2010. — 136 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/64097> — Загл. с экрана;

3.1.2 Дополнительная литература

1. [Андрианова К.А. Получение конструкционных и функциональных композитов в производстве летательных аппаратов: лаб. практикум / К. А. Андрианова, А. Ф. Магсумова, Л. М. Амирова, 2010. - 131 с. \(58 экз.\)](http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-840/%D0%9C665.pdf/index.html)
<http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-840/%D0%9C665.pdf/index.html>
2. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология / С. Л. Баженов, А. А. Берлин, А. А. Кульков [и др.].- Долгопрудный: Интеллект, 2010.- 352 с. (15 экз.)

3.1.3 Методическая литература к выполнению практических и/или лабораторных работ

[Халиулин В.И., Шабалов А.В. Проектирование технологических процессов и оснастки для сборки отсеков летательных аппаратов: учебное пособие / Халиулин В.И., Шабалов А.В.-Казань: КНИТУ-КАИ, 2011.-77](http://www.e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2148/3.pdf/index.html)
<http://www.e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2148/3.pdf/index.html>

3.2 Информационное обеспечение дисциплины (модуля)

3.2.1 Основное информационное обеспечение

1. Батраков В.В. Изготовление деталей из композиционных материалов. [Электронный ресурс]: курс дистанц. обучения по направлению подготовки бакалавров 24.03.04 «Авиастроение» / КНИТУ-КАИ, Казань, 2015. – Доступ по логину и паролю. URL: https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=242206_1&course_id=13157_1

3.2.2 Дополнительное справочное обеспечение

Технология производства композитных изделий : учеб. пособие для студ. вузов / В.И. Халиулин, И.И. Шапаев ; Мин-во образ-я и науки РФ; КГТУ им. А.Н. Туполева. - Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2004. - 332 с.; www.e-library.kai.ru

3.3 Кадровое обеспечение

3.3.1 Базовое образование

Высшее образование в предметной области авиастроения и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области авиастроения и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины

Лист регистрации изменений

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений
1	2	3	4
1	1	01.02.2019	Изменение наименования учредителя университета. В соответствии с утверждением устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева-КАИ» в новой редакции (Приказ № 1042 от 26.11.2018) наименование «Министерство образования и науки Российской Федерации» читать как «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации»
2	6	28.06.2019	Внести изменения в п. 3.1.1. Основная литература. Дополнить: 3. Батраков В.В. Технология производства изделий из композитов. Технология интегральных конструкций. Батраков В.В., Халиулин В.И./ Учебное пособие. Казань 2018. – 181 с. (Тираж 70 экз.)
3	7	28.06.2019	Внести изменения в п. 3.2.1. Основное информационное обеспечение. Дополнить: 2. Массовые открытые онлайн курсы «Технология конструкционных материалов» https://openedu.ru/course/urfu/TECO/