

УОН

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**  
Аэрокосмический факультет

Кафедра «Ракетно-космическая техника и энергетические системы»

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
д-р техн. наук, проф.



Н.В. Лобов

2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

«Конструирование и производство изделий из композиционных материалов»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа специалитета

Специальность 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»

Специализация программы специалитета

Проектирование ракетных двигателей

твердого топлива

инженер

Квалификация выпускника:

Выпускающая кафедра:

Ракетно-космическая техника и  
энергетические системы

Форма обучения:

очная

Курс: 5

Семестр(ы): 10

Трудоемкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

4

Часов по рабочему учебному плану:

144

Виды контроля:

Экзамен: 10

Зачет: —

Курсовой проект: —

Курсовая работа: —

**Учебно-методический комплекс дисциплины «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов»** разработан на основании:

- самостоятельно устанавливаемого образовательного стандарта по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», утвержденного приказом ректора от 03 апреля 2017 г., номер приказа №24-О;
- компетентностной модели выпускника ОПОП по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива», утверждённой 03 апреля 2017 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива», утвержденного 03 апреля 2017 г.

**Рабочая программа согласована** с рабочими программами дисциплин «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика», «Сопротивление материалов», «Термодинамика», «Теория механизмов и машин», «Детали машин и основы конструирования», «Теплопередача», «Моделирование рабочих процессов в ракетных двигателях», «Основы конструирования ракетных двигателей твердого топлива», «Проектирование зарядов твердых ракетных топлив», «Конструкция ракетных двигателей твердого топлива», «Автоматизация проектирования ракетных двигателей» и программами учебной и производственной практик, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик д-р техн. наук, доц.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись)

С.В. Бочкарев  
(инициалы, фамилия)

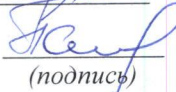
Рецензент д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись)

Р.В. Бульбович  
(инициалы, фамилия)

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Ракетно-космическая техника и энергетические системы»** «06» июня 2017 г., протокол № 19.

Заведующий кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы», ведущей дисциплину д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись)

М.И. Соколовский  
(инициалы, фамилия)

**Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией** Аэрокосмического факультета «21» 06 2017 г., протокол № 9.

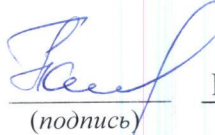
Председатель учебно-методической комиссии аэрокосмического факультета канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись)

Н.Е. Чигодаев  
(инициалы, фамилия)

**Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы» д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись)

М.И. Соколовский  
(инициалы, фамилия)

Начальник управления образовательных программ канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень, звание)

  
(подпись)

Д.С. Репецкий  
(инициалы, фамилия)

## 1 Общие положения

### 1.1 Цели дисциплины

**Цель учебной дисциплины** – изучение основ конструирования и производства изделий (летательных аппаратов – ЛА) из композиционных материалов, получение студентами знаний о широко применяющихся в авиа- и ракетостроении композиционных материалах, их строении и особенностях их физико-механических характеристик, способах получения и технологии изготовления изделий.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

– способность принимать участие в работах по расчёту и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования (АПК.ПК-1).

### 1.2 Задачи дисциплины:

- освоение общих основ конструирования и производства изделий из композиционных материалов;
- формирование умения выбирать рациональные конструктивные схемы, удовлетворяющие требованиям аэродинамики, прочности, жесткости, минимальной массы, эксплуатации и технологии производства с учетом назначения ЛА и оформлять законченные проектно-конструкторские работы;
- формирование навыков использования теоретических и практических материалов в работах по проектированию и технологии изготовления ЛА с использованием современных средств автоматизированного проектирования;
- привитие студентам навыков конструирования ЛА из КМ с проведением необходимых проектировочных расчетов для определения основных массово-габаритных характеристик ЛА.

### 1.3 Предметом изучения дисциплины являются следующие объекты:

- изделия из композиционных материалов и процессы их производства;
- технологическая оснастка;
- процессы конструирования композиционных материалов и изделий из них;
- процессы исследования свойств композиционных материалов и изделий из композиционных материалов.

### 1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)» дисциплин рабочего учебного плана и является дисциплиной по выбору при освоении ОПОП по специальности 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализации «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива».

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

- **знать:**

- основные типы композиционных материалов: полимерные композиционные материалы, композиционные материалы с металлической матрицей. Области применения каждого из них в конструкции летательных аппаратов;

- основные ингредиенты полимерных композиционных материалов, композиционных материалов с металлической матрицей, полимерных компенсирующих заполнителей, их функции: требования, предъявляемые к ним, способы получения;

- наиболее распространенные способы изготовления деталей из полимерных композиционных материалов. Физико-химические основы, параметры процессов: их влияние на качество изделий. Контроль качества изделий;

- особенности сборки конструкций из композиционных материалов. Использование полимерных компенсирующих заполнителей при сборке;

- сборку сэндвичевых конструкций;

- особенности конструкций оснастки, схемы и принцип действия оборудования для изготовления изделий из композиционных материалов, приготовления и применения полимерных компенсирующих заполнителей;

- требования техники безопасности и охраны труда и окружающей среды при работе с композиционными материалами и оборудованием.

- **уметь:**

- пользоваться справочной литературой, выбирать марку материала с учетом условий эксплуатации изделия и реальных возможностей производства;

- формулировать требования к технологической оснастке и оборудованию, определять режимы переработки материала, исходя из химического его строения и технологических свойств;

- выбрать оптимальный способ изготовления, исходя из конструктивных особенностей детали, серийности и условий эксплуатации;

- определять средства контроля для определения качества на всем протяжении технологического цикла;

- управлять качеством изделий с использованием современных средств автоматизированного проектирования.

- **владеть:**

- основами подготовки производства изделий из полимерных композиционных материалов;

- методологией конструирования изделий из всех видов полимерных материалов, в том числе основами САПР;

- методами оценки технологических и эксплуатационных свойств полимерных материалов и их основных компонентов;

- принципами, методами и методологией рационального выбора или разработки оригинальных ПМ и ПКМ для конструирования изделий с учетом требований Заказчика (ТЗ);

- навыками использования методов и способов статистического анализа для определения качества выпускаемой продукции;

- навыками использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при анализе качества выпускаемой продукции;

- навыками выполнения, обработки, анализа и представления результатов экспериментальных исследований по определению качества продукции.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<b>Профессиональные компетенции</b>			
АПК.ПК-1	Способность принимать участие в работах по расчёту и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, Сопротивление материалов, Термодинамика, Теория механизмов и машин, Детали машин и основы конструирования, Теплопередача, Моделирование рабочих процессов в ракетных двигателях, Основы конструирования ракетных двигателей твердого топлива, Проектирование зарядов твердых ракетных топлив, Конструкция ракетных двигателей твердого топлива, Автоматизация проектирования ракетных двигателей, Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков), Производственная практика (стажировка проектно-конструкторская).	

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенции АПК.ПК-1.

### 2.1 Дисциплинарная карта компетенции АПК.ПК-1

Код	Формулировка компетенции
АПК.ПК-1	Способность принимать участие в работах по расчёту и конструированию отдельных деталей и узлов двигателей и энергетических установок летательных аппаратов в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
АПК.ПК-1. Б1.ДВ.07.1	Способность применять современные методы расчета и конструирования отдельных деталей и узлов ракетных двигателей из композиционных материалов с использованием стандартных средств автоматизации проектирования и внедрять в производство ракетных двигателей твердого топлива перспективные композиционные материалы

### Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные типы композиционных материалов: полимерные композиционные материалы, композиционные материалы с металлической матрицей. Области применения каждого из них в конструкции летательных аппаратов;</li> <li>– основные ингредиенты полимерных композиционных материалов, композиционных материалов с металлической матрицей, полимерных компенсирующих заполнителей, их функции: требования, предъявляемые к ним, способы получения;</li> <li>– наиболее распространенные способы изготовления деталей из полимерных композиционных материалов. Физико-химические основы, параметры процессов: их влияние на качество изделий. Контроль качества изделий;</li> <li>– особенности сборки конструкций из композиционных материалов. Использование полимерных компенсирующих заполнителей при сборке;</li> <li>– сборку сэндвичевых конструкций;</li> </ul>	<p>Лекции. Самостоятельная работа</p>	<p>Вопросы к экзамену. Вопросы рубежных контрольных работ.</p>

<p>– особенности конструкций оснастки, схемы и принцип действия оборудования для изготовления изделий из композиционных материалов, приготовления и применения полимерных компенсирующих заполнителей;</p> <p>– требования техники безопасности и охраны труда и окружающей среды при работе с композиционными материалами и оборудованием.</p>		
<p><b>Умеет:</b></p> <p>– пользоваться справочной литературой, выбирать марку материала с учетом условий эксплуатации изделия и реальных возможностей производства;</p> <p>– формулировать требования к технологической оснастке и оборудованию, определять режимы переработки материала, исходя из химического его строения и технологических свойств;</p> <p>– выбрать оптимальный способ изготовления, исходя из конструктивных особенностей детали, серийности и условий эксплуатации;</p> <p>– определять средства контроля для определения качества на всем протяжении технологического цикла;</p> <p>– управлять качеством изделий с использованием современных средств автоматизированного проектирования.</p>	<p>Практические занятия. Самостоятельная работа.</p>	<p>Задания к практическим занятиям. Индивидуальные задания.</p>
<p><b>Владеет:</b></p> <p>– основами подготовки производства изделий из полимерных композиционных материалов;</p> <p>– методологией конструирования изделий из всех видов полимерных материалов, в том числе основами САПР;</p> <p>– методами оценки технологических и эксплуатационных свойств полимерных материалов и их основных компонентов;</p> <p>– принципами, методами и методологией рационального выбора или разработки оригинальных ПМ и ПКМ для конструирования изделий с учетом требований Заказчика (ТЗ);</p> <p>– навыками использования методов и способов статистического анализа для определения качества выпускаемой продукции;</p> <p>– навыками использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при анализе качества выпускаемой продукции;</p> <p>– навыками выполнения, обработки, анализа и представления результатов экспериментальных исследований по определению качества продукции.</p>	<p>Лабораторные работы. Самостоятельная работа.</p>	<p>Отчёты по лабораторным работам. Индивидуальные задания.</p>

### 3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоемкость, час.
1	<b>Аудиторная (контактная) работа</b>	<b>54</b>
	– лекции (Л)	18
	– практические занятия (ПЗ)	18
	– лабораторные работы (ЛР)	14
	<b>Контроль самостоятельной работы (КСР)</b>	<b>4</b>
2	<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>
	– изучение теоретического материала	30
	– индивидуальные задания	24
3	<b>Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине</b>	<b>Экзамен 36</b>
4	<b>Трудоёмкость дисциплины, всего:</b> в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	<b>144 4</b>



## 4 Содержание учебной дисциплины

### 4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Итоговый контроль	Самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч/ЗЕТ	
			Аудиторная работа					Итого- вый конт- роль	Самостоя- тельная работа				Трудо- ёмкость, ч/ЗЕТ
			Всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	1	Введение	0,5	0,5							0,5		
		1	0,5	0,5						4	4,5		
	2	2	2	2						4	6		
		3	1	1						4	5		
		4	2	2						4	6		
	3	5	5	2	3					4	9		
		6	5	2	3					5	10		
		7	6	2	4					5	11		
	Всего по модулю:			<b>24</b>	<b>12</b>	<b>10</b>		<b>2</b>		<b>30</b>	<b>54/1,5</b>		
	2	4	8	14	2	4	8			8	22		
9			8	2		6			8	16			
10			6	2	4				8	14			
Всего по модулю:			<b>30</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>2</b>		<b>24</b>	<b>54/1,5</b>			
<b>Промежуточная аттестация</b>								<b>экзамен 36</b>					
<b>Всего:</b>			<b>54</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>144/4</b>			

### 4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

**Модуль 1. Физико-химические характеристики композиционных материалов и области применения их в конструкции энергоустановок**

Л – 12 ч, ПЗ – 10 ч, СРС – 30 ч

**Раздел 1. Область применения композиционных материалов**

Л – 1 ч, СРС – 4 ч.

**Введение.** Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.

**Тема 1. Область применения композиционных материалов**

Область применения композиционных материалов в производстве энергоустановок. Эффективность применения. Конструктивные формы использования полимерных композиционных материалов.

## **Раздел 2. Классификация и свойства полимерных композиционных материалов**

Л – 5 ч, СРС – 12 ч.

### **Тема 2. Классификация и свойства полимерных композиционных материалов**

Классификация и свойства полимерных композиционных материалов в зависимости от используемого армирующего материала: стеклопластики, углепластики, органопластики.

### **Тема 3. Проектирование и технология изготовления конструкций из полимерных композиционных материалов**

Особенности проектирования конструкций из композиционных материалов. Учет особенностей композиционных материалов. Требования к технологичности конструкций из полимерных композиционных материалов. Сухая и мокрая намотка. Назначение, изготовление, принципиальная схема пропиточной установки.

### **Тема 4. Получение изделий из полимерных композиционных материалов**

Технологические процессы изготовления деталей из полимерных композиционных материалов: намотка, прессование, выкладка по оснастке с последующим формованием с помощью эластичной оболочки и автоклавным формованием. Особенности механической обработки полимерных композиционных материалов (резка, зачистка кромок, сверление, точение, фрезерование).

## **Раздел 3. Изготовление энергоустановок со специфическими свойствами**

Л – 6 ч, ПЗ – 10 ч., СРС – 14 ч.

### **Тема 5. Методы получения УУКМ**

Структура и матрица УУКМ. Технологические способы осаждения пироуглерода. Комбинированный метод. Метод «Розетта». Изготовление многонаправленных структур. Уплотнение многонаправленных структур.

### **Тема 6. Изготовление сэндвичевых конструкций**

Характеристика многослойных конструкций. Эффективность применения. Используемые материалы. Технология изготовления многослойных конструкций из полимерных композиционных материалов, оборудование, оснастка.

### **Тема 7. Металлические композиционные материалы**

Свойства и изготовление металлических композиционных материалов. Характеристика физико-механических свойств металлических композиционных материалов. Основные ингредиенты. Способы получения. Изготовление деталей.

## **Модуль 2. Сборка и контроль качества**

Л – 6 ч, ПЗ – 8 ч, ЛР – 14 ч, СРС – 24 ч.

### **Раздел 4. Сборка и контроль качества**

Л – 6 ч, ПЗ – 8 ч, ЛР – 14 ч, СРС – 24 ч.

#### **Тема 8. Сборка изделий из полимерных композиционных материалов**

Особенности соединения деталей из полимерных композиционных материалов. Изготовление шпангоутов. Технология выполнения соединений конструкций. Сплошные, механические, комбинированные соединения. Клепка.

#### **Тема 9. Методы и средства неразрушающего контроля**

Общая характеристика средств неразрушающего контроля, достоинства и недостатки. Дефекты структуры композиционных материалов в процессе переработки их в изделия и методы их контроля. Прогнозирование прочности. Методы неразрушающего контроля.

#### **Тема 10. Методы испытаний энергоустановок на прочность и герметичность**

Общая характеристика испытаний. Испытания на прочность. Порядок выбора и назначение методов контроля герметичности. Методы контроля герметичности. Схема технологического процесса испытаний. Разработка ТЗ на проектирование установки для гидроиспытаний.

### **4.3. Перечень тем практических занятий**

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

<b>№ п.п.</b>	<b>Номер темы дисциплины</b>	<b>Наименование темы практического занятия</b>
1	5	Расчет режимов отверждения. Решение задач по разделу «Классификация и свойства полимерных композиционных материалов».
2	6	Статистическая обработка данных по определению качества изделий. Метод NOL. Решение задач по разделу «Изготовление ЛА со специфическими свойствами».
2	7	Оценивание качества изделий по кривым распределения. Решение задач по разделу «Изготовление ЛА со специфическими свойствами».
4	8	Расчет резьбовых и клепаных соединений. Решение задач по разделу «Особенности сборки и методы контроля».
5	10	Разработка схемы испытаний и обработка результатов испытаний трубчатых образцов. Решение задач по разделу «Особенности сборки и методы контроля».

#### 4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	8	Расчет конструктивно-технологических параметров оболочки «кокон»
2	9	Определение технологических параметров изготовления оболочки «кокон»

#### 5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение двух семестров, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

#### 5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, час.
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	4
2	Изучение теоретического материала	4
3	Изучение теоретического материала	4
4	Изучение теоретического материала	4
5	Индивидуальное задание	4
6	Индивидуальное задание	5
7	Изучение теоретического материала	3
	Индивидуальное задание	2
8	Изучение теоретического материала	4
	Индивидуальное задание	4

1	2	3
9	Изучение теоретического материала	4
	Индивидуальное задание	4
10	Изучение теоретического материала	3
	Индивидуальное задание	5
Итого: в ч /ЗЕ		<b>63/1,75</b>

### 5.1.1 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

**Тема 1.** Характеристики связующих, используемых в производстве ЛА.

**Тема 2.** Правило смесей. Критическая длина волокна.

**Тема 3.** Методы намотки.

**Тема 7.** Армирующие материалы и матрицы, используемые при изготовлении металлических композиционных материалов.

**Тема 8.** Конструктивно-технологические особенности ШБС.

### 5.1.2 Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрены.

### 5.1.3 Реферат

Не предусмотрен.

### 5.1.4 Расчетно-графические работы

Не предусмотрены.

### 5.1.5 Индивидуальное задание

Типовые темы индивидуальных заданий

**Модуль 1.** Разработка математической модели определения основных технологических параметров изготовления намоточных конструкций (10 ч).

**Модуль 2.** Разработка техпроцесса изготовления оправки из ППК (16 ч).

## 5.2 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются и ставятся проблемные задачи, формируются команды, заслушиваются варианты решения. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: закрепление и углубление знаний, умений и навыков

в области определения качества продукции на основании статистической обработки данных и построения корреляционных зависимостей, развитие творческой инженерной инициативы, закрепление навыков использования справочной и специальной технической литературы, навыков выполнения графической работы и оформления технической документации.

Проведение практических занятий и лабораторных работ основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

## **6 Фонд оценочных средств дисциплины**

### **6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- опрос для анализа усвоения материала предыдущей лекции;

### **6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

Рубежный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольные работы (модуль 1, 2).

### **6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

#### **1) Зачёт**

Не предусмотрен.

#### **2) Экзамен**

Экзамен по дисциплине проводится устно по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание.

Экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов рубежного контроля.

#### **Вопросы к экзамену:**

1. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины
2. Область применения композиционных материалов в производстве ЛА. Эффективность применения.
3. Конструктивные формы использования полимерных композиционных материалов.
4. Классификация и свойства полимерных композиционных материалов в зависимости от используемого армирующего материала: стеклопластики, углепластики, органопластики.
5. Особенности проектирования конструкций из композиционных материалов. Учет особенностей композиционных материалов.

6. Требования к технологичности конструкций из полимерных композиционных материалов.

7. Сухая и мокрая намотка.

8. Назначение, изготовление, принципиальная схема пропиточной установки.

9. Технологические процессы изготовления деталей из полимерных композиционных материалов: намотка, прессование, выкладка по оснастке с последующим формованием с помощью эластичной оболочки и автоклавным формованием.

10. Особенности механической обработки полимерных композиционных материалов (резка, зачистка кромок, сверление, точение, фрезерование).

11. Структура и матрица УУКМ.

12. Технологические способы осаждения пироуглерода.

13. Комбинированный метод.

14. Метод «Розетка».

15. Характеристика многослойных конструкций.

16. Эффективность применения. Используемые материалы.

17. Технология изготовления многослойных конструкций из полимерных композиционных материалов, оборудование, оснастка.

18. Свойства и изготовление металлических композиционных материалов.

19. Характеристика физико-механических свойств металлических композиционных материалов. Основные ингредиенты.

20. Способы получения металлических композиционных материалов. Изготовление деталей.

21. Особенности соединения деталей из полимерных композиционных материалов.

22. Общая характеристика средств неразрушающего контроля, достоинства и недостатки.

23. Дефекты структуры композиционных материалов в процессе переработки их в изделия и методы их контроля.

24. Прогнозирование прочности. Методы неразрушающего контроля.

25. Общая характеристика испытаний. Испытания на прочность.

26. Порядок выбора и назначение методов контроля герметичности.

27. Методы контроля герметичности.

28. Схема технологического процесса испытаний.

29. Разработка ТЗ на проектирование установки для гидроиспытаний.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблицу планирования результатов обучения, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

## 6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 – Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	ТК	КР	ПЗ	ЛР	ИЗ	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>Знает:</b> – основные ингредиенты полимерных композиционных материалов, композиционных материалов с металлической матрицей, полимерных компенсирующих заполнителей, их функции: требования, предъявляемые к ним, способы получения;	+	+	+			ТВ
– наиболее распространенные способы изготовления деталей из полимерных композиционных материалов. Физико-химические основы, параметры процессов: их влияние на качество изделий. Контроль качества изделий;	+	+				ТВ
– особенности сборки конструкций из композиционных материалов. Использование полимерных компенсирующих заполнителей при сборке;	+	+				ТВ
– сборку сэндвичевых конструкций;	+	+				ТВ
– особенности конструкций оснастки, схемы и принцип действия оборудования для изготовления изделий из композиционных материалов, приготовления и применения полимерных компенсирующих заполнителей;	+	+				ТВ
– требования техники безопасности и охраны труда и окружающей среды при работе с композиционными материалами и оборудованием.	+	+				ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>Умеет:</b> – пользоваться справочной литературой, выбирать марку материала с учетом условий эксплуатации изделия и реальных возможностей производства;			+	+		КЗ
– формулировать требования к технологической оснастке и оборудованию, определять режимы переработки материала, исходя из химического его строения и технологических свойств;					+	КЗ
– выбрать оптимальный способ изготовления, исходя из конструктивных особенностей детали, серийности и условий эксплуатации;			+	+		КЗ



– определять средства контроля для определения качества на всем протяжении технологического цикла.			+	+		КЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>Владеет:</b> – методологией конструирования изделий из всех видов полимерных материалов, в том числе основами САПР;					+	КЗ
– методами оценки технологических и эксплуатационных свойств полимерных материалов и их основных компонентов;				+	+	КЗ
– принципами, методами и методологией рационального выбора или разработки оригинальных ПМ и ПКМ для конструирования изделий с учетом требований Заказчика (ТЗ);				+	+	КЗ
– основами подготовки производства изделий из полимерных композиционных материалов;				+	+	КЗ
– навыками использования методов и способов статистического анализа для определения качества выпускаемой продукции;				+	+	КЗ
– навыками использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при анализе качества выпускаемой продукции;				+	+	КЗ
– навыками выполнения, обработки, анализа и представления результатов экспериментальных исследований по определению качества продукции.				+	+	КЗ

Примечание:

ТК – текущий контроль знаний по теме (опрос);

КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка знаний);

ИЗ – индивидуальное задание (оценка умений и владений);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка умений);

ПЗ – выполнение практических занятий с подготовкой и защитой отчёта (оценка владения);

ТВ – теоретический вопрос; КЗ – комплексное задание экзамена.

## 7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																Итого, ч		
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39		40	41
<b>Раздел:</b>	<b>P1</b>				<b>P2</b>				<b>P3</b>				<b>P4</b>						
Лекции	2		2		2		2		2		2		2		2		2		<b>18</b>
Практ. занятия		2		2		2		2		2		2		2		2		2	<b>18</b>
Лаборат. работы									2	2	2	2	2		2		2		<b>14</b>
КСР								2									2		<b>4</b>
Изучение теор. мат.	2	2			2	2				2									<b>30</b>
Индив. задание			2	2			2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	<b>24</b>
<b>Модуль:</b>	<b>M1</b>											<b>M2</b>						<b>108</b>	
Контрольные работы									+									+	
Дисциплин. контроль																			<b>Экзамен 36</b>

## 8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

<p style="text-align: center;"><b>Б1.ДВ.07.1</b> <i>Конструирование и производство изделий из композиционных материалов</i></p> <p style="font-size: small; text-align: center;">(индекс и полное название дисциплины)</p>	<p style="text-align: center;"><b>Блок 1. Дисциплины (модули)</b> <i>(блок дисциплины)</i></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;"> </td> <td style="padding: 2px 5px;">базовая часть блока</td> <td style="border: 1px solid black; width: 5%; text-align: center;"> </td> <td style="padding: 2px 5px;">обязательная</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 2px 5px;">вариативная часть блока</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">x</td> <td style="padding: 2px 5px;">по выбору студента</td> </tr> </table>		базовая часть блока		обязательная	x	вариативная часть блока	x	по выбору студента										
	базовая часть блока		обязательная																
x	вариативная часть блока	x	по выбору студента																
<p style="text-align: center;"><b>24.05.02</b></p> <p style="font-size: small; text-align: center;">(код направления/ специальности)</p>	<p style="text-align: center;"><b>«Проектирование авиационных и ракетных двигателей», специализация «Проектирование ракетных двигателей твердого топлива»</b></p> <p style="font-size: small; text-align: center;">(полное название направления подготовки / специальности)</p>																		
<p style="text-align: center;"><b>АРД / РД</b></p> <p style="font-size: small; text-align: center;">(аббревиатура направления/ специальности)</p>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">Уровень подготовки</td> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">x</td> <td style="padding-right: 10px;">специалист</td> <td style="padding-right: 10px;">Форма обучения</td> <td style="border: 1px solid black; width: 30px; text-align: center;">x</td> <td style="padding-right: 10px;">очная</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"> </td> <td style="padding-right: 10px;">бакалавр</td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"> </td> <td style="padding-right: 10px;">заочная</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"> </td> <td style="padding-right: 10px;">магистр</td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;"> </td> <td style="padding-right: 10px;">очно-заочная</td> </tr> </table>	Уровень подготовки	x	специалист	Форма обучения	x	очная			бакалавр			заочная			магистр			очно-заочная
Уровень подготовки	x	специалист	Форма обучения	x	очная														
		бакалавр			заочная														
		магистр			очно-заочная														
<p style="text-align: center;"><u>2017</u></p> <p style="font-size: small; text-align: center;">год утверждения учебного плана ОПОП</p>	<p style="text-align: center;">Семестр(ы)     <u>10</u></p>	<p style="text-align: center;">Количество групп     <u>1</u></p> <p style="text-align: center;">Количество студентов     <u>25</u></p>																	
<p style="text-align: center;"><b>Бочкарев Сергей Васильевич</b></p> <p style="font-size: small; text-align: center;">(фамилия, инициалы преподавателя)</p>	<p style="text-align: center;"><b>профессор</b></p> <p style="font-size: small; text-align: center;">(должность)</p>																		
<p style="text-align: center;"><b>Аэрокосмический</b></p> <p style="font-size: small; text-align: center;">(факультет)</p>	<p style="text-align: center;"><b>РКТЭС</b></p> <p style="font-size: small; text-align: center;">(кафедра)</p>																		
<p style="text-align: center;"><b>2-39-12-33</b></p> <p style="font-size: small; text-align: center;">(контактная информация)</p>																			

Карта книго-обеспеченности в библиотеку сдана

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

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
<b>1. Основная литература</b>		
1	Бобрышев А. Н. Полимерные композиционные материалы: учебное пособие / А. Н. Бобрышев, В. Т. Ерофеев, В. Н. Козомазов; Ассоциация строительных вузов. – М.: Изд-во АСВ, 2013. – 474 с.	9
2	Бочкарев С.В. Технология производства полимерных композитных материалов и конструкций на их основе: учебное пособие для вузов. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 1999. – 204с.	39
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Научно-практические основы технологии ракетостроения: учебное пособие / А.А. Барзов, С.В. Бочкарёв, А.Л. Галиновский. – Старый Оскол: ТНТ, 2014. – 537 с.	50
2	Буланов И.М. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов : учебник для вузов / И. М. Буланов, В. В. Воробей; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. – 514 с.	8
3	Мэттьюз Ф. Композитные материалы. Механика и технология: учебник для вузов: пер. с англ. / Ф. Мэттьюз, Р. Ролингс. – М.: Техносфера, 2004. – 407 с.	38
4	Технология и проектирование углерод-углеродных композитов и конструкций / Ю.В. Соколкин [и др.]. – М.: Наука : Физматлит, 1996. – 239 с.	22
<b>2.2 Периодические издания</b>		
	Не предусмотрены	
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
	Не предусмотрены	
<b>2.4 Официальные издания</b>		
	Не предусмотрены	
<b>2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины</b>		
1	Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a> , компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	

1	2	3
2	ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс]: [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <a href="http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations">http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations</a> , по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	
3	Web of Science [Электронный ресурс] : [мультидисциплинар. реф.-библиограф. и наукометр. база данных на англ. яз.] / Thomson Reuters. – New York, 2016. – Режим доступа: <a href="http://apps.webofknowledge.com">http://apps.webofknowledge.com</a> , по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.	

**Основные данные об обеспеченности на**

06.06.2017

(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

основная литература  обеспечена  не обеспечена

дополнительная литература  обеспечена  не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки \_\_\_\_\_ Н.В. Тюрикова

**Данные об обеспеченности на**

(дата составления рабочей программы)

основная литература  обеспечена  не обеспечена

дополнительная литература  обеспечена  не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки \_\_\_\_\_ Н.В. Тюрикова

Карта книго-  
обеспеченности  
в библиотеку одана

### 8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

#### 8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Не предусмотрены

#### 8.4 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены.

### 9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

#### 9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п/п	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Мультимедийная аудитория	РКТЭС	304 к.Д АКФ	72	42
2	Компьютерный класс	РКТЭС	314 к.Д АКФ	72	12

#### 9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п/п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Проектор	1	Оперативное управление	304 к.Д АКФ
2	Компьютеры	12	Оперативное управление	314 к.Д АКФ

### Лист регистрации изменений

№ п/п	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		
5		
6		