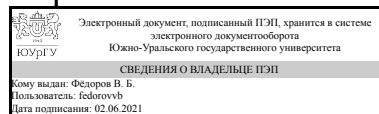


УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Аэрокосмический



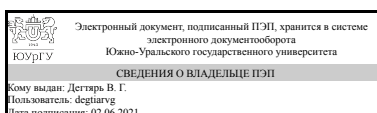
В. Б. Фёдоров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Б.1.28 Технология производства изделий из композитных материалов для специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей  
уровень специалист тип программы Специалитет  
специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Летательные аппараты

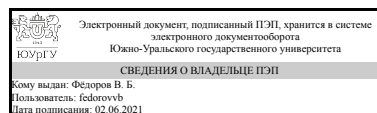
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 16.02.2017 № 141

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



В. Г. Дегтярь

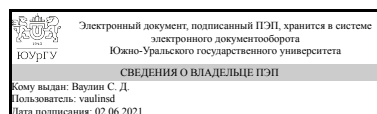
Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



В. Б. Фёдоров

СОГЛАСОВАНО

Зав.выпускающей кафедрой  
Двигатели летательных  
аппаратов  
д.техн.н., проф.



С. Д. Ваулин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель: изучение принципов и методов технологии и организации производства композиционных изделий летательных аппаратов. Задачи: - сформировать у студентов базовые знания по основным типам технологий производства композиционных изделий летательных аппаратов; - изучить особенности технологических процессов при производстве композиционных изделий летательных аппаратов; - изучить правила разработки соответствующих технологий и сопроводительной документации.

## Краткое содержание дисциплины

Классификация композиционных материалов. Компоненты полимерных композиционных материалов. Технологические процессы изготовления изделий из полимерных композиционных материалов. Контактное формование. Формование с эластичной диафрагмой. Формообразование давлением. Формообразование прессования в формах. Формообразование намоткой. Формообразование пултрузией. Технологические процессы изготовления конструкций из композиционных материалов для изделий летательных аппаратов. Технология изготовления корпуса РДДТ. Технологические процессы изготовления конструкций соплового блока. Технология изготовления топливных баков, сосудов давления. Технология изготовления трубопроводов

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПСК-3.7 осуществлением технического контроля и управление качеством при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества	Знать: методы технического контроля и управления качеством при производстве деталей и агрегатов; методы управления качеством при производстве деталей и агрегатов на основе нормативных документов
	Уметь:
	Владеть:
ПК-4 участием в разработке эскизных, технических и рабочих проектов изделий и технологических процессов	Знать: основные виды технологической документации, разрабатываемой на этапе технического проекта
	Уметь:
	Владеть: навыками разработки технологической документации, разработки технологической оснастки.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.18 Технология конструкционных материалов, Б.1.27 Технология производства авиационной и ракетной техники, Б.1.16 Детали машин и основы конструирования,	В.1.13 Проектирование комбинированных реактивных двигателей

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.27 Технология производства авиационной и ракетной техники	Знать: методы и особенности проектирования технологических процессов производства ракетно-космической техники; виды и конструкцию технологической оснастки, необходимой для изготовления изделий ракетно-космической техники. и контроля качества изготовления Уметь: рассчитывать основные характеристики технологических процессов; основные параметры технологической оснастки, необходимой для изготовления изделий ракетно-космической техники и контроля качества изготовления. Владеть: навыками подбора технологического оборудования и оснастки.
Б.1.18 Технология конструкционных материалов	знать: физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях производства и эксплуатации; их взаимосвязь со свойствами; номенклатуру, основные свойства и области использования наиболее распространенных конструкционных материалов, а также способы их получения; уметь: изображать принципиальные схемы наиболее распространенных операций различных технологических процессов; объяснять по этим схемам сущность процесса или операции; разрабатывать укрупненные технологические процессы получения заготовок и процессы размерной обработки заготовок для получения простейших деталей с назначением основных режимов; назначать, пользуясь технической и нормативно-справочной литературой, альтернативные процессы получения заготовок для конкретных простейших деталей или процессы получения отдельных поверхностей деталей размерной обработкой; владеть: навыками выбора материалов и назначения их обработки
Б.1.16 Детали машин и основы конструирования	знать: основные методы конструирования машин и механизмов; основные методы расчетов на прочность, жесткость, динамику и устойчивость, долговечность машин и конструкций, трение и износ узлов машин уметь: выполнять работы по проектированию деталей машин и механизмов; конструировать элементы машин и конструкций с учетом обеспечения прочности, устойчивости и долговечности; конструировать узлы машин и механизмов с учетом износостойкости; проводить расчеты деталей машин и элементов конструкций владеть: навыками

	конструирования типовых узлов машин и элементов конструкций
Б.1.17 Материаловедение	знать: физико-механические характеристики материалов и методы их определения; области применения различных современных материалов для изготовления продукции, их состав, структуру, свойства, виды новых конструкционных материалов; уметь: выбирать материалы оценивать и прогнозировать поведение материала и причин отказов продукции под воздействием на них различных эксплуатационных факторов; на-значать соответствующую обработку для получения заданных структур и свойств, обеспечивающих надежность продукции; владеть: навыками выбора материалов по критериям прочности, долговечности, износостойкости;

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	8	8	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	40	40	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60	
Подготовка к экзамену	35	35	
Подготовка отчетов по практическим занятиям	25	25	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Композиционные материалы и их компоненты	2	2	0	0
2	Технология изготовления конструкций из композиционных материалов	46	6	40	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов

1	1	Композиционные материалы и их компоненты. Классификация композиционных материалов. Компоненты полимерных композиционных материалов	2
2	2	Технология изготовления конструкций из композиционных материалов. Контактное формование. Формование с эластичной диафрагмой. Формообразование давлением.	2
3	2	Технология изготовления конструкций из композиционных материалов. Формообразование прессованием в формах. Формообразование намоткой. Формообразование пултрузией	2
4	2	Технологические процессы изготовления изделий и деталей конструкции ЛА (топливные баки, сосуды давления, сопловой блок, трубопроводы и т.д.) из композиционных материалов	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Технологичность конструкции изделия из композиционных материалов: - изучение образца детали и разработка ее 3D-модели; - анализ технологичности детали по образцу детали.	2
2	2	Особенности назначения допусков и посадок при проектировании изделий из композиционных материалов: - определение технических требований к образцу детали; - назначение допусков детали с учетом свойств материала; - разработка чертежа детали.	2
3	2	Определение технологических параметров намотки: - изучение особенностей определения технологических параметров намотки цилиндрических оболочек с днищами; - изучение особенностей определения технологических параметров намотки торовых оболочек кругового сечения.	4
5	2	Особенности намотки композитных оболочек сосудов давления. Расчет и конструирование оболочек сосудов давления цилиндрической формы из композиционных материалов: - расчет и конструирование цилиндрических оболочек (трубы)	4
7	2	Расчет и конструирование оболочек сосудов давления цилиндрической формы из композиционных материалов: - расчет и конструирование цилиндрических оболочек с днищами	4
8	2	Определение конструктивно-технологических параметров криволинейных трубопроводов, образованных спиральной намоткой: - определение толщины слоев спиральной намотки; - определение главных усилий для участков; - определение угла армирования в осевом и радиальном направлениях; - и т.д.	4
11	2	Разработка технологического процесса контактного формования: - анализ технологичности конструкции изделия; - составление маршрута технологического процесса.	2
12	2	Разработка технологического процесса контактного формования: - составление операционной технологии; - оформление технологической документации.	2
13	2	Разработка технологического процесса формования с эластичной диафрагмой: - составление операционной технологии; - оформление технологической документации.	2
14	2	Раскрой армирующего материала	2
15	2	Подготовка связующего материала	2
16	2	Изготовление пластин из КМ методом контактного формования	2
17	2	Механическая обработка изготовленных пластин из КМ	2

18	2	Экспериментальное определение механических характеристик КМ	2
19	2	Технология создания изделий из КМ методом вакуумной инфузии	2
20	2	Изготовление сэндвич-панелей методом контактного формовани	2

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	1. Буланов, И. М. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов Учеб. для вузов по специальности "Конструирование и пр-во изделий из композиц. материалов". - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. - 513,[1] с. ил. 2. Справочник по композиционным материалам Кн. 1 В 2-х кн. Под ред. Дж. Любина; Пер. с англ. А. Б. Геллера, М. М. Гельмонта; Под ред. Б. Э. Геллера. - М.: Машиностроение, 1988. - 447 с. ил. 3. Справочник по композиционным материалам Кн. 2 В 2-х кн. Под ред. Дж. Любина; Пер. с англ. А. Б. Геллера и др.; Под ред. Б. Э. Геллера. - М.: Машиностроение, 1988. - 580 с. ил. 4. Федоров, В. Б. Технология ракетостроения Ч. 1 Текст лекций В. Б. Федоров; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автоматизация механосборочного пр-ва; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 147, [1] с.	35
Подготовка отчетов по практическим занятиям	1. Комков, М.А. Расчет параметров намотки композитных оболочек цилиндрических баллонов и корпусов двигателей.: Метод. Указания к домашнему заданию. [Электронный ресурс] / М.А. Комков, В.А. Тарасов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 24 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/58488">http://e.lanbook.com/book/58488</a> . 2. Федоров, В. Б. Технология ракетостроения Ч. 1 Текст лекций В. Б. Федоров; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автоматизация механосборочного пр-ва; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 147, [1] с. 3. Федоров В.Б. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ. Учебное пособие к практическим занятиям	25

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Технологии анализа ситуаций для активного обучения	Практические занятия и семинары	позволяет студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, продемонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях	40
Интерактивные лекции	Лекции	Использование презентации при проведении лекций	8

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПК-4 участием в разработке эскизных, технических и рабочих проектов изделий и технологических процессов	экзамен, подготовка отчетов по практическим занятиям	№ 1-22
Все разделы	ПСК-3.7 осуществлением технического контроля и управление качеством при производстве деталей и агрегатов на основе отраслевых нормативных документов качества	экзамен	1-22

### 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
экзамен	С целью контроля знаний, полученных студентами при изучении дисциплины в 7 семестре проводится экзамен. Для допуска к экзамену студенту необходимо сдать преподавателю и защитить все отчеты по практическим занятиям. Во время проведения экзамена студентом выбирается билет с вопросами по изученным темам. Студент отвечает на них письменно или устно.	Отлично: владение знаний предмета в полном объеме учебной программы; студент достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, подчеркивал при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное:

		<p>устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы.</p> <p>Хорошо: владение знаний дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); студент самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы билета; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах.</p> <p>Удовлетворительно: владение знаний основного объема знаний по дисциплине; студент проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов.</p> <p>Неудовлетворительно: студент не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы билета даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора</p>
	<p>К процедуре защиты практической работы допускаются студенты, которые выполнили практическую работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о практической работе и предоставили его к защите. Процедура защиты практической работы может проходить в форме устного опроса каждого студента. В не зависимости от формы оценивания каждому студенту должно быть задано не менее 3-х вопросов на тему практической работы.</p>	<p>Зачтено: Обучающийся самостоятельно и верно ответил на более чем 50% заданных вопросов. При этом уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагал свое решение, используя профессиональные термины и понятия.</p> <p>Не зачтено: Обучающийся ответил менее чем на 50% поставленных вопросов.</p>

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
экзамен	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация композиционных материалов.</li> <li>2. Компоненты полимерных композиционных материалов</li> <li>3. Технологические процессы изготовления изделий из полимерных композиционных материалов</li> <li>4. Контактное формование</li> <li>5. Формование с эластичной диафрагмой</li> <li>6. Вакуумное автоклавное формование.</li> <li>7. Вакуумное пресс-камерное формование</li> <li>8. Формообразование давлением</li> <li>9. Пропитка под давлением.</li> <li>10. Пропитка в вакууме.</li> <li>11. Формообразование прессования в формах</li> <li>12. Прямое прессование.</li> <li>13. Литьевое прессование.</li> <li>14. Термокомпрессионное прессование</li> <li>15. Формообразование намоткой. Технологические способы намотки.</li> </ol>



	16. Технологические схемы намотки. 17. Намоточные станки. Технологические оправки. Технологические параметры процессов намотки 18. Формообразование пултрузией 19. Технология изготовления корпуса РДДТ 20. Технологические процессы изготовления конструкций соплового блока 21. Технология изготовления топливных баков, сосудов давления 22. Технология изготовления трубопроводов ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО КУРСУ Технология производства изделий из композитных материалов.docx
	1. Основные понятия. Композиционный материал. Ортоотропия свойств. Синергизм. 2. Область применения композиционных материалов на основе стекловолокна. Преимущества и недостатки. 3. Стекломат и стеклоткань. Порошковые и эмульсионные стекломаты. Стеклоткани различного переплетения. 4. Основные понятия. Гелеобразование. Полиэфирные смолы. Холодное отверждение. 5. Область применения полиэфирной смолы. Преимущества и недостатки. 6. Технологии получения изделий из КМ. Преимущества и недостатки. 7. Основные понятия. Адгезия. Отверждение. Постотверждение

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Буланов, И. М. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов Учеб. для вузов по специальности "Конструирование и пр-во изделий из композиц. материалов". - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. - 513,[1] с. ил.
2. Справочник по композиционным материалам Кн. 1 В 2-х кн. Под ред. Дж. Любина; Пер. с англ. А. Б. Геллера, М. М. Гельмонта; Под ред. Б. Э. Геллера. - М.: Машиностроение, 1988. - 447 с. ил.
3. Справочник по композиционным материалам Кн. 2 В 2-х кн. Под ред. Дж. Любина; Пер. с англ. А. Б. Геллера и др.; Под ред. Б. Э. Геллера. - М.: Машиностроение, 1988. - 580 с. ил.
4. Федоров, В. Б. Технология ракетостроения Ч. 1 Текст лекций В. Б. Федоров; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автоматизация механосборочного пр-ва; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2004. - 147, [1] с.
5. Федоров, В. Б. Технология сборки изделий авиационной техники Конспект лекций В. Б. Федоров; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автоматизация механосбороч. пр-ва; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автоматизация механосбороч. пр-ва; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2003. - 47,[2] с. ил., табл. электрон. версия

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Федоров В.Б. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ. Учебное пособие к практическим занятиям

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Богодухов, С.И. Технологические процессы в машиностроении: учебник для вузов. [Электронный ресурс] / С.И. Богодухов, Е.В. Бондаренко, А.Г. Схиртладзе, Р.М. Сулейманов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 640 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/763">http://e.lanbook.com/book/763</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Основная литература	Комков, М.А. Расчет параметров намотки композитных оболочек цилиндрических баллонов и корпусов двигателей.: Метод. Указания к домашнему заданию. [Электронный ресурс] / М.А. Комков, В.А. Тарасов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 24 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/58488">http://e.lanbook.com/book/58488</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Основная литература	Мийченко, И.П. Технология полуфабрикатов полимерных материалов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НОТ, 2012. — 374 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/5252">http://e.lanbook.com/book/5252</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Дополнительная литература	Богодухов, С.И. Основы проектирования заготовок в автоматизированном машиностроении: учебник. [Электронный ресурс] / С.И. Богодухов, А.Г. Схиртладзе, Р.М. Сулейманов, Е.С. Козик. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 432 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/749">http://e.lanbook.com/book/749</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
5	Основная литература	Шерышев, М.А. Производство изделий из полимерных листов и пленок. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НОТ, 2011. — 556 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/4292">http://e.lanbook.com/book/4292</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
6	Дополнительная	Комков, М. А. Технология намотки	Электронно-	Интернет /

литература	композитных конструкций ракет и средств поражения : учебное пособие / М. А. Комков, В. А. Тарасов. — 2-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2015. — 431 с. — ISBN 978-5-7038-4223-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/106424">https://e.lanbook.com/book/106424</a> (дата обращения: 02.06.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	библиотечная система издательства Лань	Авторизованный
------------	--	--	----------------

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ASCON-Компас 3D(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары		1.Комплекс оборудования и инструмента для изготовления испытательных образцов методом контактного формования. 2. Комплекс оборудования для исследования физических параметров образцов из полимерных композиционных материалов (ПКМ). 3. Комплекс оборудования для исследования и измерения химических и физико-механических параметров образцов из полимерных композиционных 4. Комплекс оборудования по подготовке исходных компонентов и образцов из полимерных композиционных материалов (ПКМ) материалов (ПКМ). 5. Мобильный комплекс для моделирования физико-механических свойств изделий и конструкций аэрокосмической техники из композитных материалов
Лекции	308 (2)	Проектор, компьютер