

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) **Юнаков Л. П.**  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Моделирование и информационные технологии проектирования ракетно-космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И \_\_\_\_\_  
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
Галинская Ольга Олеговна, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Заведующий кафедрой Андриюшкин А.Ю., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф. \_\_\_\_\_

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-14 — способность разрабатывать технологические процессы изготовления и сборки отсеков конструкции корпуса ракет с применением новых материалов и средств автоматизации технологических процессов в соответствие с единой системой конструкторской документации на базе современных программных комплексов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-14**

знания:

- знания:

о на уровне представлений:

- технологической культуры современного ракетостроения;

на уровне воспроизведения:

• методов и опыта инженерного проектирования технологических процессов производства летательных аппаратов и технологической оснастки для их изготовления;

• технологий, обеспечивающих высокое качество и надежность изготавливаемых изделий, несущих и вспомогательных конструкций;

на уровне понимания:

- отработки объектов конструирования на технологичность;;;

умения:

о • проектирования технологических процессов производства авиационных и ракетных организационно-технических систем;

• проведения исследований в области получения новых конструкционных материалов, в том числе композиционных (КМ).;;;

навыки:

в области конструкторско-технологической подготовки производства объектов ракетной техники и разработки конструкторской и технологической документации.

• разработки технологических процессов и технологической оснастки, обеспечивающих качественное изготовление изделий, новых материалов и конструкций.;;.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.05.01 *Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, МЕТРОЛОГИЯ И ОСНОВЫ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ, ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ПСК-14 — Способен разрабатывать технологические процессы изготовления и сборки отсеков конструкции корпуса ракет с применением новых материалов и средств автоматизации технологических процессов в соответствии с единой системой конструкторской документации на базе современных программных комплексов

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-14
5	9	<b>Раздел 1. Перспективы развития и конструктивно-технологического совершенствования ракетной техники.</b> 1.1. Постиндустриальные конструкционные материалы и технологии. 1.2. Ретроспектива применения композиционных материалов (КМ) и технологий изготовления из них МБР США наземного базирования. 1.3. Особенности строения и преимущества композиционных материалов в сравнении с традиционными конструкционными материалами ракетостроения. 1.4. Экономическая эффективность применения композиционных материалов в объектах ЛА.	12	4	4	0	8	10
5	9	<b>Раздел 2. Конструкционные и функциональные материалы с проектируемыми свойствами.</b> 2.1. Параметры структуры композиционных материалов и уравнения взаимосвязи прочности и структурных параметров материала. 2.2. Принципы структурной организации композиционно – волокнистой системы материала для плосконапряженных конструкций.	9	3	3	0	6	10
5	9	<b>Раздел 3. Технологические методы производства конструкционных и теплозащитных изделий из композиционных материалов.</b> 3.1. Структура технологического процесса (ТП) производства изделий из композиционно – волокнистых материалов. Модель операционной системы ТП. 3.2. Приготовление типовой связующей композиции (ЭДТ-10). 3.3. Ленточный полуфабрикат для намотки изделий из композиционных материалов и их изготовление. 3.4. Методы пропитки ленточного полуфабриката для намотки изделий из композиционных материалов.	18	12	8	4	6	15
5	9	<b>Раздел 4. Конструктивно-технологические решения и технология производства современных корпусов ракетных двигателей твердого топлива межконтинентальных баллистических ракет из композиционных материалов.</b> 4.1. Принцип обеспечения точности и взаимозаменяемости оболочковых изделий, изготавливаемых намоткой ленточного полуфабриката. 4.2. Типы формообразующих оправок, используемых при изготовлении корпусов РДТТ. 4.3. Методы формования корпусов. Параметры технологического режима намотки. 4.4. Кинематические схемы намотки корпусов РДТТ ленточным полуфабрикатом. 4.5. Режимы отверждения намотанной заготовки корпуса. 4.6. Методы механической обработки и резки композиционных материалов.	39	19	10	9	20	15
5	9	<b>Раздел 5. Конструктивно-технологические решения сопловых блоков двигательных установок МБР из КМ.</b> 5.1. Технология изготовления моноблочных горловин сопловых блоков. 5.2. Технология изготовления растробов и многослойных сферических шарниров.	6	2	2	0	4	15
5	9	<b>Раздел 6. Конструктивно-технологические решения корпусов головных частей межконтинентальных баллистических ракет.</b> 6.1. Технология изготовления корпусов головных частей межконтинентальных баллистических ракет. 6.2. Технология изготовления наконечников головных частей МБР.	6	2	2	0	4	15
5	9	<b>Раздел 7. Конструктивно-технологические решения крыльев и плоскостей стабилизации крылатых ракет из композиционных материалов.</b> 7.1. Технология изготовления крыльев и плоскостей стабилизации крылатых ракет из композиционных материалов.	6	2	2	0	4	10
5	9	<b>Раздел 8. Технологии нанесения защитных покрытий и технологии «Стелс».</b> 8.1. Технологии нанесения защитных покрытий и технологии «Стелс». 8.2. Неразрушающие методы контроля качества готовых объектов производства. 8.3. Контрольно – технологические испытания. 8.4. Контрольно – выборочные испытания.	12	7	3	4	5	10
Всего за 9 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Технологические методы производства конструкционных и теплозащитных изделий из композиционных материалов.	Составление технологических растворов связующих композиций, герметиков и клеев.	2
2		Пропитка стекловолокнистых материалов. Технология производства препрегов и премиксов.	2
3	Раздел 4. Конструктивно-технологические решения и технология производства современных корпусов ракетных	Технология формования изделий и образцов из КМ	5

	двигателей твердого топлива межконтинентальных баллистических ракет из композиционных материалов.	методом намотки.	
4		Технология контактного формования изделий и образцов и	4
5	Раздел 8. Технологии нанесения защитных покрытий и технологии «Стелс».	Технология отверждения изделий из КМ.	2
6		Технология напыления композиционных материалов.	2
Всего за 9 семестр			17

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Перспективы развития и конструктивно-технологического совершенствования ракетной техники.	Оценить роль постиндустриальных конструкционных материалов и технологий в современном производстве летательных аппаратов. Сравнить особенности строения и преимущества композиционных материалов с традиционными конструкционными материалами в ракетостроении. Просчитать экономическую эффективность применения композиционных материалов в объектах ЛА. Подготовка к лабораторному практикуму «Пропитка стекловолоконных материалов. Технология производства препрегов и премиксов.» Подготовка к лабораторному практикуму «Технология формования изделий и образцов из КМ методом намотки.» Подготовка к лабораторному практикуму «Технология контактного формования изделий и образцов из КМ.» Подготовка к лабораторному практикуму «Технология отверждения изделий из КМ.» Подготовка к лабораторному практикуму «Технология напыления композиционных материалов.» Подготовка к лабораторному практикуму «Ультразвуковая дефектоскопия изделий из КМ.»	8
2	Раздел 2. Конструкционные и функциональные материалы с проектируемыми свойствами.	Подготовка к лекционному материалу « Конструкционные и функциональные материалы с проектируемыми свойствами.»	6
3	Раздел 3. Технологические методы производства конструкционных и теплозащитных изделий из композиционных материалов.	Подготовка к лабораторному практикуму «Технология формования изделий и образцов из КМ методом намотки.»	3
4		Подготовка к лабораторному практикуму «Технология контактного формования изделий и образцов из КМ.»	3
5	Раздел 4. Конструктивно-технологические решения и технология производства современных корпусов ракетных двигателей твердого топлива межконтинентальных баллистических ракет из	Подготовка к лабораторному практикуму «Технология формования изделий и образцов из КМ методом намотки.»	6
6		Подготовка к лабораторному практикуму «Технология контактного формования изделий и образцов из КМ.»	6
7		Подготовка к лабораторному практикуму «Технология отверждения изделий из КМ.»	8

	композиционных материалов.		
8	Раздел 5. Конструктивно-технологические решения сопловых блоков двигательных установок МБР из КМ.	Подготовка к лекционному материалу «Технологический процесс изготовления корпусов и наконечников головных частей.»	4
9	Раздел 6. Конструктивно-технологические решения корпусов головных частей межконтинентальных баллистических ракет.	Подготовка к лекционному материалу «Технологический процесс изготовления корпусов и наконечников головных частей.»	4
10	Раздел 7. Конструктивно-технологические решения крыльев и плоскостей стабилизации крылатых ракет из композиционных материалов.	Подготовка к лекционному материалу «Конструктивно-технологические решения крыльев и плоскостей стабилизации крылатых ракет из композиционных материалов.»	4
11	Раздел 8. Технологии нанесения защитных покрытий и технологии «Стелс».	Подготовка к лекционному материалу «Технологический процесс нанесения защитных покрытий и технологии «Стелс».	5
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>57</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9	КПос	КПос	КПос	КПос	КПос	ДР	КПос	КПос	КПос, ТекК	ДР	КПос, Отч. по ЛР	КПос	КПос	КПос	КПос, Отч. по ЛР, Вопр.Диф.Зач	ДР	КПос, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Нилов, О. О. Галинская, В. И. Краснов. . Механическая обработка неметаллических конструкционных материалов. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 28 экз.
2. А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. . Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
3. А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 77 экз.
4. А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, В. И. Краснов. . Композиты: матрицы и связующие. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 26 экз.
5. О. О. Галинская. . Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 25 экз.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС "Лань"..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Microsoft Office;
2. КОМПАС-3D V17.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Лабораторные занятия:**

1. Интерактивная доска;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
3. Микро-твердомер ПМТ-3;
4. Твердомеры Роквелла;
5. Microsoft Office;
6. КОМПАС-3D V17.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А2 ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПРОИЗВОДСТВА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-14 способность разрабатывать технологические процессы изготовления и сборки отсеков конструкции корпуса ракет с применением новых материалов и средств автоматизации технологических процессов в соответствии с единой системой конструкторской документации на базе современных программных комплексов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с решением задач современного ракетостроения на этапах конструкторской и технологической подготовки производства, его организацией и управлением.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Перспективы развития и конструктивно-технологического совершенствования ракетной техники.</b>		
Оценить роль постиндустриальных конструкционных материалов и технологий в современном производстве летательных аппаратов. Сравнить особенности строения и преимущества композиционных материалов с традиционными конструкционными материалами в ракетостроении. Просчитать экономическую эффективность применения композиционных материалов в объектах ЛА. Подготовка к лабораторному практикуму «Пропитка стекловолокнистых материалов. Технология производства препрегов и премиксов.» Подготовка к лабораторному практикуму «Технология формования изделий и образцов из КМ методом намотки.» Подготовка к лабораторному практикуму «Технология контактного формования изделий и образцов из КМ.» Подготовка к лабораторному практикуму «Технология отверждения изделий из КМ.» Подготовка к лабораторному практикуму «Технология напыления композиционных материалов.» Подготовка к лабораторному практикуму «Ультразвуковая дефектоскопия изделий из КМ.»	А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. . Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-2)	8
Итого по разделу 1		8
<b>Раздел 2. Конструкционные и функциональные материалы с проектируемыми свойствами.</b>		
Подготовка к лекционному материалу « Конструкционные и функциональные материалы с проектируемыми свойствами.»	О. О. Галинская. . Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1)	6
Итого по разделу 2		6
<b>Раздел 3. Технологические методы производства конструкционных и теплозащитных изделий из композиционных материалов.</b>		
Подготовка к лабораторному практикуму «Технология формования изделий и образцов из КМ методом намотки.»	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, В. И. Краснов. . Композиты: матрицы и	3
Подготовка к лабораторному практикуму «Технология контактного формования изделий и образцов из КМ.»		3

	связующие: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1-2) А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2-3)	
Итого по разделу 3		6
<b>Раздел 4. Конструктивно-технологические решения и технология производства современных корпусов ракетных двигателей твердого топлива межконтинентальных баллистических ракет из композиционных материалов.</b>		
Подготовка к лабораторному практикуму «Технология формования изделий и образцов из КМ методом намотки.»	А. С. Нилов, О. О. Галинская, В. И. Краснов. . Механическая обработка неметаллических конструкционных материалов: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1-4)	6
Подготовка к лабораторному практикуму «Технология контактного формования изделий и образцов из КМ.»	О. О. Галинская. . Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (3-4)	6
Подготовка к лабораторному практикуму «Технология отверждения изделий из КМ.»		8
Итого по разделу 4		20
<b>Раздел 5. Конструктивно-технологические решения сопловых блоков двигательных установок МБР из КМ.</b>		
Подготовка к лекционному материалу «Технологический процесс изготовления корпусов и наконечников головных частей.»	О. О. Галинская. . Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4)	4
Итого по разделу 5		4

<b>Раздел 6. Конструктивно-технологические решения корпусов головных частей межконтинентальных баллистических ракет.</b>		
Подготовка к лекционному материалу «Технологический процесс изготовления корпусов и наконечников головных частей.»	О. О. Галинская. . Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4)	4
Итого по разделу 6		4
<b>Раздел 7. Конструктивно-технологические решения крыльев и плоскостей стабилизации крылатых ракет из композиционных материалов.</b>		
Подготовка к лекционному материалу «Конструктивно-технологические решения крыльев и плоскостей стабилизации крылатых ракет из композиционных материалов.»	О. О. Галинская. . Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (4)	4
Итого по разделу 7		4
<b>Раздел 8. Технологии нанесения защитных покрытий и технологии «Стелс».</b>		
Подготовка к лекционному материалу «Технологический процесс нанесения защитных покрытий и технологии «Стелс».	О. О. Галинская. . Проектирование элементов конструкций ракетных комплексов из композиционных материалов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (5)	5
Итого по разделу 8		5

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- контроль посещаемости;
- отчет по ЛР;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Контроль посещаемости

Итоговая оценка по курсу снижается на 1 балл при отсутствии студента без уважительной причины более чем на 50% лекционных и практических занятиях. При пропуске лабораторных занятий студент должен их выполнить в течение семестра в часы консультаций преподавателя

#### Отчет по ЛР

Защита лабораторных работ, производится в виде ответа на вопросы преподавателя по представленному отчету.

Шаблоны отчетов по лабораторным работам входят в состав УМК по дисциплине и выдаются преподавателем.

Оформление отчета должно соответствовать требованиям к оформлению текстовых документов. В случае если оформление отчета соответствует указанным требованиям и при защите студент проявляет понимание теоретического материала и практически полученных результатов, лабораторная работа принята.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- некорректной обработки результатов измерений;
- если при ответе на вопросы преподавателя студент не проявил понимания сути работы, не смог проанализировать полученные результаты.

#### Вопросы для текущего контроля

1. Определение КМ.
2. Основные преимущества КМ перед традиционными конструкционными материалами.
3. Рецептный состав высокопрочного КМ.
4. Принципы структурной организации КВС для плосконапряжённых конструкций (только окончательные уравнения, с рисунком и расшифровкой каждого параметра)
  - 1 вар. - для двумерно-диагональной организации КВС м
  - 2 вар.- для ортогональной организации КВС
5. 1 вар.- Основные принципы структурной организации КВМ в изделии из однонаправленных волокон. (словесное описание принципов, которые мы вывели из уравнения прочности ).
  - 2 вар. – Условия прочности КВС. Написать, при каких условиях прочность максимальна (с описанием каждого параметра).
6. Принцип структурной организации КВС в конструкциях, работающих на изгиб.
  - 1 вар.- Обеспечение прочности конструкции под нагрузкой.
  - 2 вар.- Обеспечение жёсткости конструкции.
1. Методы пропитки ЛПФ:
  - 1 вариант - метод купания в растворе связующего (погружение в жидкую ванну)
  - 2 вариант - метод "купающегося" ролика (ротопринтный способ)Сделать схему и коротко пояснить.
2. Технологические методы формования изделий методом ГАН (гибкой автоматизированной намотки) -

по вариантам расписать:

- 1 вар. - метод "мокрого" формования, клеевого формования
  - 2 вар. - метод "сухого" формования, комбинированной намотки, отдельного формования.
  3. Параметры технологического режима формования (перечислить и более подробно расписать по вариантам):
    - 1 вар. - технологическое натяжение
    - 2 вар. - контактное давление формования
- Пишите, для чего данный параметр необходим в системе СПОЛ, и каким образом заданная его величина создается и поддерживается при намотке
4. Кинематические схемы намотки:
    - 1 вар. - Для чего был создан метод ППН (продольно - поперечной намотки)?
    - 2 вар. - Для каких корпусов применяют спиральную намотку?
  5. 1 вар. - 3 типа ЛПФ (коротко охарактеризовать)
  - 2 вар. - На базе каких методов можно получить клеевой ЛПФ?

### **Вопросы к дифференцированному зачету**

1. Ретроспектива применения КМ и технологий изготовления из них МБР США наземного базирования.
2. Ретроспектива применения КМ и технологий изготовления из них МБР США подлодочного базирования.
3. Особенности строения и преимущества КМ в сравнении с традиционными конструкционными конструкционными материалами ракетостроения.
4. Экономическая эффективность применения КМ в объектах ЛА.
5. Прочность и некоторые принципы проектирования элементов ЛА из КМ.
6. Параметры структуры КМ и уравнения взаимосвязи прочности и структурных параметров материала.
7. Уравнения взаимосвязи упругих свойств КВМ и его структурно – механических параметров.
8. Принципы структурной организации КВС (композиционно – волокнистой системы) материала для плосконапряженных конструкций.
9. Принцип ортогональной организации КВС (композиционно – волокнистой системы) материала в элементах конструкций, работающих при плосконапряженном деформированном состоянии.
10. Принцип диагональной организации КВС (композиционно – волокнистой системы) материала в элементах конструкций, работающих в плосконапряженном деформированном состоянии.
11. Принцип структурной организации КВС (композиционно – волокнистой системы) материала конструкции, работающей на изгиб.
12. Структура технологического процесса (ТП) производства изделий из КВМ. Модель операционной системы ТП.
13. Приготовление типовой связующей композиции (ЭДТ-10).
14. Ленточный полуфабрикат ЛПФ для намотки изделий из КМ и их изготовление.
15. Ротопринтный метод пропитки ЛПФ (пропитка купающимся роликом).
16. Пропитка ЛПФ погружением в ванну жидкого связующего.
17. Принцип обеспечения точности и взаимозаменяемости оболочковых изделий, изготавливаемых намоткой ЛПФ.
18. Типы формообразующих оправок, используемых при изготовлении корпусов РДТТ.
19. Метод «мокрого» формования (метод «мокрой» намотки корпусов). Параметры технологического режима намотки ( $T_0$ ,  $N$ ,  $t$ ).
20. Метод «сухого» формования (метод «сухой» намотки корпусов). Параметры технологического режима намотки ( $T_0$ ,  $N$ ,  $t$ ).
21. Метод комбинированной намотки корпусов. Параметры технологического режима намотки ( $T_0$ ,  $N$ ,  $t$ ).
22. Метод клеевого формования корпусов. Параметры технологического режима намотки ( $T_0$ ,  $N$ ,  $t$ ).
23. Метод отдельного формования корпусов. Параметры технологического режима намотки ( $T_0$ ,  $N$ ,  $t$ ).
24. Метод прямой намотки корпусов РДТТ.
25. Метод продольно – поперечной намотки оболочковых изделий.
26. Метод спиральной намотки корпусов РДТТ.
27. Метод косослойной продольно – поперечной намотки (КППН).
28. Режим холодного отверждения намотанной заготовки корпуса.
29. Режим горячего отверждения намотанной заготовки корпуса.
30. Методы механической обработки и резки КМ.
31. Блок – схема ТП изготовления корпуса РДТТ МБР из КМ.
32. Требования по точности геометрических форм и размеров поверхности и конфигурации ОП. Метод их достижения.
33. Конструктивно – технологическое решение формообразующей оправки корпуса РДТТ.
34. Проектирование форм для производства вымываемых полимерно – песчаных концевых блоков.



35. Проектирование форм для производства вымываемых полимерно – песчаных промежуточных блоков.
36. Конструктивно – технологическая организация корпуса РДТТ.
37. Назначение и конструктивно – технологическое решение заманжетной полости.
38. Защитно – крепящий слой (ЗКС). Его назначение и технология получения.
39. Операции изготовления технологической формообразующей оправки для корпуса РДТТ.
40. Операции формования технологической системы «ГП-ТЗП-ЗКС».
41. Операции формования силовой оболочки корпуса.
42. Операции формования узлов стыковки корпуса.
43. Операции термического отверждения корпуса.
44. Завершающие операции слесарной и механической доработки.
45. Неразрушающие методы контроля качества готовых корпусов.
46. Контрольно – технологические испытания (КТИ).
47. Контрольно – выборочные испытания (КВИ).

#### **Дифференцированный зачет**

Оценка за дифференцированный зачет выставляется по результатам ответов на вопросы к дифференцированному зачету при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины:

«отлично» – владение предметным материалом разной степени сложности, оперирование им в зависимости от ситуации, грамотное и логически правильное изложение ответа, точное использование научной терминологии;

«хорошо» – достаточно полные знания по дисциплине, содержание материала излагается последовательно, осмысленно, с использованием необходимой научной терминологии, недостаточное умение делать обоснованные выводы, несущественные ошибки в ответах на любые заданные вопросы;

«удовлетворительно» – содержание материала излагается поверхностно, неполно, без логической последовательности, с существенными ошибками, в ответах на вопросы присутствуют существенные логические ошибки;

«не зачтено» – обрывочные знания по предмету, пересказ с низкой степенью осмысления, отсутствие ответов на наводящие вопросы преподавателя, некомпетентность в установленной терминологии и обозначениях.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-14	
5	9	Раздел 1. Перспективы развития и конструктивно-технологического совершенствования ракетной техники.	12	4	4	0	8	10	Контроль посещаемости
5	9	Раздел 2. Конструкционные и функциональные материалы с проектируемыми свойствами.	9	3	3	0	6	10	Контроль посещаемости
5	9	Раздел 3. Технологические методы производства конструкционных и теплозащитных изделий из композиционных материалов.	18	12	8	4	6	15	Контроль посещаемости, Отчет по ЛР
5	9	Раздел 4. Конструктивно-технологические решения и технология производства современных корпусов ракетных двигателей твердого топлива межконтинентальных баллистических ракет из композиционных материалов.	39	19	10	9	20	15	Вопросы для текущего контроля, Контроль посещаемости, Отчет по ЛР
5	9	Раздел 5. Конструктивно-технологические решения сопловых блоков двигательных установок МБР из КМ.	6	2	2	0	4	15	Контроль посещаемости
5	9	Раздел 6. Конструктивно-технологические решения корпусов головных частей межконтинентальных баллистических ракет.	6	2	2	0	4	15	Контроль посещаемости

5	9	<b>Раздел 7. Конструктивно-технологические решения крыльев и плоскостей стабилизации крылатых ракет из композиционных материалов.</b>	6	2	2	0	4	10	Контроль посещаемости, Отчет по ЛР
5	9	<b>Раздел 8. Технологии нанесения защитных покрытий и технологии «Стелс».</b>	12	7	3	4	5	10	Вопросы к дифференцированному зачету
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	51	34	17	57	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	34	17	57	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-14

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 В чем заключается самое большое преимущество КМ перед традиционными металлическими материалами?
- № 2 Назовите рецептурный состав высокопрочного композиционного материала КМ
- № 3 Что такое армированный композиционный материал?
- № 4 Напишите принцип структурной организации КВС в плосконапряженных конструкциях для двумерно-диагональной организации КВС
- № 5 Какие связующие обладают хорошей адгезией к большинству типов волокон?
- № 6 Чтобы получить равнопрочную конструкцию сосуда высокого давления (корпуса двигателя типа кокон), необходимо, чтобы коэффициент запаса прочности был одинаковым и в тангенциальном, и в осевом направлении.
- Каким образом для соблюдения этого правила необходимо укладывать волокна в изделия?
- № 7 Какой режим отверждения композиционно-волокнуистой системы целесообразно проводить для крупногабаритных изделий, при ремонтных и восстановительных работах?
- № 8 Какие 3 технологических перехода включает в себя операция отверждения композиционно-волокнуистого материала (КВМ)?
- № 9 Почему после термообработки изделия из КВМ его оставляют на оправке с намотанной технологической рубашкой, т.е. под технологическим натягом ещё на 24-36 часов?
- № 10 Что такое карбонизация?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Требуемую прочность КВМ в микропластике можно определить с учетом заданного в ТЗ коэффициента запаса прочности (коэффициента безопасности), который для ЛА равен
- A.  $n = 1,00 \dots 1,35$
- B.  $n = 1,35 \dots 1,50$
- C.  $n = 1,50 \dots 1,75$
- № 2 При технологически совмещенном производстве ленточного полуфабриката (ЛПФ) с операцией намотки изделия изготавливаемый ЛПФ может быть:
- A. Сухим
- B. Мокрым
- C. Или сухим, или мокрым
- № 3 В операции изготовления ЛПФ подоперация (переход) «пропитка волокнуистой системы связующим составом» в ракетостроении часто применяют пропитку «купающимся» роликом (ротопринтный способ). Какой тип связующего используется в данном методе пропитки:
- A. Жидкие связующие составы (без растворителя)
- B. Раствор твердого связующего
- № 4 Подоперация «пропитка волокнуистой системы связующим составом» включает в себя технологический переход для снижения содержания воздуха в волокнуистой системе ЛПФ, называемый...
- A. десорбцией
- B. абсорбцией
- C. адгезией
- № 5 Клеевой ЛПФ можно получить:

- А. На базе «сухого» метода получения ЛПФ
- В. На базе «мокрого» метода получения ЛПФ
- С. На базе этих двух методов
- № 6 Для формования изделий методом гибкой автоматизированной намотки существует несколько технологических методов формования. В каком из перечисленных методов технологическое натяжение ЛПФ может быть снижено при намотке на оправку по сравнению с другими методами?
- А. «мокрый»
- В. «сухой»
- С. раздельный
- Д. клеевой
- Е. комбинированный
- № 7 Какой технологический метод формования позволяет при прочих равных условиях существенно уменьшить содержание связующего в КВС корпуса СВД, повысить степень реализации прочности армирующих волокон?
- А. «мокрый»
- В. «сухой»
- С. раздельный
- Д. клеевой
- Е. комбинированный
- № 8 Какой из параметров технологического режима формования обеспечивает уплотнение КВС, ее заданную плотность, отжим избытка связующего, вымывание воздушных включений (в «мокром» методе формования) и адгезию связующего (при «сухом» и клеевом методах формования)?
- А. Технологическое натяжение ЛПФ
- В. Контактное давление формования
- С. Температура формования
- Д. Скорость намотки ЛПФ
- № 9 Намотанная заготовка объекта производства (ОП) отверждается при температуре 60...100 градусов Цельсия. Какой технологический режим отверждения КВС (композиционно-волоконистой системы) применяется?
- А. Режим «холодного» отверждения
- В. Режим «горячего» отверждения
- № 10 Какие из методов намотки предназначены для формирования корпусов типа "кокон"?
- А. Прямая намотка
- В. Спиральная намотка
- С. Продольно-поперечная
- Д. Геликоидная намотка