

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУКЦИИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Направление/специальность подготовки	24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование и конструкция космических аппаратов
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

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	
6	11	4	144	34	0	0	34	110	0	0	110	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ  
Евстафьев Виктор Александрович, к.т.н., доцент, доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУКЦИИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

## **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-4/23-1 — способность координировать разработку космических аппаратов и систем, проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-4/23-1**

*знания:*

1. Свойств, достоинств и недостатков композиционных материалов (КМ), используемых в несущих конструкциях ракетно-космической техники.
2. Технологий производства композиционных материалов.
3. Особенности работы конструкций из КМ при растяжении и сжатии.;

*умения:*

Анализировать достоинства и недостатки композиционных материалов (КМ), используемых в несущих конструкциях ракетно-космической техники.;

*навыки:*

*навыки:*

Работы в среде ANSYS..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **КОНСТРУКЦИИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших
- ПСК-4/23-4 — Способен координировать и проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в области создания новых образцов космической техники

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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	Практические занятия		ПСК-4/23-1
6	11	Раздел 1. Классификация, достоинства и недостатки, состав и технологии производства композиционных материалов. Историческая справка, классификация композиционных материалов, достоинства и недостатки КМ. Волокна и их свойства. Формы волокон. Матрицы и их свойства. Технологии производства композиционных материалов.	37	10	10	27	25
6	11	Раздел 2. Структурная механика и прочность композиционных материалов. Несущие конструкции из КМ. Элементы структурной механики волокнистых композитов. Прочность композиционных материалов. Особенности волокнистых композитов, используемых в несущих конструкциях ракетно-космической техники. Несущие конструкции ракетно-космической техники из композиционных материалов.	35	8	8	27	25
6	11	Раздел 3. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных конструкций ракетно-космической техники. Определение механических свойств композиционного материала по свойствам волокон и матрицы. Исследование напряженно-деформированного состояния композитной сетчатой оболочки. Исследование напряженно-деформированного состояния трехслойной композитной панели. Исследование напряженно-деформированного состояния баллона высокого давления из композиционного материала.	72	16	16	56	50
Всего за 11 семестр			144	34	34	110	100
Всего по дисциплине			144	34	34	110	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Классификация, достоинства и недостатки, состав и технологии производства композиционных материалов.	Изучение классификации композиционных материалов, достоинств и недостатков КМ. Изучение волокон, их свойств и форм. Изучение матриц и их свойств. Изучение технологии производства композиционных материалов.	10
2	Раздел 2. Структурная механика и прочность композиционных материалов. Несущие конструкции из КМ.	Изучение элементов структурной механики волокнистых композитов. Изучение вопросов прочности композиционных материалов. Изучение особенностей волокнистых композитов, используемых в несущих конструкциях ракетно-космической техники. Изучение несущих конструкций ракетно-космической техники из композиционных материалов.	8
3	Раздел 3. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных конструкций ракетно-космической техники.	Определение механических свойств композиционного материала по свойствам волокон и матрицы.	4
4		Исследование напряженно-деформированного состояния композитной сетчатой оболочки.	6
5		Исследование напряженно-деформированного состояния баллона высокого давления из композиционного материала.	6
Всего за 11 семестр			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Классификация,	Изучение классификации композиционных материалов, достоинств и недостатков КМ. Изучение волокон, их свойств и	27

	достоинства и недостатки, состав и технологии производства композиционных материалов.	форм. Изучение матриц и их свойств. Изучение технологии производства композиционных материалов.	
2	Раздел 2. Структурная механика и прочность композиционных материалов. Несущие конструкции из КМ.	Изучение элементов структурной механики волокнистых композитов. Изучение вопросов прочности композиционных материалов. Изучение особенностей волокнистых композитов, используемых в несущих конструкциях ракетно-космической техники. Изучение несущих конструкций ракетно-космической техники из композиционных материалов.	27
3	Раздел 3. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных конструкций ракетно-космической техники.	Исследование напряженно-деформированного состояния композитной сетчатой оболочки.	15
4		Исследование напряженно-деформированного состояния трехслойной композитной панели.	15
5		Исследование напряженно-деформированного состояния баллона высокого давления из композиционного материала.	15
6		Определение механических свойств композиционного материала по свойствам волокон и матрицы.	11
Всего за 11 семестр			110

#### 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
11					Отч. по ПЗ	ДР			Отч. по ПЗ	ДР						ДР	ОС, Отч. по ПЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ОС – устный опрос студентов;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров. М.: Машиностроение-1, 2004, эл. рес.
2. А. Ю. Андриюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 77 экз.
3. В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, эл. рес.
4. В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин. . Композиционные материалы. М.: Машиностроение, 1990, 11 экз.
5. Ю. В. Баданина. . Композиционные материалы в ракетно-космической технике. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. С. Л. Баженов. . Механика и технология композиционных материалов. Долгопрудный: Интеллект, 2014, 1 экз.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <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. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

### 5.6. Информационные технологии:

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



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

### **6.1. Практические занятия:**

1. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
2. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced.

### **6.2. 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 **КОНСТРУКЦИИ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ПСК-4/23-1 способность координировать разработку космических аппаратов и систем, проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с составом, особенностями, достоинствами и недостатками композиционных материалов (КМ), технологиями производства и прочностью конструкций ракетно-космической техники из КМ.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- устный опрос студентов.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**110 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 110 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. Классификация, достоинства и недостатки, состав и технологии производства композиционных материалов.</b>		
Изучение классификации композиционных материалов, достоинств и недостатков КМ. Изучение волокон, их свойств и форм. Изучение матриц и их свойств. Изучение технологии производства композиционных материалов.	С. Л. Баженов. . Механика и технология композиционных материалов: Долгопрудный: Интеллект, 2014 (2 - 4) В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (4) А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (2 - 8)	27
Итого по разделу 1		27
<b>Раздел 2. Структурная механика и прочность композиционных материалов. Несущие конструкции из КМ.</b>		
Изучение элементов структурной механики волокнистых композитов. Изучение вопросов прочности композиционных материалов. Изучение особенностей волокнистых композитов, используемых в несущих конструкциях ракетно-космической техники. Изучение несущих конструкций ракетно-космической техники из композиционных материалов.	Ю. В. Баданина. . Композиционные материалы в ракетно-космической технике: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 (2) А. Ю. Андрюшкин, В. К. Иванов. Композиционные материалы в производстве летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1) В. А. Евстафьев. . Конструирование космических аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (3, 4) С. Л. Баженов. . Механика и технология композиционных материалов: Долгопрудный: Интеллект, 2014 (6, 7)	27
Итого по разделу 2		27

Раздел 3. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных конструкций ракетно-космической техники.		
Исследование напряженно-деформированного состояния композитной сетчатой оболочки.	В. В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин. . Композиционные материалы: М.: Машиностроение, 1990 (5) А. В. Чигарев, А. С. Кравчук, А. Ф. Смалюк. . ANSYS для инженеров: М.: Машиностроение-1, 2004 (1 - 7)	15
Исследование напряженно-деформированного состояния трехслойной композитной панели.		15
Исследование напряженно-деформированного состояния баллона высокого давления из композиционного материала.		15
Определение механических свойств композиционного материала по свойствам волокон и матрицы.		11
Итого по разделу 3		56

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- отчет по практическому заданию;
- 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.

#### Устный опрос студентов

Каждому студенту устно задаются два вопроса по разделам. Ответы зачитываются при отсутствии в них грубых ошибок.

Перечень контрольных вопросов входит в состав УМК дисциплины.

#### Отчет по практическому заданию

Отчеты по практическому заданию представляются на листах формата А4. Студент допускается к защите задания, если в решении отсутствуют ошибки. Защита проходит в форме ответов студента на три вопроса преподавателя. Максимальное количество баллов за одно практическое задание – 100.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- погрешности в оформлении отчета – 5-10 баллов;
- небольшие погрешности в ответе на один из трех вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из трех вопросов – 10-20 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из трех вопросов – 20-40 баллов.

Практическое задание зачитывается при наборе студентом не менее 60 баллов.

Комплект практических заданий входит в состав УМК дисциплины.

#### Дифференцированный зачет

К дифференцированному зачету допускаются студенты при выполнении всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой УМК дисциплины. Зачет проходит в форме письменных ответов студентов на два вопроса. Максимальное количество баллов 100. Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небольшие погрешности в ответе на один из двух вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из двух вопросов – 15-30 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из двух вопросов – 41 балл.

Оценки:

- «зачтено-отлично» – 86-100 баллов;
- «зачтено-хорошо» – 71-85 баллов;
- «зачтено-удовлетворительно» – 60-70 баллов;
- "не зачтено" - менее 60 баллов.

Вопросы к дифференцированному зачету размещены в УМК дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		ПСК-4/23-1		
6	11	Раздел 1. Классификация, достоинства и недостатки, состав и технологии производства композиционных материалов.	37	10	10	27	25		Устный опрос студентов
6	11	Раздел 2. Структурная механика и прочность композиционных материалов. Несущие конструкции из КМ.	35	8	8	27	25		Устный опрос студентов
6	11	Раздел 3. Исследование напряженно-деформированного состояния композитных конструкций ракетно-космической техники.	72	16	16	56	50		Отчет по практическому заданию
Всего за 11 семестр			144	34	34	110	100		
Всего по дисциплине			144	34	34	110	100		

## Критерии оценивания

### ПСК-4/23-1

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Чем заполнена сердцевина борных волокон, если при их производстве используется вольфрамовая нить?
- № 2 Почему объемное содержание волокон в КМ обычно не превышает 70%?
- № 3 Какими волокнами армируются композиционные материалы с углеродной матрицей?
- № 4 На сколько групп делятся КМ по материалу матрицы?
- № 5 Какой диаметр характерен для борных волокон? Размерность - мкм.
- № 6 Формование изделий из полимерных КМ: укажите разновидности инъекции термореактивной смолы.
- № 7 Укажите способы уменьшения пористости композитного изделия при намотке.
- № 8 Что зависит от открытости ткани?
- № 9 Что такое драпирующая способность ткани?
- № 10 Что такое препрег?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Каково назначение армирующих элементов в композиционном материале?
- a. Защита матрицы от механических повреждений
  - b. Обеспечение высоких механических свойств материала
  - c. Обеспечение монолитности материала
  - d. Повышение влагостойкости материала
- № 2 Какова роль дисперсных частиц в дисперсно-наполненных композитах?
- a. Сопротивление пластической деформации матрицы, связанной с наличием дислокаций
  - b. Повышение трещиностойкости материала
  - c. Повышение пластичности материала
  - d. Повышение влагостойкости матрицы
- № 3 К какой классификации композиционных материалов относятся волокнистые КМ?
- a. По материалу матрицы
  - b. По форме (геометрии) наполнителя
  - c. По происхождению
  - d. По назначению
- № 4 Какие из перечисленных достоинств относятся к стеклянным волокнам?
- Низкие значения температурных коэффициентов линейного расширения
- Высокий модуль упругости
- Низкая стоимость
- Относительная прозрачность
- № 5 Какие недостатки относятся к борным волокнам?
- a. Низкий модуль упругости
  - b. Плохая складываемость
  - c. Низкая прочность при сжатии вдоль волокон

- № 6 d. Высокая стоимость  
Для чего используется аппрет?
- a. Для повышения прочности волокон
- b. Для повышения влагостойкости стеклянных волокон
- c. Для защиты волокон от солнечного излучения
- № 7 d. Для обеспечения хорошей адгезии волокна с матрицей  
Укажите недостатки арамидных волокон
- a. Плохо демпфируют удар
- b. Очень низкая прочность при сжатии вдоль волокон
- c. Уменьшение прочности при длительном воздействии солнечного излучения
- № 8 d. Плохая складываемость  
Нити из каких волокон обладают хорошей способностью к текстильной переработке?
- a. Борных
- b. Стеклянных
- c. Угольных
- № 9 d. Арамидных  
Укажите два вида тканей с наибольшей драпирующей способностью.
- a. Атлас
- b. Рогожка
- c. Полотно
- № 10 d. Сатин  
Какие утверждения относятся к термопластичным полимерным матрицам?
- a. При нагревании происходит плавление смолы
- b. При отверждении смолы происходит химическая реакция
- c. Смола способна к многократному плавлению и затвердеванию
- d. При отверждении смолы образуется нерастворимый, неплавкий продукт