

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор по  
УР

А.Е. Рудин

« 29 » июня 2021 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.25**

Механика полимерных и композиционных материалов

Учебный план: ФГОС3+\_2021-2022\_29.03.02\_ИТМ\_ОО\_Проектир, техн и худ оформ текстил изделий  
№1-1-5.plx

Кафедра: **41** Инженерного материаловедения и метрологии

Направление подготовки:  
(специальность) 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий

Профиль подготовки: Проектирование, технологии и художественное оформление текстильных  
(специализация) изделий

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
4	УП	17	34	22,75	34,25	Зачет
	РПД	17	34	22,75	34,25	
Итого	УП	17	34	22,75	34,25	
	РПД	17	34	22,75	34,25	

Санкт-Петербург  
2021

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.09.2017 г. № 963

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

\_\_\_\_\_

Цобкалло Екатерина  
Сергеевна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерного материаловедения  
и метрологии

\_\_\_\_\_

Цобкалло Екатерина  
Сергеевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Иванов Олег Михайлович

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области структуры, свойств, современных текстильных полимерных и композиционных материалов, их практического использования в текстильной отрасли.

### 1.2 Задачи дисциплины:

- Дать представление о терминах и понятиях, относящихся к полимерным и композиционным материалам (КМ);
- Показать основные стандартные технологические процедуры создания КМ, позволяющие создавать материалы, включающие текстильные армирующие элементы.
- Раскрыть методы решения задач, связанных с созданием текстильных полимерных и композиционных материалов с требуемыми механическими свойствами.
- Сформировать у обучающихся умения и навыки интерпретации механических свойств полимерных и композиционных материалов различной структуры, дать опыт работы с приборами, позволяющими изучать механические свойства полимеров, композиционных материалов и их компонентов.
- Ознакомить с современными стандартными и сертификационными методами исследования механических свойств и структуры полимерных и композиционных материалов (КМ).
- Научить применять современные методы исследования структуры и механических свойств полимерных и композиционных материалов; решать задачи, связанные с созданием текстильных материалов с требуемыми механическими свойствами.
- Сформировать навыки получения экспериментальных данных при проектировании и оценки области применения полимерных и КМ, армированных текстильными волокнами, нитями, полотнами для решения профессиональных задач, связанных с созданием текстильных КМ с требуемыми механическими свойствами.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

- Физика
- Прикладная математика
- Математика
- Сопротивление материалов
- Текстильное материаловедение
- Химия

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ОПК-3: Способен проводить измерения параметров структуры, свойств текстильных материалов, изделий и технологических процессов их изготовления</b>
<b>Знать:</b> -современные стандартные и сертификационные методы исследования механических свойств и структуры композиционных материалов
<b>Уметь:</b> -применять современные методы исследования структуры и механических свойств композиционных материалов; - решать задачи, связанные с созданием текстильных композиционных материалов с требуемыми механическими свойствами.
<b>Владеть:</b> – навыками получения экспериментальных данных при проектировании и оценки области применения КМ, армированных текстильными волокнами, нитями, полотнами для решения профессиональных задач, связанных с созданием текстильных КМ с требуемыми механическими свойствами. - опытом работы с приборами для определения механических свойств композиционных материалов и их компонентов

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Строение и свойства полимерных и полимерных композиционных материалов	4					
Тема 1. Особенности механических свойств полимерных материалов. Методы определения механических свойств полимерных материалов. Практическое занятие 1. Методы определения механических свойств полимерных волокнистых материалов.		1	2	4	ИЛ	О

Тема 2. Определение термина композиционные материалы. Понятия матрицы и наполнителя. Классификация композиционных материалов. Виды структур композиционных материалов. Практическое занятие 2. Различные виды структур и компонентов композиционных материалов.	2	4	2,75	ИЛ	
Тема 3. Адгезия наполнителей к матрицам. Пути улучшения адгезионного взаимодействия. Методы определения адгезионного взаимодействия в композиционных материалах. Практическое занятие 3. Методы определения механических свойств полимерных волокнистых материалов. Решение задач на определение адгезионной прочности в композиционных материалах.	1	2	4	ИЛ	
Раздел 2. Наполнители и матрицы для полимерных композиционных материалов. Механические свойства полимерных композиционных материалов					
Тема 4. Дисперсные и волокнистые наполнители. Листовые, слоистые наполнители. Волокнистые элементы объемного плетения. Расположение армирующих волокон и волокнистых наполнителей в полимерных композитах. Трикотажные (вязаные) и тканые полотна. Практические занятия 4,5 Расположение армирующих волокон и волокнистых наполнителей в полимерных композитах. Трикотажные	3	4	4	ИЛ	О,К,З
Тема 5. Связующие (матрицы) для полимерных композиционных материалов. Взаимосвязь структуры и свойств различных связующих полимерных композиционных материалов. Семинарское занятие 6. Взаимосвязь структуры и свойств различных связующих полимерных композиционных материалов.	4	8	4	ИЛ	

Тема 6. Механические свойства волокнистых композиционных материалов. Экспериментальное определение и теоретический расчёт прочностных и деформационных свойств композиционных материалов. Практические занятия 7,8 Теоретический расчёт прочностных и деформационных свойств композиционных материалов на основе экспериментальных исследований.	6	14	4	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	22,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	34,25				
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	85,25		22,75		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

#### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-3	<p>Характеризует строение и свойства полимерных и полимерных композиционных материалов. ориентируется в современных стандартах.</p> <p>Применяет современные стандартные и сертификационные методы исследования механических свойств и структуры полимерных и полимерных композиционных материалов.</p> <p>Решает задачи, связанные с созданием текстильных полимерных и полимерных композиционных материалов с требуемыми механическими свойствами.</p>	Тестирование. Типовые задачи. Вопросы для устного собеседования.

#### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Даёт полный ответ, демонстрирующий понимание предмета в оцениваемой области. Ответ основан на проработке всех обязательных источников информации.	
Не зачтено	Ответ не верный. Слабое понимание материала. Наличие существенных ошибок в большом количестве	

### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

#### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 4	
1	Механические свойства основных видов наполненных волокнистыми наполнителями термопластов
2	Сравнить механические свойства основных видов наполненных волокнистыми наполнителями реактопластов
3	Механические свойства углепластиков, наполненных дискретными волокнами
4	Механические свойства углепластиков, наполненных непрерывными волокнами
5	Механические свойства стеклопластиков
6	Метод определения адгезионного взаимодействия для испытаний слоистых гибких композиционных материалов
7	Основные механические методы определения адгезионной прочности между компонентами композиционного материала
8	Основные методы определения механических свойства волокнистых композиционных материалов
9	Влияние отвердителя на механические свойства эпоксидных матриц
10	Механические свойства композиционных материалов, армированных тканями полотнами
11	Механические, тепловые свойства и применение кремнийорганических связующих
12	Механические свойства композиционных материалов, армированных неткаными материалами
13	Взаимосвязь механических свойств термопластичных и терморезистивных матриц с их структурой. Примеры
14	Типы связующих, применяемых для производства полимерных композиционных материалов, их преимущества и недостатки. Примеры
15	Матриц для создания термостойких КМ
16	Типы связующих (матриц) для полимерных композиционных материалов
17	Трикотажные (вязаные) и тканые полотна при создании КМ
18	Волкнистые наполнители объемного плетения
19	Основные виды волкнистых наполнителей для КМ
20	Основные дисперсные и волокнистые наполнители в современных КМ. Отличие армированных полимерных композиционных материалов от дисперсно-наполненных и особенности их свойств
21	Схемы различных методов определения адгезионного взаимодействия в КМ

22	Способы определения адгезионной прочности при исследовании КМ различных структур. Пути улучшения адгезионного взаимодействия в КМ
23	Методы исследования механических свойств полимерных материалов
24	Релаксационные свойства полимерных материалов
25	Типы армирования при создании композиционных материалов
26	Классификация КМ по типу матрицы и типу наполнителя. Особенности полимерных КМ
27	Определение понятия композиционных материалов (КМ). Основные структуры КМ

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Типовые тестовые задания находятся в Приложении 1 к данной РПД

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы) находятся в Приложении 2 к данной РПД

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Тестирование проходит на бумажном носителе перед основным экзаменом.
- Студент на зачёте может пользоваться справочной литературой.
- Время подготовки к ответу на зачёте составляет 30 минут, из которого
  - 15 минут подготовка к ответу на теоретический вопрос,
  - 15 минут решение задачи.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Цобкалло Е. С., Москалюк О. А., Юдин В. Е.	Механика полимерных композиционных материалов Ч.2. Матрицы и композиционные материалы на их основе	СПб.: СПбГУПТД	2016	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3176">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3176</a>
Цобкалло Е. С., Москалюк О. А.	Механика полимерных композиционных материалов. Ч.1. Типы и свойства наполнителей	СПб.: СПбГУПТД	2015	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2662">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2662</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Белкин, П. Н.	Механические свойства, прочность и разрушение твёрдых тел	Саратов: Вузовское образование	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/79772.html">http://www.iprbookshop.ru/79772.html</a>
Цобкалло Е. С.	Механика полимерных композиционных материалов	СПб.: СПбГУПТД	2013	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1463">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1463</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД (<http://publish.sutd.ru>)
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows

Microsoft Office Standart Russian Open No Level Academic

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

Научно-исследовательская лаборатория Механики ориентированных полимеров кафедры ИМиМ.

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска

Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду

## Приложение 1

рабочей программы дисциплины Механика полимерных и композиционных материалов  
наименование дисциплины

по направлению подготовки 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий наименование ОП (профиля): Проектирование, технологии и художественное оформление текстильных изделий

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

№ п/п	Формулировки тестовых заданий
1	<p><b>Тема 1. Определение термина композиционные материалы. Понятия матрицы и наполнителя. Классификация композиционных материалов. Виды структур композиционных материалов.</b></p> <p>При классификации композиционных материалов отсутствует следующий подход:</p> <p>а) по типу матрицы; б) по форме матрицы; в) по природе наполнителя; г) по форме наполнителя.</p>
2	<p><b>Тема 1.</b></p> <p><b>Сформулируйте и обоснуйте пути решения технологической задачи, стоящей перед работниками предприятия по изготовлению спортивного снаряжение (лыж, сноубордов) на основе композиционных материалов. Материалы должны обладать высокими механическими свойствами.</b></p> <p>Укажите неподходящие виды структур композиционных материалов для этих целей.</p> <p>а) Структуры одноосного (линейного) армирования с одномерными наполнителями;</p> <p>б) Структуры с дисперсно-наполненными частицами.</p> <p>в) Структуры двухосного (плоскостного) армирования с одно- и двумерными наполнителями.</p>
3	<p><b>Тема 2. Особенности механических свойств полимерных материалов. Методы определения механических свойств полимерных материалов.</b></p> <p>Полимерные материалы не обладают следующими механическими свойствами:</p> <p>а) ползучестью;</p> <p>б) ударной вязкостью;</p> <p>в) релаксацией напряжений;</p> <p>г) совершенной упругостью.</p>
4	<p><b>Тема 2. В конструкторском бюро проектируют изделия технического текстиля. Изделие представляет собой ленту, плетёную из синтетических (лавсановых) волокон. При эксплуатации лента будет нагружена длительно действующей растягивающей нагрузкой. Опишите возможные методы и подходы исследования механических свойств данного изделия.</b></p> <p>Какой из методов определения механических свойств текстильных полимерных материалов не целесообразно использовать сотрудниками бюро?</p> <p>а) Исследование в режиме ползучести.</p> <p>б) Исследование в режиме активного растяжения.</p> <p>в) Ударные испытания на копре.</p>
5	<p><b>Тема 3. Адгезия наполнителей к матрицам. Пути улучшения адгезионного взаимодействия. Методы определения адгезионного взаимодействия в композиционных материалах.</b></p> <p>К каким методам улучшения адгезионного взаимодействия относится аппретирование?</p> <p>а) к термодинамическим; б) к физическим; в) к химическим; г) к механическим.</p>



6	<p><b>Тема 3.</b></p> <p>Подберите подходящий метод измерения адгезии, который могут использовать сотрудники испытательной лаборатории, если в лаборатории имеется разрывная машина. Требуется изучить адгезионную прочность слоистого композиционного материала представляющего собой слоистую структуру, состоящую из стеклоткани, пропитанной связующим и полимерной плёнки.</p> <p>а) Измерение твёрдости материала;</p> <p>б) Испытание адгезионной прочности между слоями на раздир и на сдвиг;</p> <p>в) Испытание ударной вязкости материала.</p>
7	<p><b>Тема 4. Дисперсные и волокнистые наполнители. Листовые, слоистые наполнители. Волокнистые элементы объемного плетения. Расположение армирующих волокон и волокнистых наполнителей в полимерных композитах. Трикотажные (вязаные) и тканые.</b></p> <p>В каких случаях целесообразно использовать в качестве армирующего компонента трикотажные полотна?</p> <p>а) для изготовления конструкций сложной формы;</p> <p>б) для изготовления прочных конструкций;</p> <p>в) для изготовления теплостойких конструкций;</p> <p>г) для изготовления ударопрочных конструкций.</p>
8	<p><b>Тема 4. Сформулируйте цели и пути решения задач, связанных с созданием текстильных композиционных материалов на предприятии, производящем электронные микросхемы.</b></p> <p>Порекомендуйте наполнители, которые необходимо выбрать производителям волокон (текстильных полотен) для создания материалов с требуемыми свойствами, а именно, текстильных полотен, обладающих антистатическими свойствами.</p> <p>а) Углеродные или металлические наполнители;</p> <p>б) Полипропиленовые частицы;</p> <p>в) Керамические наполнители.</p>
9	<p><b>Тема 5. Связующие (матрицы) для полимерных композиционных материалов. Взаимосвязь структуры и свойств различных связующих полимерных композиционных материалов.</b></p> <p>Какие из перечисленных полимерных матриц позволяют создавать наиболее термостойкие композиционные материалы?</p> <p>а) полиэтиленовые;</p> <p>б) полипропиленовые;</p> <p>в) кремнийорганические;</p> <p>г) эпоксидные.</p>
10	<p><b>Тема 6. Механические свойства волокнистых композиционных материалов. Экспериментальное определение и теоретический расчёт прочностных и деформационных свойств композиционных материалов</b></p> <p>Наиболее высокой прочностью обладают:</p> <p>а) стеклопластики; б) углепластики; в) дисперсно-наполненные композиционные материалы;</p> <p>г) армированные хлопковыми полотнами.</p>

## Приложение 2

рабочей программы дисциплины Механика полимерных и композиционных материалов  
наименование дисциплины

по направлению подготовки 29.03.02 Технологии и проектирование текстильных изделий наименование ОП (профиля): Проектирование, технологии и художественное оформление текстильных изделий

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)
Семестр 4	
1	<p><b>Тема 5.</b></p> <p>Определить в пресс-материале на основе эпоксидного связующего объемное содержание наполнителя - углеткани, руководствуясь следующими данными: плотность эпоксидной матрицы без наполнителя оставляет 1,2 г/см<sup>3</sup>; наполненного углетканью - 1,5 г/см<sup>3</sup>, углеродного волокна 2,0 г/см<sup>3</sup>.</p>
2	<p><b>Тема 6.</b></p> <p>Рассчитать прочность органоэпоксикомпозита, армированного непрерывными высокопрочными, высокомодульными органическими волокнами по формуле: <math>\sigma_K = \sigma_B V_B + \sigma_M (1 - V_B)</math>,</p> <p>где <math>\sigma_K</math> – прочность композиционного материала, МПа; <math>\sigma_B</math> – прочность армирующего наполнителя (волокна) - 3000 МПа; <math>\sigma_M</math> – прочность связующего (матрицы) - 100 МПа; <math>V_B</math> – объемное содержание наполнителя - 30 %; <math>V_M</math> – объемное содержание матрицы, %.</p>