

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин  
«04» апреля 2023 года

## Рабочая программа дисциплины

**ФТД.01**

Деформирование высокоориентированных полимеров

Учебный план: 2023-2024 27.03.01 ИИТА Станд и серт ЗАО №1-3-156.plx

Кафедра: **41** Инженерного материаловедения и метрологии

Направление подготовки:  
(специальность) 27.03.01 Стандартизация и метрология

Профиль подготовки: Стандартизация и сертификация  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
3	УП	4	4	60	4	2	Зачет
	РПД	4	4	60	4	2	
Итого	УП	4	4	60	4	2	
	РПД	4	4	60	4	2	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология, утвержденным приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 901

Составитель (и):

кандидат технических наук, Доцент

\_\_\_\_\_

Васильева Валерия  
Владиславовна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерного материаловедения  
и метрологии

\_\_\_\_\_

Цобкалло Екатерина  
Сергеевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Цобкалло Екатерина  
Сергеевна

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области прочностных, деформационных вязкоупругих свойств полимерных материалов (волокон, плёнок) и композитов на их основе, методов корректной оценки этих свойств и их структурной обусловленности.

### 1.2 Задачи дисциплины:

Объяснить особенности строения ориентированных полимерных материалов (волокон и нитей), определяющих их механические свойства;

Показать поведение ориентированных полимерных материалов (волокон и нитей) в различных физических состояниях при воздействиях механических нагрузок;

Рассмотреть экспресс-методы определения механических характеристик ориентированных полимерных материалов (волокон и нитей); выявить взаимосвязь этих характеристик с их строением;

Дать характеристики механических свойств ориентированных полимерных материалов (волокон и нитей) с позиции их упругого и вязко-упругого поведения;

Рассмотреть методы моделирования и прогнозирования механического поведения ориентированных полимерных материалов (волокон и нитей) и композитов на их основе.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Материаловедение

Прикладная механика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### ПК-2: Способен проводить испытания новых и модернизированных образцов продукции

**Знать:** состав, структуру, свойства, способы получения различных полимерных материалов; физическую сущность явлений, происходящих в полимерных материалах при механических воздействиях на них

**Уметь:** анализировать содержание процесса испытаний с целью выбора наиболее рациональной схемы их проведения; применять методы математического анализа

**Владеть:** навыками интерпретации механических свойств различных полимерных материалов, опытом работы с приборами, позволяющими изучать механические свойства полимерных материалов

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Молекулярные механизмы деформирования и разрушения полимеров	3				
Тема 1. Основные отличия механических свойств низко- и высокомолекулярных соединений. Деформация и разрушение полимеров. Практическая работа. Изучение прочностных и деформационных свойств полимерных неориентированных и ориентированных материалов на основе диаграмм растяжения		0,5	2	8	ИЛ
Тема 2. Молекулярный механизм деформирования и разрушения полимеров. Фибриллярная структура волокон, взаимосвязь с прочностными и деформационными свойствами.		0,5		7	ИЛ
Тема 3. Надмолекулярное строение полимеров и влияние морфологии на характеристики механических свойств.		1		6	ИЛ
Раздел 2. Физические состояния и температурные переходы в полимерах. Механическое поведение полимерных материалов в различных физических состояниях.					

Тема 4. Термомеханическая кривая. Характерные температурные переходы в полимерных материалах. Практическая работа. Изучение диаграмм изометрического нагрева волокон, нитей и плёнок. Определение характерных температурных переходов.			8	ИЛ
Тема 5. Характеристики механических свойств полимеров в высокоэластическом, стеклообразном вязко-текучем состояниях.	0,5		7	ИЛ
Раздел 3. Характеристики механических свойств полимерных материалов с позиции их упругого поведения. Релаксационные процессы в полимерных материалах.				
Тема 6. Характеристики механических свойств полимерных материалов с позиции их упругого поведения.	0,5		8	ИЛ
Тема 7. Процессы ползучести в полимерных материалах. Процессы эластического восстановления. Компоненты деформации, взаимосвязь со структурой. Аналитическое описание. Практическая работа. Изучение процессов ползучести и эластического восстановления ориентированных полимерных материалов. Определение компонентов деформаций нитей и волокон.	0,5	2	8	ИЛ

Тема 8. Процессы релаксации напряжений в полимерных материалах. Структурная обусловленность процессов релаксации напряжений. Аналитическое описание. Практическая работа. Исследование процесса релаксации напряжений в полимерных материалах.	0,5		8	ИЛ
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	4	4	60	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	<b>8,25</b>		<b>60</b>	

#### 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
ПК-2	Дает аргументированный анализ, связывающий структуру и механические свойства полимерных материалов	Вопросы для устного собеседования
	Интерпретирует результаты испытаний, корректирует процесс испытаний	
	Правильно определяет механические характеристики полимерных материалов, полученных по различным методам испытаний	

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа

Зачтено	На все вопросы даны правильные, исчерпывающие ответы	
Не зачтено	Ответы на вопросы отсутствуют, либо свидетельствуют о непонимании содержания разделов дисциплины	

## 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
Курс 3	
1	Основные отличия механических свойств низко- и высокомолекулярных соединений.
2	Основные особенности химического строения волокнистых материалов, определяющие прочность и жёсткость волокон и нитей.
3	Взаимосвязь химического строения и сил межмолекулярного взаимодействия с механическими свойствами полимеров
4	Гибкость макромолекул и взаимосвязь с механическими свойствами полимеров. Механические свойства волокон, полученных на основе полимеров из гибкоцепных, среднежёсткоцепных и жёсткоцепных полимеров.
5	Механические свойства неориентированных полимеров.
6	Фазовые состояния полимеров: аморфное и кристаллическое. Влияние строения аморфных и кристаллических областей на механические свойства полимеров.
7	Фибриллярная структура ориентированных полимеров. Взаимосвязь особенностей фибриллярного строения с прочностными и деформационными свойствами.
8	Оценка прочности материалов на основе кривых растяжения.
9	Оценка жёсткости материалов на основе кривых растяжения. Понятие касательного и секущего модуля жёсткости.
10	Диаграммы растяжения текстильных полотен, изготовленных на основе синтетических нитей.
11	Термомеханическая кривая. Характерные температурные переходы в полимерных материалах.
12	Характеристики механических свойств полимеров в высокоэластическом, стеклообразном и вязко-текучем состояниях.
13	Прочность и долговечность полимерных материалов. Кинетическая концепция прочности
14	Релаксационные явления в полимерах.
15	Принцип температурно-временной аналогии.
16	Пластические деформации в полимерных материалах.
17	Упругие деформации полимерных материалов: проявление при феноменологических исследованиях деформационных свойств полимеров, молекулярные механизмы.
18	Высокоэластические деформации полимерных материалов: проявление при феноменологических исследованиях деформационных свойств полимеров, молекулярные механизмы
19	Экспериментальное исследование процесса ползучести полимеров. Влияние температуры, нагрузки, времени и активных сред.
20	Экспериментальное исследование процесса эластического восстановления полимеров. Влияние температуры, нагрузки, времени и активных сред.
21	Моделирование процесса ползучести полимеров.
22	Остаточные деформации, их природа у полимеров разного вида.
23	Экспериментальное исследование процесса релаксации напряжений в полимерах. Влияние температуры, нагрузки, времени и активных сред.
24	Структурная обусловленность процессов релаксации напряжений в полимерах. Моделирование процесса релаксации напряжений в полимерах.
25	Моделирование процессов эластического восстановления. Принцип суперпозиции Больцмана-Вольтерра.
26	Линейная и нелинейная вязкоупругость полимерных материалов.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрены

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

Учитываются работы выполненные в течение семестра на практических занятиях

## 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

В течение семестра выполняются контрольные работы. На подготовку ответа дается до 15 минут

## 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>				
Лескова, С. А.	Общие сведения о полимерах	Благовещенск: Амурский государственный университет	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/103896.html">http://www.iprbookshop.ru/103896.html</a>
Турнаева, Е. А., Рудой, С. Э.	Получение и свойства полимеров	Тюмень: Тюменский индустриальный университет	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/101421.html">http://www.iprbookshop.ru/101421.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная 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., Макаренко В. В., Тиранов В. Г., Москалюк О. А.	Деформирование полимерных материалов. Структурная механика текстильных материалов. Изучение процесса ползучести и эластического восстановления полимерных материалов и нитей на их основе	СПб.: СПбГУПТД	2015	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2282">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2282</a>
Цобкалло Е. С., Васильева В. В.	Деформирование полимерных материалов. Механические свойства натуральных кож.	СПб.: СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017751">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017751</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>
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>

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

1. ЭБС «IPRbooks», <http://www.iprbookshop.ru>
2. ЭБС «СПбГУПТД», <http://publish.sutd.ru>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional  
Microsoft Windows

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

Лаборатория механики ориентированных полимеров

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска