

**СОГЛАСОВАНО**

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.15 «Технология модификации свойств материалов»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **22.03.01  
Материаловедение и технологии материалов**

Направленность (профиль, специализация): **Композиционные материалы**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная)**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	Е.А. Головина
Согласовал	Зав. кафедрой «»	
	руководитель направленности (профиля) программы	Е.С. Ананьева

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-3	готовностью использовать методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов	- классификацию, основные концепции, механизмы и возможности многочисленных способов модификации полимеров, позволяющих целенаправленно регулировать свойства композиционных материалов	теоретически, полуэмпирически и экспериментально оценивать параметры атомно-молекулярного и фазового состава, структуру и свойства матричных и армирующих материалов и композитов на их основе;	навыками использования (под руководством) методов моделирования, оценки прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов;
ПК-4	способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	основные характеристики поверхности различных классов волокнистых наполнителей, определяющих ее функциональность	определять основные физические и химические свойства компонентов и прогнозирования свойств гетерогенных систем по свойствам фаз, их объемному соотношению и характеру взаимодействия по границе раздела фаз	навыками использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания
ПК-7	способностью выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов	принципы и методы регулирования свойств поверхностей с целью формирования оптимального взаимодействия на границе раздела наполнитель-полимер	находить и использовать справочную литературу и базы данных по составу, структуре и свойствам основных типов компонентов и композиционных материалов	навыками использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства, обработки и модификации, включая стандартные и сертификационные испытания

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Методы испытаний полимерных и композиционных материалов, Неметаллические и полимерные материалы, Физическая химия
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося**

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 5 / 180

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	34	34		76	79

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 6**

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 2 / 72

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
17	17		38	40

**Лекционные занятия (17ч.)**

**1. Методы модификации полимерных материалов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.) [4,5]** Методы моделирования при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов. Методы моделирования физических,

химических и технологических процессов. Модификация полимеров, понятие модификации. Факторы, обуславливающие необходимость модификации. Физико-химические основы модификации

**2. Методы модификации полимерных материалов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[5,8]** Методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.

Классификация методов модификации полимерных материалов по характеру протекающих процессов, по этапности осуществления, по направленности влияния на свойства, по глубине протекания, по стадии осуществления. Эффективность методов. Влияние методов на характер структурообразующих процессов. Проблема трансляции улучшенных свойств полимеров в композиционный материал

**3. Способы физической и химической модификации {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[3,5]** Структурообразование в полимерных материалах.

Понятие структуры сетчатого полимера. Особенности структурной организации полимерных материалов. Топологическая структура полимера. Понятие цикла, классификация циклов, плотность сшивки, активные и неактивные цепи. Представление топологической структуры полимера в виде графа. Надмолекулярная структура. Морфология (глобулы, сферолиты, фибриллы, кристаллиты). Влияние состава полимера, режимов структурообразования на морфологию полимера.

**4. Способы физической и химической модификации {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[5,7]** Основные способы химической модификации.

Основные принципы проведения химической модификации полимерных материалов. Способы физической модификации: окисление, радиационное облучение, взаимодействие с аномальными звеньями полимеров, прививка, формирование трехмерной структуры, координационная модификация, сэндвич-модификация

**5. Способы физической и химической модификации {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[3,4,5]** Основные способы физической модификации.

Основные принципы проведения физической модификации полимерных материалов. Способы физической модификации: структурообразование, наполнение, смешение, ориентация, пластификация, термическая обработка.

**6. Способы физической и химической модификации {лекция с разбором конкретных ситуаций} (3ч.)[5,6,8]** Модификация многокомпонентными системами.

Основные задачи модификации многокомпонентными системами. Механизмы модификации (суперпозиции, активации, синергизм). Концепции модификации: структурная регуляризация, концепция переходного состояния.

### Лабораторные работы (17ч.)

- 1. Определение угла смачивания волокон жидкостями. Оценка влияния поверхностной модификации на смачивающую способность {работа в малых группах} (6ч.)[2]** На примере волокнистых наполнителей различной природы показать влияние поверхностной обработки на их смачиваемость жидкими олигомерными композициями путем определения угла смачивания поверхности методом «сидячей» капли.
- 2. Изучение влияния природы отвердителей на жизнеспособность эпоксидной смолы ЭД-22, скорость ее отверждения, частоту узлов сетки, температуру стеклования и механические свойства в отвержденном состоянии {работа в малых группах} (11ч.)[1]** Контроль гелеобразования отверждающихся композиций с помощью гелеметра. Исследование кинетики отверждения методом ДТА. Исследование модуля сдвига и температурного интервала стеклования методом ДМА. Испытания на ударную вязкость с помощью копра.

### Самостоятельная работа (38ч.)

- 1. Подготовка к лекциям {творческое задание} (8ч.)[3,4,5,6,7,8,8]**
- 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ {творческое задание} (10ч.)[1,2]**
- 3. Подготовка к зачету {творческое задание} (20ч.)[4,5,6]**

### Семестр: 7

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
17	17		74	40

### Лекционные занятия (17ч.)

- 1. Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[3,5,6]** Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах Цели и способы модификации поверхности волокнистых наполнителей. Влияние модификации на формирование межфазного слоя в композиционных материалах и свойства композита в целом. Оценка эффективности методов модификации поверхности.
- 2. Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[4,5,8]** Механизм взаимодействия в граничных слоях стеклопластиков армированных модифицированными волокнами

Основные требования к модификаторам стекловолокна и возможности их реализации. Явления и процессы на границе раздела стекловолокно-замасливатель. Влияние замасливателей на технологическую переработку стекловолокна и его свойства. Особенность взаимодействия модифицированное стекловолокно-полимерная матрица.

### **3. Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[3,5,6]**

Модификация органических волокон

Требования к органическим волокнам и пути улучшения их эксплуатационных свойств. Метод привитой сополимеризации. Модификация волокна при его синтезе и формовании, при ориентационной вытяжке. Модификация поверхности готовых волокон. Смачивание, адгезия и адгезионная прочность в системе органическое волокно - полимерная матрица. Свойства органопластиков и гибридных композитов на основе модифицированных волокон

### **4. Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах {лекция с разбором конкретных ситуаций} (5ч.)[3,5,6,7]**

Модификация поверхности углеродных волокон и свойства углепластиков

Общие характеристики углепластика. Особенности получения и поверхностные свойства углеродных волокон. Особенности взаимодействия полимерных связующих с модифицированной поверхностью углеродных волокон.

## **Лабораторные работы (17ч.)**

**1. Установление необходимого количества катализатора отверждения УП 606/2 эмпирическим путем и расчет эквимольного количества полифункционального отвердителя по соотношению реакционноспособных групп в молекулах олигомера и отвердителя {работа в малых группах} (7ч.)[1]**

Эмпирически установленное количество катализатора должно находиться в пределах 1-5 %, а эквимольное соотношение отвердителя (ангидрида) рассчитывается из условия бифункциональности эпоксидной группы смолы и ангидридной группы

**2. Прогнозирование упруго-прочностных свойств полимерных материалов наполненных частицами известной формы {работа в малых группах} (5ч.)[1]**

Получить количественные характеристики прочности и модуля упругости эпоксидного связующего марки ЭД-22 и ЭХД-МК, наполненных дисперсными частицами сферической, кубической и чешуйчатой формы, с размерами не более 3 мкм с применением моделей Бруггемана и Лущейкина

**3. Представление структуры отвержденного эпоксидного полимера в виде графа {работа в малых группах} (5ч.)[1]**

Провести анализ топологической структуры эпоксидного полимера. Предложить геометрический вид цикла, с учетом функциональности, расположения в пространстве, плотности упаковки. Представить отвержденный эпоксидный полимер в виде циклического графа.

## **Самостоятельная работа (74ч.)**

- 1. Подготовка к лекциям {творческое задание} (13ч.)[5]**
- 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ {творческое задание} (25ч.)[1]**
- 3. Подготовка к экзамену {творческое задание} (36ч.)[3,5,6,8,9]**

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Головина Е. А. Учебно-методическое пособие по дисциплине "Технология наполненных пластиков" [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2013.— Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/Golovina-tnp.pdf>, авторизованный

2. Попова, А.А. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Попова, Т.Б. Попова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63591>. — Загл. с экрана.

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

3. Маркин В.Б., Головина Е. А. Основы радиационного материаловедения [Электронный ресурс]: Учебное пособие.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2008.— Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/mark\\_RM.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/mark_RM.pdf), авторизованный

4. Технология полимерных материалов : [синтез, модификация, технол. оформление, рециклинг, экол. аспекты : учеб. пособие для вузов по специальности "Хим. технология высокомолекуляр. соединений" / А. Ф. Николаев и др.] ; под общ. ред. В. К. Крыжановского. - СПб. : Профессия, 2008. - 533 с. : ил. 20 экз

5. Головина Е. А. Курс лекций по дисциплине "Технология модификации свойств материалов" [Электронный ресурс]: Курс лекций.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2014.— Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/Golovina\\_tehm.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/Golovina_tehm.pdf), авторизованный

### **6.2. Дополнительная литература**

6. Берлин А.А., Вольфсон С.А., Ошмян Н.С., Ениколопов Н.С. Принципы создания композиционных материалов. – М.: Химия, 1990. – 240 с. – 23 экз.

7. Введение в систематику умных материалов / ред. Л.С. Пинчук. - Минск : Белорусская наука, 2013. - 400 с. - ISBN 978-985-08-1540-8 ; То же [Электронный

ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231488> (03.03.2019).

8. Волынский, А.Л. Роль поверхностных явлений в структурно-механической поведении твердых полимеров : монография / А.Л. Волынский, Н.Ф. Бакеев. - Москва : Физматлит, 2014. - 534 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1541-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275432> (03.03.2019).

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

9. [https://www.isuct.ru/conf/plasma/LECTIONS/Gilman\\_lecture.html](https://www.isuct.ru/conf/plasma/LECTIONS/Gilman_lecture.html)

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	Chrome
2	Acrobat Reader
3	Microsoft Office
4	LibreOffice
5	Windows
6	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов



<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
	(как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
лаборатории
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
помещения для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».