

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НАНОКОМПОЗИТЫ**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.04.01 «Химическая технология»

Профиль/программа подготовки «Химическая переработка пластических масс и композиционных материалов»

Уровень высшего образования Магистратура

Форма обучения Заочная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. за- нятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
3	4/144	6		12	99	Экзамен (27), КР
4	4/144		6	12	99	Экзамен (27)
Итого	8/288	6	6	24	198	Экзамен (54), КР

Владимир 2019

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель освоения дисциплины: формирование научно обоснованного понимания технологических процессов получения полимерных композиционных материалов заданного качества

Задачи:

- формирование научно обоснованного понимания технологических процессов получения полимерных композиционных материалов заданного качества;
- ознакомление с современными методами определения эксплуатационных характеристик полимерных композиционных материалов;
- Обучение студентов основополагающим закономерностям протекания химических процессов, определяющих достижение полимерными композиционными материалами необходимого качества;
- Формирование у студентов навыков и умений по организации системы контроля для безбрачного получения изделий из полимерных композиционных материалов, как в процессе проектирования операций, так и в производственных условиях.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Полимерные композиционные материалы, нанокompозиты» относится к вариативной части учебного плана.

Пререквизиты дисциплины:

1. Органическая химия.
2. Химия и физика полимеров.
3. Физика.
4. Математика.
5. Химическая технология.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОК-4	Частичный	<i>Знать</i> основные закономерности теории протекающих процессов при переработке полимеров; <i>Уметь</i> реализовывать теоретические знания в области переработки полимеров на практике; <i>Владеть</i> способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.
ПК-3	Частичный	<i>Знать</i> понятия о пространственно-временных закономерностях, строении полимеров; <i>Уметь</i> использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты; <i>Владеть</i> способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом.

### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Введение. Принципы создания композитов с повышенной прочностью, жесткостью и ударной вязкостью	3	1			2	30	1/50	
2	Исходные компоненты ПКМ	3	1-5	2		2	25	2/50	РК 1

	Препреги, премиксы								
3	Технология получения изделий из ПКМ	3	6-11	2		4	15	3/50	РК 3
4	Свойства и методы испытаний современных ПКМ	3	12-18	2		4	24	3/50	РК 2
	Наличие в дисциплине КП/КР			+					
Всего за семестр:				6		12	99	9/50	Экзамен, КР
5	Введение. Принципы создания композитов с повышенной прочностью, жесткостью и ударной вязкостью	4	1			2	30	1/50	
6	Деформационные свойства полимерных композиционных материалов	4	1-5		2	2	20	4/50	РК 1
7	Теоретические представления о прочности и механизмах разрушения ПКМ	4	6-9		2	4	15	3/50	РК 2
8	Основы создания ПКМ с эластомерным наполнителем.	4	10-16		2	2	10	4/50	
9	Процессы теплопередачи, электропроводности и диффузии в ПКМ	4	17-18			2	24	1/50	РК 3
	Наличие в дисциплине КП/КР								
Всего за семестр:					6	12	99	29/50	Экзамен (27)
Итого по дисциплине				6	6	24	198	64/50	Экзамен (54), КР

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### 3 семестр

*Тема 1. Принципы создания композитов с повышенной прочностью, жесткостью и ударной вязкостью.*

*Содержание темы.* Принципы армирования полимеров наполнителями. Армирующие волокна.

*Тема 2. Исходные компоненты ПКМ.*

*Содержание темы.* Синтетические термореактивные смолы: эпоксидные, ненасыщенные полиэфирные, кремнийорганические, полиимидные. Наполнители: стеклянное, волокно, углеродное волокно, перспективные волокна. Препреги, премиксы.

*Тема 3. Технология получения изделий из ПКМ.*

*Содержание темы.* Получение изделий ручной укладкой. Получение изделий напылением. Пултрузия. Прочие методы.

*Тема 4. Свойства и методы испытаний современных ПКМ.*

*Содержание темы.* Физико-механические, теплофизические, диэлектрические и эксплуатационные свойства ПКМ. Горючесть ПКМ, антипирены. Методы испытаний ПКМ.

### **Содержание практических занятий по дисциплине**

#### **4 семестр**

*Тема 4.* Принципы создания композитов с повышенной прочностью, жесткостью и ударной вязкостью.

*Содержание практических занятий.* Изучение принципов создания композитов. Материальные расчеты.

*Тема 5.* Деформационные свойства полимерных композиционных материалов.

*Содержание практических занятий.* Прогнозирование и расчет долговечности изделий из ПКМ.

*Тема 6.* Теоретические представления о прочности и механизмах разрушения ПКМ.

*Содержание практических занятий.* Изучение механизмов разрушения ПКМ. Расчеты прочностных характеристик.

*Тема 7.* Процессы теплопередачи, электропроводности и диффузии в ПКМ.

*Содержание практических занятий.* Изучение свойств ПКМ. Формула Лихтеннекера. Расчет гетерогенных систем.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

#### **3 семестр**

*Раздел 1.* Технологические свойства основных компонентов полимерных композиционных материалов.

*Тема 1.* Основы анализа основных компонентов полимерных композиционных материалов

*Содержание лабораторных занятий:* Инструктаж по технике безопасности. Изучение технологических свойств основных компонентов полимерных композиционных материалов.

*Раздел 2.* Принципы создания композитов с повышенной прочностью, жесткостью и ударной вязкостью.

*Тема 2. Получение полимерных композиционных материалов.*

*Содержание лабораторных занятий.* Изучение методов получения ПКМ. Заливка, намотка, ручная укладка

*Тема 3. Физико-механические свойства полимерных композиционных материалов.*

*Содержание лабораторных занятий.* Изучение физико-механических свойств ПКМ. Прочность, ударная вязкость, твердость.

*Тема 4. Склейка полимерных композиционных материалов.*

*Содержание лабораторных занятий.* Изучение методов склейки ПКМ, теории адгезии.

#### **4 семестр**

Раздел 3. Принципы создания композитов с повышенной прочностью, жесткостью и ударной вязкостью

*Тема 5. Исследование физико-химических свойств полимерных композиционных материалов.*

*Содержание лабораторных занятий.* Изучение физико-химических свойств ПКМ, изучение деструкционных процессов в ПКМ.

*Тема 6. Исследование теплофизических свойств полимерных композиционных материалов.*

*Содержание лабораторных занятий.* Изучение теплофизических свойств ПКМ, методы определения теплоемкости, коэффициента теплопроводности.

*Тема 7. Горючесть полимерных композиционных материалов.*

*Содержание лабораторных занятий.* Изучение горючести ПКМ, изучение методик по определению горючести.

*Тема 8. Электрические свойства полимерных композиционных материалов.*

*Содержание лабораторных занятий.* Изучение электрических свойств ПКМ. Методы изучения диэлектрической проницаемости.

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Полимерные композиционные материалы, нанокompозиты» используются разнообразные образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в рамках намеченной стратегической технологии.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Компьютерные симуляции (тема № 1,2,3,5,6,7)
- Деловые и ролевые игры (тема № 4,5)
- Разбор конкретных ситуаций (тема № 5,6,7,8)

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3):

№	Контролируемый раздел дисциплины	Наименование оценочного средства	Период проведения
3 семестр			
1	Введение. Принципы создания компози- тов с повышенной прочностью, жестко- стью и ударной вязкостью.	РК 1 (Тест 1)	В течение семестра
2	Технология получения изделий из ПКМ.	РК 2 (Тест 2)	В течение семестра
3	Свойства и методы испытаний совре- менных ПКМ.	РК 3 (Тест 3)	В течение семестра
4 семестр			
1	Деформационных свойства полимерных композиционных материалов.	РК 1 (Тест 1)	В течение семестра
2	Теоретические представления о прочно- сти и механизмах разрушения ПКМ	РК 1 (Контрольная работа 1)	В течение семестра
3	Основы создания ПКМ с эластомерным наполнителем.	РК 2 (Тест 2)	
4	Процессы теплопередачи, электропро- водности и диффузии в ПКМ.	РК 3 (Тест 3)	В течение семестра

### **Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по кон- спектам, учебникам и дополнительной литературе, подготовке к лабораторным и практи- ческим занятиям, оформлению лабораторных работ, к рубежным контролям, к экзамену, оформлению лабораторных работ. Она включает в себя практику подготовки рефератов, презентаций и докладов по ним. Тематика рефератов должна иметь проблемный и про-

фессионально ориентированный характер, требующий самостоятельной творческой работы студента.

## Вопросы для самостоятельной работы студентов

### 3 семестр

С использованием материала лекций и учебно-методической литературы для следующих наиболее важных промышленных полимеров рассмотреть: возможные способы получения, реакции получения, возможные механизмы реакций, побочные процессы, варианты катализа и ингибирования.

1. Наполнитель стекловолокно
2. Наполнитель углеродное воле волокно
- 3 Перспективные неорганические волокна
4. Органические волокна
5. Характеристика волокон
6. Ткани
7. Связующее эпоксидная смола
8. Связующие – кремнийорганические смолы
9. Связующие – полиимидные смолы
10. Термопластичные связующие
11. Формование изделий из ПКМ методом ручной укладки
12. Формование изделий из ПКМ методом напыления
13. Связующее ненасыщенная полиэфирная смола
14. Пултрузия
15. Намотка
16. Физико-механические свойства ПКМ
17. Теплофизические свойства ПКМ
18. Электрические свойства ПКМ
19. Горючесть ПКМ. Антипирены.
20. Современные методы контроля качества ПКМ.



## 4 семестр

1. Принципы создания композитов.
2. Механизмы передачи напряжения от матрицы к наполнителю
3. Армирующие волокна
4. Деформация дисперсно-наполненных композитов
5. Вязкость разрушения и ударная прочность полимерных композитов
6. Пластичные матрицы
7. Деформирование полиолефинов наполненных жесткими частицами
8. Порообразование в матрице при растяжении
9. Влияние пространственного распределения частиц наполнителя
10. Влияние низкомолекулярных добавок на свойства композитов
11. Прочность композитов, армированных непрерывным волокном
12. Неэффективная длина
13. Дефекты и неоднородности структуры материала, влияющие на прочность

композитов

14. Прочность крученой нити
15. Концентраторы напряжений
16. Трансверсальная прочность композитов
17. Прочность композитов при продольном сжатии
18. Прочность композитов, содержащих дисперсные неоднородности
19. Полимеры, наполненные эластичными частицами
20. Теория упрочнения

## Темы курсовой работы

1. Перспективные композиционные материалы на основе полиимидов
2. Композиционные материалы на основе термопластичных связующих
3. Электропроводящие полимерные композиционные материалы
4. Термостойкие полимерные композиционные материалы
5. Сферопластики и синтактные пенопласты
6. Композиционные материалы с наноразмерными наполнителями
7. Сверхвысокопрочные композиционные материалы
8. Композиционные материалы с повышенными диэлектрическими свойствами
9. Проблемы снижения горючести полимерных композиционных материалов. Антипирены.

10. Перспективные композиционные материалы на основе элементарноорганических полимерных связующих.

Другие темы КР по тематике перспективных композиционных материалов – по согласованию с преподавателем

### **Вопросы для проведения экзамена (3 семестр)**

1. Наполнитель стекловолокно
2. Наполнитель углеродное воле волокно
- 3 Перспективные неорганические волокна
4. Органические волокна
5. Характеристика волокон
6. Ткани
7. Связующее эпоксидная смола
8. Связующее ненасыщенная полиэфирная смола
9. Связующие – кремнийорганические смолы
10. Связующие – полиимидные смолы
11. Термопластичные связующие
12. Формование изделий из ПКМ методом ручной укладки
13. Формование изделий из ПКМ методом напыления
14. Пултрузия
15. Намотка
16. Физико-механические свойства ПКМ
17. Теплофизические свойства ПКМ
18. Электрические свойства ПКМ
19. Горючесть ПКМ. Антипирены.
20. Современные методы контроля качества ПКМ.

### **Вопросы для проведения экзамена (4 семестр)**

1. Принципы создания композитов.
2. Механизмы передачи напряжения от матрицы к наполнителю
3. Армирующие волокна
4. Деформация дисперсно-наполненных композитов
5. Вязкость разрушения и ударная прочность полимерных композитов
6. Пластичные матрицы
7. Деформирование полиолефинов наполненных жесткими частицами
8. Порообразование в матрице при растяжении
9. Влияние пространственного распределения частиц наполнителя

10. Влияние низкомолекулярных добавок на свойства композитов
11. Прочность композитов, армированных непрерывным волокном
12. Неэффективная длина
13. Дефекты и неоднородности структуры материала, влияющие на прочность композитов
14. Прочность крученной нити
15. Концентраторы напряжений
16. Трансверсальная прочность композитов
17. Прочность композитов при продольном сжатии
18. Прочность композитов, содержащих дисперсные неоднородности
19. Полимеры, наполненные эластичными частицами
20. Теория упрочнения

#### **Темы рефератов 3-семестр**

1. ПКМ на основе полиимидов
2. ПКМ на основе ароматических полиамидов
3. ПКМ на основе элементарно-органических полимеров
4. ПКМ на основе термопластичных связующих
5. ПКМ на основе ненасыщенных полиэфирных смол
6. ПКМ на основе эпоксидных смол
7. Углепластики
8. Боропластики
9. Органопластики

#### **Темы рефератов 4-семестр**

1. Электрические свойства ПКМ
2. Физико-механические свойства ПКМ
3. Теплофизические свойства ПКМ
4. Эксплуатационные свойства ПКМ
5. Горючесть ПКМ.
6. Устойчивость ПКМ к атмосферным воздействиям
7. Биологическая устойчивость ПКМ
8. Устойчивость ПКМ к экстремальным воздействиям
9. Применение ПКМ в аэрокосмической отрасли

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Бортников В.Г. Производство изделий из пластических масс: В 3 т. Т. 2. Технология переработки пластических масс. Казань: Дом печати, 2002. 399 с.	2002	24	
2. Принципы создания композиционных полимерных материалов / А. А. Берлин [и др.] .— Москва : Химия, 1990 .— 238 с. : ил., табл. — Библиогр.: с.231-238 .— ISBN 5-7245-0571-1.	1990	2	
Дополнительная литература			
1. В.В. Киреев. Высокомолекулярные соединения. – М.: Высшая школа, 1992.	1992	4	
2. Строганов, В.Ф. Эпоксидные полимерные композиции для строительных технологий / В.Ф. Строганов, И.В. Строганов // Строительные материалы. – 2005.	2005	2	

### 7.2. Периодические издания

- журнал «Известия ВУЗов. Химия и химическая технология» (Иваново);
- журнал «Химические технологии» (Москва);
- журнал «Бутлеровские сообщения» (Казань);

### 7.3. Интернет-ресурсы

- Каталог полимерных ресурсов интернет – Пластикс [www.plastics.ru](http://www.plastics.ru)
- электронные библиотечные системы библиотеки ВлГУ (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

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

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа. Лабораторные работы проводятся в лаборатории химии и физики полимеров ауд. 416-1.

Лаборатория химии и физики полимеров оснащена следующим оборудованием: аналитические цифровые весы, сушильная камера, измеритель теплопроводности ИТ-л-400 (или другая модель с аналогичными пределами измерения теплопроводности), маятниковый копер.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Windows 7; Microsoft Open License 62857078; MS Office 2010 Microsoft Open License 65902316.

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_ д.т.н., профессор В.Ю. Чухланов

Рецензент,  
(представитель работодателя)  
Директор ОАО «Технологии» \_\_\_\_\_ С.В. Новикова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ  
Протокол № 01 от 02.09.19 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ю.Т. Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 18.04.01 «Химическая технология».  
Протокол № 01 от 02.09.19 года  
Председатель комиссии \_\_\_\_\_ Ю.Т. Панов

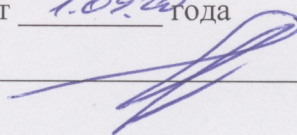


**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2020/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.20 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



### Рецензия на рабочую программу

дисциплины «Полимерные композиционные материалы, нанокompозиты» направления  
18.04.01 «Химическая технология» д.т.н., профессора кафедры ХТ ВлГУ  
Чухланова Владимира Юрьевича

В представленной рабочей программе поставлены цели и задачи, достигаемые в результате освоения дисциплины и позволяющие студентам получить знания и навыки, необходимые для выбора методов, способов и оборудования для проведения основных процессов химической технологии, оценки эффективности технологии химических производств и поиска оптимальных и рациональных параметров проведения процессов.

Предусмотренные цели и задачи направлены на формирование у обучающихся компетенций, соответствующих ФГОС ВО по направлению 18.04.01 «Химическая технология» и необходимых для присвоения им квалификации магистр по указанному направлению. Для достижения поставленных автором целей и формирования выбранных им компетенций предусматривается проведение лекционных и лабораторных аудиторных занятий, а также самостоятельная работа студентов, необходимая для закрепления и углубленного изучения тематического плана курса. Для дополнительного развития и оценки результатов изучения курса предусматривается курсовое проектирование.

Представленные темы занятий и темы для самостоятельного обучения являются актуальными для данной дисциплины и соответствуют современному состоянию знаний и умений в области основных закономерностей процессов и конструкции аппаратов отрасли полимерных композиционных материалов. Приведенные в программе образовательные технологии и оценочные средства для текущего и промежуточного контроля позволяют в полной мере оценивать получаемые знания. Учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение являются достаточными для успешного преподавания курса.

На основании изложенного считаю, что рабочая программа автора Чухланова В.Ю. соответствует требованиям ФГОС ВО и позволяет обучающимся приобрести знания и умения, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности. Таким образом данная рабочая программа может быть использована при подготовке магистров направлению 18.04.01 «Химическая технология».

Рецензент, директор ОАО «Технологии»



С.В. Новикова