

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)



А. А. Панфилов

20/19 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**РЕОЛОГИЯ ЖИДКОФАЗНЫХ СИСТЕМ**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»  
Профиль подготовки Технология и переработка полимеров  
Уровень высшего образования прикладной бакалавриат  
Форма обучения очное

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точной аттестации (экза- мен/зачет/зачет с оценкой)
5	7 / 252	36		36	144	экзамен (36)
Итого	7/252	36		36	144	экзамен (36)

Владимир 2019

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины (модуля) «Реология жидкофазных систем» является формирование научно-обоснованного понимания технологических процессов получения изделий из полимерных материалов заданного качества в соответствии с современными теоретическими представлениями в области переработки пластмасс.

Задачи:

- ознакомление студентов с концептуальными основами химического производства полимерных материалов как важнейшей отрасли промышленности в стране;
- ознакомление с современными математическими методами описывающими процессы переработки полимеров и полимерных композиций.
- обучение студентов основополагающим закономерностям протекания химических и физических процессов, определяющих достижение изделий из полимерных материалов необходимого качества;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Реология жидкофазных систем» является дисциплиной вариативной части прикладного бакалавриата

Пререквизиты дисциплины:

1. Органическая химия,
2. Физика полимеров,
3. Химия полимеров,
4. Процессы и аппараты химических производств

## 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
ОПК-1	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 естественно

		научных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК-2	Частичный	<i>Знать</i> понятия о пространственно-временных закономерностях, строении полимеров; <i>Уметь</i> использовать знания о современной физической картине мира, <i>Владеть</i> пониманием окружающего мира и явлений природы и в частности протекающих процессов в области переработки полимеров
ПК-1	Частичный	<i>Знать</i> фундаментальные свойства полимерных материалов <i>Уметь</i> использовать теоретические знания для измерения основных параметров технологического процесса, <i>Владеть</i> способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с новыми знаниями о теории переработки полимеров
ПК-5	Частичный	<i>Знать</i> параметры вредных факторов для внедрения процессов переработки полимеров <i>Уметь</i> измерять и оценивать уровни запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест при внедрении новых процессов <i>Владеть</i> способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда при внедрении процессов основанных на новых теоретических представлениях о переработке полимеров

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ 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 (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение. Природа, структура и свойства полимеров. Структурообразование в полимерах	5	1-4	6		6	24	8/66,7	
2	Растворы полимеров. Классификация растворителей.	5	5-6	6		6	30	8 / 66,7	Рейтинг - контроль №1
3	Смешение. Описание смесей. Ламинарное смешение жидких полимерных систем. Процессы при смешении	5	7-8	4		4	15	5 / 62,5	
4	Создание давления в расплавах полимеров в процессе переработки	5	9-10	4		4	15	5 / 62,5	
5	Тепловые процессы в переработке пластических масс. Термодинамические константы полимеров. Разогрев и плавление полимеров	5	11-14	8		8	30	10 / 62,5	Рейтинг-контроль №2
6	Реология растворов и расплавов	5	15-18	8		8	30	10 / 62,5	Рейтинг-контроль №3

полимеров. Основные реологические эффекты. Течение расплава в капилляре. Эффект входа. Эффект выхода. Создание давления в процессах переработки пластических масс. Червячный насос. Течение расплава в литьевой форме								
<b>Всего за 5 семестр:</b>			36		36	144	46 / 63,8	экзамен (36)
<b>Наличие в дисциплине КП/КР</b>								
<b>Итого по дисциплине</b>			36		36	144	46 / 63,8	экзамен (36)

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Введение. Структурообразование в полимерах.

Природа, структура и свойства полимеров. Структурообразование в полимерах. Влияние температуры и давления на процессы кристаллизации.

Тема 2. Растворимость полимеров.

Механизм взаимодействия полимера и жидкости. Природа растворов полимеров. Набухание полимеров и его характеристика. Факторы, определяющие набухание и растворение полимеров. Особенности свойств растворов полимеров. Взаимодействие молекул в растворах полимеров. Ассоциация и сольватация. Процесс структурообразования. Устойчивость полимерных материалов к растворителям. «Хорошие», «плохие» - растворители. Понятие о диаграммах температура - состав систем полимер - растворитель с точки зрения правила фаз Гиббса. Критерии взаимодействия полимеров с растворителем.

Явление пластификации. Пластификаторы, их типы. Требования к пластификаторам как растворителям для полимеров. Совместимость в системе полимер - пластификатор и ее характеристика. Влияние пластификаторов на температуры стеклования и текучести. Методы введения пластификатора в полимер. Внутренняя пластификация. Антипластификация. Взаимная растворимость полимеров. Совместимость в системе полимер- полимер.

.Тема 3. Смешение в переработке полимеров.

Описание смесей. Химические процессы при смешении. Макрооднородность. Ламинарное смешение растворов полимеров.

Тема 4. Создание давления в процессе переработки.

Создание давления за счет сжатия полимерной системы. Создание давления за счет сил вязкого трения. Литье под низким давлением, заливка под действием гравитации.

Тема 5. Тепловые процессы в переработке пластических масс.

Термодинамические константы полимеров. Разогрев и плавление полимеров. Стационарные и нестационарные процессы. Диэлектрический разогрев.

Тема 6. Реология расплавов полимеров

Реология растворов и расплавов полимеров. Основные реологические эффекты. Течение расплава в капилляре. Эффект входа. Эффект выхода. Создание давления в процессах переработки пластических масс. Червячный насос. Течение расплава в литьевой форме

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

Тема 1. Структурообразование в процессах переработки пластических масс.

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа №1. Изучение надмолекулярной структуры полимеров.

Тема 2. Растворы полимеров.

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа №2. Исследование растворимости полимеров в различных растворителях.

Тема 3. Реологические характеристики растворов и расплавов полимеров.

Содержание лабораторных занятий: Лабораторная работа №3, лабораторная работа № 4. Исследование реологических характеристик полимеров на капиллярных вискозиметрах

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Современные полимерные композиционные материалы» 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)

- Деловые и ролевые игры (тема № 4,5)
- Разбор конкретных ситуаций (тема № 4,5,6)

## **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):

Рейтинг - контроль №1

1. Природа полимеров.
2. Структурообразование в полимерах.
3. Влияние температуры на кинетику кристаллизации и морфологию полимеров.
4. Отжиг полимеров.
5. Влияние давления на процесс кристаллизации.
6. Деформационная кристаллизация и кристаллизация вызванная течением.
7. Холодная вытяжка.
8. Характеристика сыпучих полимеров.
9. Распределение напряжений в бункере с сыпучим полимером.
10. Плотность как функция состояния полимеров.

Рейтинг - контроль №2

1. Теплоёмкость полимеров.
2. Теплопроводность полимеров.
3. Диффузия низкомолекулярных продуктов в полимерах.
4. Классификация методов разогрева материала.
5. Плавление полимеров за счет теплопроводности.
6. Диэлектрический разогрев полимеров.
7. Классификация методов создания давления.
8. Создание давления за счет сил вязкого трения.
9. Червячный насос для перекачки сред с аномально-высокой вязкостью.
10. Параметры сдвиговой деформации.

Рейтинг - контроль №3

1. Нормальные напряжения. Эффекты, вызываемые первой и второй разностями нормальных напряжений.
2. Тензор напряжений.
3. Гидродинамика ньютоновской и неньютоновской жидкости.

4. Степенная жидкость.
5. Течение расплава в капилляре.
6. Эффект входа.
7. Эффект выхода.
8. Течение расплава в литьевой форме.
9. Отверждение расплава в литьевой форме.
10. Основные определения и механизмы смешения.
11. Описание смесей. Макрооднородность.
12. Степень и интенсивность разделения.
13. Ламинарное смешение.
14. Химические процессы, протекающие при смешении

### **Вопросы к экзамену**

1. Природа полимеров.
2. Структурообразование в полимерах.
3. Влияние температуры на кинетику кристаллизации и морфологию полимеров.
4. Отжиг полимеров.
5. Влияние давления на процесс кристаллизации.
6. Деформационная кристаллизация и кристаллизация вызванная течением.
7. Холодная вытяжка полимеров.
8. Характеристика сыпучих полимеров.
9. Распределение напряжений в бункере с сыпучим полимером.
10. Плотность полимеров.
11. Теплоёмкость полимеров.
12. Теплопроводность полимеров.
13. Диффузия низкомолекулярных веществ в полимерах.
14. Классификация методов разогрева полимерного материала.
15. Плавление за счет теплопроводности.
16. Диэлектрический разогрев полимеров.
17. Классификация методов создания давления.
18. Создание давления за счет сил вязкого трения.
19. Червячный насос.
20. Параметры сдвиговой деформации.
21. Нормальные напряжения. Эффекты, вызываемые первой и второй разностями нормальных напряжений.

22. Тензор напряжений.
23. Гидродинамика ньютоновской и неньютоновской жидкости.
24. Степенная жидкость.
25. Течение расплава в капилляре.
26. Эффект входа.
27. Эффект выхода.
28. Течение расплава в литьевой форме.
29. Отверждение расплава в литьевой форме.
30. Основные определения и механизмы смешения.
31. Описание смесей. Макрооднородность.
32. Степень и интенсивность разделения.
33. Ламинарное смешение.
34. Химические процессы, протекающие при смешении

### **Самостоятельная работа студентов**

Целью самостоятельной работы являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Самостоятельная работа заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и дополнительной литературе, подготовке к лабораторным и практическим занятиям, оформлении 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 профессионально ориентированный характер, требующий самостоятельной творческой работы студента.

### **Темы рефератов**

1. Общая классификация полимеров и полимерных композиций.
2. Надмолекулярные структуры в полимерах.
3. Процессы смешения в технологии пластмасс.
4. Процессы создания давления в процессах переработки полимеров.
5. Вискозиметры для определения реологических характеристик расплавов полимеров
6. Разогрев полимеров токами высокой частоты.
7. Разогрев полимеров ультразвуком.
8. Растворы полимеров.
9. Теплофизические характеристики полимеров и методы их определения.
10. Математическое моделирование в процессах переработки полимеров.

11. Особенности реологии полиэтилентерефталата. Свойства и применение.
12. Методы определения молекулярной массы полимеров.
13. Дендримеры.
14. Полимеры с лестничной структурой.
15. Методы изучения надмолекулярной структуры полимеров.

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	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
<b>Основная литература</b>			
1. Бортников, В. Г.. Производство изделий из пластических масс : учебное пособие для вузов : в 3 т. / В. Г. Бортников .— Казань : Дом печати, 2001-2004. Т. 2: Технология переработки пластических масс .— 2002 .— 399 с. : ил. — Библиогр.: с. 395-399 .— ISBN 5-94259-056-7.	2004	26	
2. Производство изделий из полимерных материалов : учебное пособие для вузов по специальности 240502 "Технология переработки пластических масс и эластомеров" / В. К. Крыжановский [и др.] ; под общ. ред. В. К. Крыжановского .— Санкт-Петербург : Профессия, 2004 .— 460 с.— ISBN 5-93913-064-X.	2004	18	
<b>Дополнительная литература</b>			
1.Айнштейн В. Г. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : [Электронный ресурс] : в 2 кн. / В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов [и др.]; Под ред. В.Г. Айнштейна. - 5-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 1758 с.	2002	5	
2.Сироткин О. С. Основы современного материаловедения: Учебник/О.С.Сироткин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 364 с.	2015	4	

### 7.2. Периодические издания.

- журнал «Известия ВУЗов. Химия и химическая технология»;
- журнал «Химическая промышленность сегодня»;

- журнал «Бутлеровские сообщения»;
- журнал «Башкирский химический журнал»;

### **7.3. Интернет-ресурсы**

1. Каталог полимерных ресурсов интернет – Пластикс [www.plastics.ru](http://www.plastics.ru)

2. Электронные библиотечные системы библиотеки ВлГУ (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

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

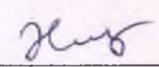
Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в ауд. 430, корп. 1 «Лаборатория общей химической технологии».

Перечень используемого 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

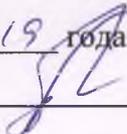
Рецензент,

(представитель работодателя)

Директор ОАО «Технологии» \_\_\_\_\_  С.В. Новикова

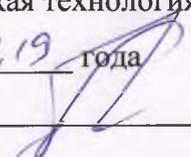
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ

Протокол № 01 от 02.09.19 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  Ю.Т. Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 18.03.01 «Химическая технология».

Протокол № 01 от 02.09.19 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_  Ю.Т. Панов

## Рецензия на рабочую программу

дисциплины «Реология жидкофазных систем» направления 18.03.01 «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 18.03.01 «Химическая технология» и необходимых для присвоения им квалификации бакалавр 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 написание реферата.

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 бакалавров направления 18.03.01 «Химическая технология».

Рецензент, директор ОАО «Технологии»



С.В. Новикова