

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)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

А.А. Панфилов

« 02 » 09 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ  
ПЛАСТМАСС»**

Направление подготовки 18.04.01 «Химическая технология»

Профиль/программа подготовки "Химическая технология переработки пластических масс и композиционных материалов"

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
3	5 / 180		18	36	126	Зачет с оценкой
<b>Итого</b>	<b>5 / 180</b>		<b>18</b>	<b>36</b>	<b>126</b>	<b>Зачет с оценкой</b>

Владимир 2019

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс имеет **целью** сформировать основы знаний по математическому моделированию ХТП в переработке пластических масс, что подготовит студента к освоению дальнейших дисциплин по технологии переработки пластмасс и композиционных материалов.

### Задачи дисциплины.

Курс должен обеспечить понимание магистром методов математического моделирования, этапов построения математического описания ХТП на основе блочного метода математического моделирования, предоставить ему знания и навыки, необходимые для грамотного отыскания точек приложения новых навыков при исследовании процессов в химической технологии.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование процессов переработки пластмасс» относится к вариативной части учебного плана.

Пререквизиты дисциплины:

- Математика.
- Информатика.
- Процессы и аппараты химической технологии.
- Моделирование ХТП.

## 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
<b>ОК-1</b> способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу.	Частичное	<b>Знать:</b> элементы и этапы математического моделирования; <b>уметь:</b> анализировать информацию, полученную в ходе эксперимента и обработки данных; <b>владеть:</b> навыками расчета химико-технологических процессов и систем.
<b>ОПК-4</b> готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	Частичное	<b>Знать:</b> методы математического моделирования материалов и процессов; <b>уметь:</b> выбирать методы математической обработки результатов и планирования экспериментальных исследований; <b>владеть:</b> методами расчета и анализа математического описания технологических процессов.
<b>ПК-2</b>	Частичное	<b>Знать:</b> способы поиска и обработки результатов

готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи		экспериментальных данных, полученных в ходе моделирования ХТП; <b>уметь:</b> систематизировать и обрабатывать информацию, полученную в ходе активного или пассивного эксперимента; <b>владеть:</b> методами обработки, анализа и систематизации информации по моделированию ХТП.
--	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 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	<b>Тема 1.</b> Теоретические основы математического моделирования	3	1		2		20		
2	<b>Тема 2.</b> Гидродинамические модели структуры потоков в аппаратах и их роль в составлении математических моделей	3	3		2	8	10	10/100	
3	<b>Тема 3.</b> Искусственный интеллект	3	5		2		10	2/100	Рейтинг-контроль № 1
4	<b>Тема 4.</b> Основы создания статистических математических описаний. Корреляционный и регрессионный анализы.	3	7-9		4	4	20	4/50	
5	<b>Тема 5.</b> Теоретические основы создания детерминированных математических описаний. Построение мо-	3	11		2	8	30	8/80	

	дели при прессовании изделий								
6	<b>Тема 6.</b> Математическое описание и расчет экструзии для режима нормальной эксплуатации и охлаждения изделий на выходе из системы	3	13		2	8	10	8/80	Рейтинг-контроль №2
7	<b>Тема 7.</b> Математическое описание (тепловой расчет) установки для тепловлажностной обработки при вспенивании изделий	3	15		2	4	16	4/67	
8	<b>Тема 8.</b> Математическое моделирование при решении задач оптимальности	3	17-18		2	4	10	4/67	Рейтинг-контроль № 3
	<b>Всего за 3 семестр:</b>	<b>3</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>126</b>	<b>40/74</b>	<b>Зачет с оценкой</b>
	Наличие в дисциплине КП/КР					–			
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>3</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>123</b>	<b>40/74</b>	<b>Зачет с оценкой</b>

### Содержание практических занятий по дисциплине

#### Тема 1.

##### Содержание практических занятий.

Теоретические основы математического моделирования. Основные законы, используемые при составлении математических описаний. Блочный метод математического моделирования.

#### Тема 2.

##### Содержание практических занятий.

Гидродинамические модели структуры потоков в аппаратах и их роль в составлении математических моделей. Модели идеального смешения и вытеснения, ячеечная модель, однопараметрическая диффузионная модель и комплексные гидродинамические модели.

#### Тема 3.

##### Содержание практических занятий.

Искусственный интеллект. Что такое искусственный интеллект. История искусственного интеллекта как нового научного направления. Эволюционное моделирование.

#### Тема 4.

##### Содержание практических занятий.

Основы создания статистических математических описаний. Корреляционный и регрессионный анализы. Проверка опытов на воспроизводимость. Общий вид стохастических математических описаний. Пассивный эксперимент, составление плана пассивного эксперимента, обработка результатов эксперимента методом наименьших квадратов. Активный эксперимент. Составление плана активного эксперимента средствами Matlab и оценка адекватности полученного математического описания.

#### Тема 5.

##### Содержание практических занятий.

Теоретические основы создания детерминированных математических описаний. Построение модели при прессовании изделий. Математическое моделирование теплового режима процесса прессования.

#### **Тема 6.**

##### **Содержание практических занятий.**

Математическое описание и расчет экструзии для режима нормальной эксплуатации и охлаждения изделий на выходе из системы. Математическое описание теплового режима в первой зоне экструдера.

#### **Тема 7.**

##### **Содержание практических занятий.**

Математическое описание (тепловой расчет) установки для тепловлажностной обработки при вспенивании изделий.

#### **Тема 8.**

##### **Содержание практических занятий.**

Математическое моделирование и его роль при решении задач оптимизации. Критерий оптимальности или целевая функция.

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

#### **Тема 2.**

##### **Содержание лабораторных занятий.**

Исследование работы аппарата идеального смешения (идеального вытеснения).

Исследование влияния ячеек на переходный процесс.

#### **Тема 4.**

##### **Содержание лабораторных занятий.**

Математическое описание процессов переработки пластмасс с применением полного двухфакторного эксперимента.

#### **Тема 5.**

##### **Содержание лабораторных занятий.**

Математическое описание процесса прессования.

Исследование влияния толщины изделия и скорости нагрева на температурный градиент.

#### **Тема 6.**

##### **Содержание лабораторных занятий.**

Математическое описание и расчет экструзии для режима нормальной эксплуатации.

Математическое описание и расчет экструзии для пускового режима .

#### **Тема 7.**

##### **Содержание лабораторных занятий.**

Тепловой расчет установки для тепловлажностной обработки при вспенивании изделий.

#### **Тема 8**

##### **Содержание лабораторных занятий.**

Нахождение оптимальных условий протекания процесса с применением методов математического моделирования.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «*Математическое моделирование процессов переработки пластмасс*» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема № 2, тема № 3);*

- Групповая дискуссия (тема № 1, тема № 8);
- Применение имитационных моделей (тема № 2, тема № 4);
- Разбор конкретных ситуаций (темы № 5, 6, 7, 8)

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

### **Рейтинг-контроль № 1.**

1. Цели и задачи моделирования.
2. Структура технологического процесса.
3. Назовите этапы создания нового производственного процесса.
4. Сущность физического моделирования.
5. Назовите этапы построения математического описания технологического процесса.
6. Определите классификацию математических моделей.
7. Гидродинамические модели.
8. Математическая модель аппарата идеального вытеснения.
9. Ячеечная модель аппарата.
10. Диффузионная однопараметрическая модель аппарата
11. Понятие искусственного интеллекта (ИИ).
12. История создания ИИ.
13. Проблемы ИИ.
14. Схема алгоритма эволюции ИИ.
15. Имитационный подход к построению систем ИИ.

### **Рейтинг-контроль № 2.**

1. С какой целью проводят оценку воспроизводимости опытов.
2. Каким образом ведут расчет критерия Кохрена?
3. Назначение корреляционного анализа.
4. Каким образом ведут расчет коэффициента корреляции?
5. Дайте определение функции отклика, факторного пространства, поверхности отклика.
6. Запишите уравнение регрессии и поясните его составляющие.
7. Определите различие пассивного и активного эксперимента.
8. Приведите алгоритм построения статистической модели для пассивного эксперимента.
9. Приведите алгоритм построения статистической модели для активного эксперимента.
10. Определите теоретические основы детерминированном подходе.
11. Нарисуйте блок-схему нагрева матрицы пресс-формы.
12. Определите математическое описание процесса нагрева пресс-формы.

### **Рейтинг-контроль № 3.**

1. Опишите математическую модель процесса экструзии для процессов нормальной эксплуатации.
2. Нарисуйте блок-схему математического описания теплового режима зоны пластикации.
3. Математическое описание охлаждения изделия на выходе из экструдера.
4. Опишите математическую модель установки для тепловлажностной обработки при вспенивании изделий.

5. Нарисуйте схему формы для тепловлажностной обработки полимерных изделий.
6. Нарисуйте график тепловой обработки изделий в форме для вспенивания.
7. Дайте понятие оптимальности.
8. Критерий оптимальности, его нахождение.
9. Решение задач оптимальности.
10. Расчет оптимального режима термообработки при получении пенокарбидов титана.

### **Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебной литературой, представленной в библиотеке ВлГУ, электронным залом ВлГУ, Интернет-ресурсами, доступом к электронным библиотечным фондам.

#### **Вопросы для самостоятельной проработки**

1. Цели и задачи моделирования.
2. Сущность физического моделирования.
3. Классификация математических моделей.
4. Гидродинамические модели.
5. Математическая модель аппарата идеального вытеснения.
6. Ячеечная модель аппарата.
7. Диффузионная однопараметрическая модель аппарата
8. Понятие искусственного интеллекта. История создания. Перспективы развития.
9. Оценка воспроизводимости результатов эксперимента.
10. Корреляционный анализ.
11. Регрессионный анализ.
12. Теоретические основы создания детерминированных математических моделей.
13. Корреляционный анализ.
14. Регрессионный анализ.
15. Математическое описание и расчет экструзии для режима нормальной эксплуатации.
16. Математическое описание охлаждения изделия на выходе из экструдера. Тепловой расчет установки при вспенивании изделий.
17. Общая постановка задач оптимизации.
18. Математические модели процессов и их роль в решении оптимальных задач.
19. Расчет оптимального режима термообработки при получении пенокарбидов титана.

#### **Вопросы к зачету с оценкой.**

1. Цели и задачи моделирования.
2. Сущность физического моделирования.
3. Классификация математических моделей.
4. Гидродинамические модели.
5. Математическая модель аппарата идеального вытеснения.
6. Ячеечная модель аппарата.
7. Диффузионная однопараметрическая модель аппарата
8. Понятие искусственного интеллекта. История создания. Перспективы развития.
9. Оценка воспроизводимости результатов эксперимента.
10. Корреляционный анализ.
11. Регрессионный анализ.
12. Теоретические основы создания детерминированных математических моделей.
13. Корреляционный анализ.
14. Регрессионный анализ.

15. Математическое описание и расчет экструзии для режима нормальной эксплуатации.
16. Математическое описание охлаждения изделия на выходе из экструдера. Тепловой расчет установки при вспенивании изделий.
17. Общая постановка задач оптимизации.
18. Математические модели процессов и их роль в решении оптимальных задач.
19. Расчет оптимального режима термообработки при получении пенокарбидов титана.

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
Основная литература			
1. <b>Кафаров, Виктор Вячеславович.</b> Методы кибернетики в химии и химической технологии : учебник для вузов / В. В. Кафаров .— Изд. 4-е, перераб. и доп. — Москва : Химия,— 448 с. : ил. — (Для высшей школы) .— Библиогр.: с. 414.	1985	5	
2 <b>Закгейм, Александр Юделевич.</b> Введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие для вузов / А. Ю. Закгейм .— 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Химия.— 288 с. : ил., табл. — (Химическая кибернетика) .— Библиогр.: с. 279-280 .	1982	40	
3. <b>Барабанов, Николай Николаевич.</b> Расчеты химико-технологических процессов в системе MatLab : учебное пособие / Н. Н. Барабанов, В. Т. Земскова ; Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григо-	2011		<a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3052">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3052</a>



рьевича Столетовых (ВлГУ) . — Владимир : — 102 с. : ил., табл. — Имеется электрон- ная версия . — Библиогр.: с. 101.			
<b>Дополнительная литература</b>			
1. Моделирование техноло- гических и природных си- стем. Под ред. Ю.Т.Панова. Учебное пособие – Тамбов: Изд-во Першина Р.В.	2014	35	
2. <b>Ахназарова, Светлана Лазаревна.</b> Методы оптими- зации эксперимента в хими- ческой технологии : учебное пособие для вузов / С. Л. Ах- назарова, В. В. Кафаров .— Изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва : Высшая школа, 1985 .— 327 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 318.	1985	53	
3. <b>Кафаров, Виктор Вяче- славович.</b> Математическое моделирование основных процессов химических про- изводств : учебник для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов .— Москва : Высшая шко- ла.— 400 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 365-366 .— ISBN 5-06-002066-5.	1991	7	

## 7.2. Периодические издания

1. Известия высших учебных заведений: науч.-техн. журн. Химия и химическая техноло-  
гия. Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново: [б. и.], ISSN 0579-2991.

## 7.3. Интернет-ресурсы

1. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ре-  
сурс]/А.М. Гумеров, Н.Н. Валеев, В.М.Емельянов. – М: КолосС, 2008,  
<http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785953206310-SCN0004.html>

2. Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета  
Matlab: Учебное пособие/Ф.И.Карманов, В.А.Острейковский – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М.  
2015 (<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=508241>)

3. Плохотников К.Э. Вычислительные методы. Теория и практика в среде Matlab: курс лек-  
ций. Учебное пособие. – М.: Инфа-М. 2013. 496 с. (электр. ресурс  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203548.html>).

4. Прикладные информационные технологии: Учебное пособие/Е.Л.Федотова, Е.М. Портнов. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М. 2013. (Электр. Ресурс <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=392462>)

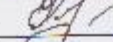
5.Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: Учебное пособие/А.Ю.Закгейм. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Логос., 2012. 304 с. (Электр. Ресурс <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4>)

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

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий практического и лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лабораторные и практические работы проводятся в специализированном компьютерном классе (ауд. 320 1 корпус)

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения Windows 7; Microsoft Open License 62857078; MS Office 2010 Microsoft Open License 65902316, Matlab – 12.

Рабочую программу составил доцент кафедры ХТ  В.Т. Земскова

Рецензент: Зам. директора ООО «Технолог»  Е.Ю. Рубцова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ

Протокол № 01 от 22.09 2019 года

Заведующий кафедрой  Ю.Т. Иванов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 18.04.01 «Химическая технология»

Протокол № 01 от 22.09 2019 года

Председатель комиссии  Ю.Т. Иванов

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

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 \_\_\_\_\_

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**Рецензия**  
**на рабочую программу «Математическое моделирование процессов переработки пластмасс» для академической магистратуры направления 18.04.01 «Химическая технология переработки пластмасс и композиционных материалов» очной формы обучения доцента Земсковой Валентины Тимофеевны**

На рецензирование представлена рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование процессов переработки пластмасс» для магистров направления 18.04.01 «Химическая технология переработки пластмасс и композиционных материалов» очной формы обучения доцента Земсковой В.Т.

В рабочей программе четко сформулирована цель освоения студентами данной дисциплины и задачи, которые позволяют достигнуть эту цель.

В соответствии с ФГОС ВО в программе перечислены компетенции, в формировании которых участвует данная дисциплина.

Объем дисциплины соответствует учебному плану направления. Тематический план дисциплины представлен с указанием количества всех форм занятий, в том числе и в интерактивной форме, перечислены все контрольные мероприятия текущей и промежуточной аттестации. Тематический план составлен достаточно подробно и можно делать вывод, что содержание дисциплины полностью соответствует современным тенденциям развития науки и техники.

В рабочей программе приведены оценочные средства в виде вопросов и тестов, по которым проводятся рейтинги, даны методические указания и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента как неотъемлемой части образовательного процесса. Все это позволяет преподавателю объективно оценить результаты освоения дисциплины.

В рабочей программе представлена учебно-методическая литература: основная, которая формирует основные результаты образования и заявленные компетенции, и дополнительная необходимая для наиболее глубокого освоения материала и развития творческих и интеллектуальных способностей студента.

Таким образом, представленная рабочая программа доцента Земсковой В.Т., составлен в полном соответствии с требованиями ФГОС ВО и может быть использована при подготовке магистров направления 18.04.01.

Рецензент  
Директор ООО «Технолог»



Е.Ю.Рубцова