

Министерство образования и науки 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

« 22 » 04 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.04.5 «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 промежу- точного кон- троля (экз./зачет)
3	5 / 180		18	36	126	Зачет с оценкой
Итого	5 / 180		18	36	126	Зачет с оценкой

## 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 относится к вариативной части учебного плана подготовки магистра. Особенностью курса водной инженерии является использование и углубление тех знаний по дисциплинам, которые студенты приобретают при изучении в бакалавриате - процессы и аппараты химической технологии, моделирование химико-технологических процессов, системы управления химико-технологическими процессами. Знания, полученные в данном курсе необходимы для дальнейшего применения в научно-исследовательской работе и выполнения ВКР.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### **1) знать:**

- элементы и этапы математического моделирования (ОК-1);
- методы математического моделирования материалов и процессов (ОПК-4);
- способы поиска и обработки результатов экспериментальных данных, полученных в ходе моделирования ХТП (ПК-2).

### **2) уметь:**

- анализировать информацию, полученную в ходе эксперимента и обработки данных (ОК-1);
- выбирать методы математической обработки результатов и планирования экспериментальных исследований (ОПК-4);
- систематизировать и обрабатывать информацию, полученную в ходе активного или пассивного эксперимента (ПК-2).

### **3) владеть:**

- навыками расчета химико-технологических процессов и систем (ОК-1);
- методами расчета и анализа математического описания технологических процессов (ОПК-4);
- методами обработки, анализа и систематизации информации по моделированию ХТП (ПК-2).

В процессе ознакомления дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу (ОК- 1);

готовность к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов, к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез (ОПК-4);

готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 час.

№ п/п	Раздел (тема) 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	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	<b>Тема 1.</b> Теоретические основы математического моделирования	3	1-2		2	8		20		2 / 20	
2	<b>Тема 2.</b> Гидродинамические модели структуры потоков в аппаратах и их роль в составлении математических моделей	3	3-4		2			10		2 / 100	
3	<b>Тема 3.</b> Искусственный интеллект	3	5-6		2			10		2 / 100	Рейтинг-контроль № 1
4	<b>Тема 4.</b> Основы создания статистических математических описаний. Корреляционный и регрессионный анализы.	3	7-10		4	28		50		14 / 44	
5	<b>Тема 5.</b> Теоретические основы создания детерминированных математических описаний. Построение модели при прессовании изделий	3	11-12		2			8		2 / 100	
6	<b>Тема 6.</b> Математическое описание и расчет экструзии для режима нормальной эксплуатации и охлаждения изделий	3	13-14		2			10		2 / 100	Рейтинг-контроль № 2

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр		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)
		Неделя семестра		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
	на выходе из системы										
7	Тема 7. Математическое описание (тепловой расчет) установки для тепловлажностной обработки при вспенивании изделий	3	15 - 16		2				8		2 / 100
8	Тема 8. Математическое моделирование при решении задач оптимальности	3	17 - 18		2				10		2 / 100
	<b>Зачет с оценкой</b>										
<b>Всего</b>		3			18	36			126		28 / 52
											<b>Зачет с оценкой</b>

#### 4.1. Перечень тем практических занятий

1. Теоретические основы математического моделирования (практическое занятие 1).
2. Гидродинамические модели структуры потоков в аппаратах и их роль в составлении математических моделей (практическое занятие 2).
3. Искусственный интеллект (практическое занятие 3).
4. Основы создания статистических математических описаний. Корреляционный и регрессионный анализы (практическое занятие 4, 5).
5. Теоретические основы создания детерминированных математических описаний. Построение модели при прессовании изделий (практическое занятие 6).
6. Математическое описание и расчет экструзии для режима нормальной эксплуатации и охлаждения изделий на выходе из системы (практическое занятие 7).

7. Математическое описание (тепловой расчет) установки для тепловлажностной обработки при вспенивании изделий (практическое занятие 8).

8. Математическое моделирование при решении задач оптимальности (практическое занятие 9).

#### **4.2. Перечень тем лабораторных занятий**

*Лабораторное занятие 1, 2.* Техника безопасности. Математическое описание процессов переработки пластмасс с применением полного двухфакторного эксперимента. (8 ч.)

*Лабораторное занятие 3-5.* Применение трехфакторного полного эксперимента на примере переработки пластических масс и композитов (12 ч.)

*Лабораторное занятие 6-9.* Получение математического описания процессов переработки полимеров с применением активного эксперимента при использовании детерминированных планов (16 ч.).

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Математическое моделирование процессов переработки пластмасс» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем на практических занятиях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении лабораторных работ,

*Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения пре-

подавателя и студента при выполнении домашних индивидуальных заданий. подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам.

4. Для целенаправленного и эффективного формирования запланированных компетенций у обучающихся, выбраны следующие сочетания форм организации учебного процесса и методов активизации образовательной деятельности:

- при выполнении лабораторных работ: работа в команде, метод выборочных ответов, исследовательский метод, анализ конкретных ситуаций (case-study);

- при проведении практических занятий: интерактивные занятия, опережающая самостоятельная работа, "мозговой штурм" (выборочно по списку группы определяются студенты, которые отвечают на вопросы преподавателя по предыдущей теме);

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

### **6.1. Формирование рейтинговой оценки. Критерии и методы оценки качества знаний студентов по дисциплине «Математическое моделирование процессов переработки пластмасс»**

Текущий контроль знаний студентов осуществляется посредством рейтинговой оценки знаний студентов.

В соответствии с рейтинговой системой, текущий контроль производится трижды в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (выполнение лабораторных работ).

Промежуточная аттестация (зачет с оценкой) проводится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

При оценке знаний студентов преподаватель должен руководствоваться следующими критериями для обеспечения объективного подхода к выставлению оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»:

- оценка «отлично» выставляется за глубокие, исчерпывающие ответы на вопросы зачета, изложенные последовательно, грамотно, с обоснованием представленных положений, использованием не только основных тем курса и учебника, но и монографической литературы;

- оценка «хорошо» выставляется за правильные ответы на вопросы зачета, причем они должны быть изложены грамотно и по существу вопроса, без существенных неточностей;

- оценка «удовлетворительно» выставляется за такие ответы, в которых частично изложен основной материал, но не приводятся детали, допущены неточности в формулировках, нарушена последовательность изложения, допущено недостаточное знание практических вопросов;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется за отсутствие ответов на два вопроса билета, или неполные ответы на них, в которых допущены существенные ошибки.

Пересчет итогового рейтингового балла в оценку приведен в таблице.

*Таблица*

Шкала пересчета итогового рейтингового балла в оценку

Итоговый рейтинговый балл	Оценка
$\geq 91$	отлично
75-90	хорошо
60-74	удовлетворительно
$<60$	неудовлетворительно

## 6.2. Вопросы к рейтинг-контролю.

### Рейтинг-контроль № 1.

1. Цели и задачи моделирования.
2. Структура технологического процесса.
3. Назовите этапы создания нового производственного процесса методом физического моделирования.
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.

### **6.3. Темы для самостоятельного изучения**

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

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.

#### **6.4. 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.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) основная литература**

1. Моделирование технологических и природных систем: учеб. пособие / Под общ. ред. Ю.Т. Панова.- Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2014.- 154 с. 20 экз. в библиотеке ВлГУ.
2. Математическое моделирование химико-технологических процессов / Ас. М. Гумеров, Н. Н. Валеев, Аз. М. Гумеров, В. М. Емельянов. - М. : КолосС, 2013.
3. Системный анализ химико-технологических процессов как объектов управления и методы настройки регуляторов : учебное пособие / Ю.Л. Павлов, Н.Н. Зиятдинов, Д.А. Рыжов. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013.
4. Математическое моделирование в механике сплошных сред / Р. Темам, А. Миранвиль ; пер. с англ. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2014.

### **б) дополнительная литература**

1. Статистика: теория и практика в Excel: учеб. пособие / В.С. Лялин, И.Г. Зверева, Н.Г. Никифорова. - М. : Финансы и статистика, 2010.
2. Математическое моделирование и планирование эксперимента: метод. указания к выполнению домашнего задания / Н.С. Полякова, Г.С. Дерябина, Х.Р. Федорчук. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010.
3. Моделирование и оптимизация полимерных материалов / Луцейкин Г. А. - М. : КолосС, 2009.
4. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента : учебное пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013.
5. Математическое моделирование процессов кондуктивной теплопередачи в гетерогенных средах с периодической структурой [Электронный ресурс] : Отдельные статьи Горного информационно-аналитического бюллетеня (научно-технического журнала) / Саваторова В.Л., Белый А.А. - М. : Горная книга, 2010.

**в) периодические издания:**

- журнал «Известия ВУЗов. Химия и химическая технология»;
- журнал «Химическая промышленность сегодня»;
- журнал «Фундаментальные проблемы современного материаловедения»;
- журнал «Бутлеровские сообщения»;
- журнал «Башкирский химический журнал»;
- журнал «Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология»;
- журнал «Современные наукоемкие технологии»

**г) интернет-ресурсы:**

- сайты ведущих научных журналов по химической технологии и биотехнологии;
- электронные библиотечные системы (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

**8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

- 1) интерактивные практические занятия (наборы презентаций);
- 2) лаборатория для проведения лабораторных занятий (ауд. 320, корп. 1).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.04.01 «Химическая технология».

Рабочую программу составил  
Рецензент  
(представитель работодателя)

д.т.н., профессор Христофорова И.А.

зам. генерального директора по научно-технологическому развитию ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н. Лазарев Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ.

Протокол № 8 от 22.04.16 года

Заведующий кафедрой

Панов Ю.Т.

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

Протокол № 6/1 от 22.04.16 года

Председатель комиссии

Панов Ю.Т.

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

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 4.09.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2018/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 3.09.18 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 10 от 1.07.19 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 «Математическое моделирование процессов переработки пластмасс» для студентов направления 18.04.01 «Химическая технология» очной формы обучения профессора кафедры ХТ Христофоровой И.А.

На рецензирование представлена рабочая программа дисциплины профессора Христофоровой И.А. для студентов направления 18.04.01 «Химическая технология» очной формы обучения.

В рабочей программе четко сформулирована цель освоения студентами данной дисциплины и задачи, выполнение которых позволяет достигнуть обозначенную цель.

В соответствии с ФГОС ВО в программе перечислены компетенции, в формировании которых участвует данная дисциплина. Определены и четко согласованы с соответствующими компетенциями результаты образования.

Объем дисциплины соответствует учебному плану направления. Тематический план дисциплины представлен с разбиением по неделям, с указанием количества всех форм занятий, в том числе в интерактивной форме. Перечислены контрольные мероприятия текущей и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. В части содержания дисциплины тематический план представлен достаточно подробно, что позволяет составить представление о материале практических занятий, тематике лабораторных занятий и сделать вывод о том, что содержание дисциплины полностью соответствует современным тенденциям развития науки и техники в области химической технологии.

В рабочей программе содержатся оценочные средства в виде вопросов к зачету, заданий для проведения рейтинг-контроля, которые позволяют преподавателю объективно оценить результаты освоения дисциплины в процессе и в конце обучения. Даны методические указания и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента как неотъемлемой составной части образовательного процесса.

Описаны технологии обучения, применяемые автором для активизации образовательного процесса для всех форм занятий: лекций, лабораторных занятий, самостоятельной работы.

В рабочей программе перечислена учебно-методическая литература, рекомендованная автором для изучения дисциплины: основная, которая формирует основные результаты образования и заявленные компетенции, и дополнительная (в том числе интернет-ресурсы), необходимая для более глубокого освоения основных положений дисциплины и развития творческих и интеллектуальных способностей студентов.

Заявленное в рабочей программе материально-техническое обеспечение позволяет реализовать заявленные задачи дисциплины и достигнуть поставленной цели.

Таким образом, представленная рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование процессов переработки пластмасс» профессора Христофоровой И.А. составлена в полном соответствии с требованиями ФГОС ВО и может быть использована при подготовке магистров направления «Химическая технология».

Рецензент:

зам. генерального директора по  
научно-технологическому развитию  
ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н.



Пазарев Е.В.