

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

« 05 » 09 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.1.1 ГАЗОНАПОЛНЕННЫЕ ПОЛИМЕРЫ**

Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки: «Технология и переработка полимеров»

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лекций, час.	Прак- тич. за- нятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного кон- троля (экз./зачет)
7	5 (180ч)	18		18	108	Экзамен (36ч)
Итого	5 (180ч)	18		18	108	Экзамен (36ч)

Владимир, 2016

## I ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью курса является теоретическое и практическое изучение основных процессов переработки полимеров в газонаполненные пластмассы. Предусматривается рассмотрение важнейших технологических схем производства газонаполненных пластмасс и принципов проведения технологических процессов. Изучение курса базируется на знании дисциплин «Технология получения и эксплуатационные свойства полимерных материалов» и «Технология переработки пластмасс».

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРУ ОПОП ВО

Дисциплина «Газонаполненные полимеры» изучается в вариативной части программы бакалавриата. Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо для изучения дисциплины «Газонаполненные полимеры»:

1. Технология получения и эксплуатационные свойства полимерных материалов (ознакомление студентов с направлениями, позволяющие модифицировать разнообразные свойства полимеров и изучение разнообразных характеристик термопластов и реактопластов, а также модифицированных природных полимеров);
2. Реология жидкофазных систем (ознакомление студентов с особенностями реологии расплавов полимеров)
3. Технология переработки пластмасс (теоретическое и практическое изучение основ переработки пластмасс с учетом современных представлений о физической сущности технологических процессов переработки полимеров в готовое изделие, предусматривается рассмотрение механических, термодинамических и физико-химических аспектов отдельных стадий в процессе переработки полимеров. Изучение данной дисциплины необходимо для осуществления профессиональной деятельности бакалавра.

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

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

- использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-18);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### Знать:

- методы, способы и средства получения газонаполненных веществ и матери-



алов с помощью физических, физико-химических и химических процессов, производство на их основе изделий различного назначения;

- химические вещества и материалы;
- методы и приборы определения состава и свойства веществ и материалов;
- общие закономерности химических процессов, основные химические производства;
- средства и методы повышения безопасности технических средств и технических процессов;
- правила пожарной безопасности, безопасной работы в химической лаборатории и при работе с химическими веществами.

**Уметь:**

- получать газонаполненные полимеры;
- проводить качественный анализ полученного полимера с использованием химических и физико-химических методов анализа;
- рассматривать возможные варианты протекания химического процесса;
- проводить простейшие расчёты стехиометрических соотношений реагирующих веществ;
- работать в лаборатории с использованием простейшего лабораторного оборудования;
- рассчитывать основные характеристики химического процесса и получаемого полимера.

**Владеть:**

- методами получения газонаполненных полимеров и методами анализа структуры свойств данных материалов;
- методами оказания первой помощи при несчастных случаях в химической лаборатории.

#### IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем уч. раб. с прим. интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости форма промеж. аттестации (по сем.)
				Лекции	Консультации	Семинары	Практ. занятия	Лаб. работы	Конт. работы	СРС		
7 семестр												
	<b>Введение</b>	7	1	1								
1	<b>Классификация и свойства газонаполненных полимеров</b> - классификация пенопластов - морфология газонаполненных полимеров - свойства газонаполненных полимеров	7	1-2	2								
2.	<b>Теория пенообразования</b> - термодинамические процессы при пенообразовании - кинетика процессов пенообразования - процессы стабилизации и разрушение пены - компоненты газонаполненных полимеров	7	3-5	4			4		20	2/50%	Рейтинг – контроль №1	
3.	<b>Пенотермопласты на основе термопластичных полимеров</b> - особенности реологии расплавов газонаполненных термопластов	7	6-9	4			4		20	4/50%	Рейтинг – контроль №2	



	- механизм вспенивания - способы получения пенотермопластов - свойства и применение пенотермопластов										
4.	<b>Пенопласты на основе реакционноспособных олигомеров</b> - особенности пенообразования в пеноматериалах на основе реакционноспособных олигомеров (PCO) - способы получения пенопластов на основе (PCO) - свойства и применение пенопластов на основе PCO	8	10-13	6		6	20	6/50%		Рейтинг – контроль №3	
5.	<b>Пенопласты со специальными свойствами</b> -синтактные пенопласты - сотопласты	8	14-18	2		2	48	2/50%			
	<b>Итого по семестру</b>			18		18	108	18/50%		<b>Экзамен (36ч.)</b>	

### СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

#### **Лекция 1, в которую входит: раздел 1 Классификация и свойства газонаполненных полимеров**

В первом разделе рассматривается введение, понятие пенопласты. Классификация газонаполненных полимеров по способам получения, по применению.

#### **Лекция 2, 3 в которую входит: раздел 3. Теория пенообразования**

В этом разделе речь о термодинамических процессах при пенообразовании, кинетике процессов пенообразования, процессы стабилизации и разрушение пены и о компонентах газонаполненных полимеров.

#### **Лекция 4, 5 в которую входит: раздел 4.**

##### **Пенотермопласты на основе термопластичных полимеров**

Способы получения пенотермопластов. Их классификация. Недостатки и преимущества. Механизм вспенивания термопластов. Особенности реологии расплавов газонаполненных термопластов.

Прессовый метод получения пенотермопластов. Беспрессовый метод получения пенотермопластов. Получение пенотермопластов методом литья под давлением, экструзией. Метод механического вспенивания, автоклавный метод, ротационное



формование. Пенополистирол, пенополивинилхлорид, пенополиолефины, термостойкие пенотермопасты, интегральные пенопласты. Свойства газонаполненных термопластов и применение их.

**Лекция 6, 7, 8 в которую входит: раздел 5.**

### **Пенопласты на основе реакционноспособных олигомеров**

Способы получения термопластов на основе реакционноспособных олигомеров. Особенности пенообразования в пеноматериалах на основе реакционноспособных олигомеров. Заливочный способ, напыление. Недостатки и преимущества.

Пенополиуретаны (ППУ). Сырье. Основные химические реакции. Технология изготовления жесткого и эластичного ППУ. Смесительные головки. Схемы получения. Свойства и применение пенопластов на основе реакционноспособных олигомеров.

**Лекция 9, в которую входит: раздел 6.**

### **Пенопласты со специальными свойствами**

Наполнение пенопластов. Классификация наполнителей. Способы введения наполнителей. Свойства наполненных пенопластов. Карбонизация пенопластов. Свойства и применение.

### **ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:**

Студенты выполняют лабораторные работы для закрепления теоретических знаний и приобретения практического опыта по разделам курса. Лабораторные работы выполняются группой студентов 3-4 человека в соответствии с тематическим планом.

Перечень лабораторных работ:

#### **Раздел 1. Классификация и свойства газонаполненных полимеров**

1. Определение коэффициента теплопроводности пенопластов
2. Определение коэффициента звукопоглощения пенопластов

#### **Раздел 2. Исходные компоненты**

1. Определение газового числа и температуры разложения пенопластов;
2. Определение степени сшивки пенополиэтилена;

#### **Раздел 3. Теория пенообразования**

1. Исследование кинетики разложения порофора и определение газового числа

#### **Раздел 4. Пенотермопласты на основе термопластичных полимеров**

2. Пенотермопласты, получаемые с помощью низкокипящих жидкостей;
3. Получение литьем под давлением пенопласта;

#### **Раздел 5. Пенопласты на основе реакционноспособных олигомеров**

4. Получение эластичных ППУ;
5. Получение жестких ППУ;

6. Получение пенополиэпоксидов заливочным способом;
7. Получение пенопластов на основе феноло-формальдегидных олигомеров;

#### **Раздел 6. Пенопласты со специальными свойствами**

1. Получение синтактных пенопластов.
2. Изготовление трехслойной панели с наполнителем из стеклосотопласта

### **V. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При освоении **лабораторного практикума** студентам предлагается работа в малых группах:

- учебная группа разбивается на несколько небольших групп — по 3-4 человека
- каждая группа получает своё задание
- процесс выполнения задания в группе осуществляется на основе обмена мнениями, оценками.

Часть разделов лекционного курса оформлено в виде слайдов, объяснение к которым дает лектор – 35% аудиторных часов

Некоторые разделы теоретического курса изучаются с использованием **опережающей самостоятельной работы**: студенты получают задание на изучение нового материала до его изложения на лекции.

Для оценки освоения теоретического материала студентами используются традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы).

Таким образом, на интерактивные формы изучения данной дисциплины приходится 50% общего количества часов.



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

**ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ** ЗНАНИЙ ПРОВОДИТСЯ 3 РАЗА ЗА СЕМЕСТР: 5 НЕДЕЛЯ, 10 НЕДЕЛЯ И 14 НЕДЕЛЯ СЕМЕСТРА.

### **ВОПРОСЫ К РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЮ №1**

1. Назовите основные типы газонаполненных материалов;
2. Особенности морфологической структуры пенопластов;
3. Приведите схему классификации газонаполненных полимеров;
4. Назовите факторы, влияющие на физико-механические характеристики пенопластов;
5. Основные методы определения прочностных характеристик газонаполненных полимеров;
6. Какие факторы на молекулярном, надмолекулярном и макроуровнях будут влиять на теплофизические характеристики пенопластов;
7. Термодинамические процессы при газообразовании;
8. Кинетические процессы при газообразовании;
9. Термодинамические процессы при газообразовании;
10. Кинетические процессы при газообразовании;

### **ВОПРОСЫ К РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЮ №2**

1. Назовите факторы, влияющие на разрушение пены;
2. Назовите факторы, способствующие стабилизации пены.
3. Приведите примеры химических и физических газообразователей;
4. Назовите поверхностно-активные вещества (ПАВ) для стабилизации пен;
5. Нуклеирующие агенты;
6. Приведите схему установки для определения газового числа химического газообразователя;
7. Какие физические вспенивающие агенты используют для получения пенопластов? Какими параметрами они характеризуются?
8. Какие требования предъявляют к физическим газообразователям?
9. Что такое пенопласты?
10. Какие требования предъявляют к химическим газообразователям?

### **ВОПРОСЫ К РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЮ №3**

1. Если не использовать предварительное вспенивание и выдержку гранул на воздухе, пенопласт получится более «тяжелым» или более «легким»? Почему?
2. У каких пенопластов, полученных по прессовой или беспрессовой технологиям, механические свойства лучше и почему?



3. Перечислите основные области применения пенопласта марки ПСВ.
4. Какие химические реакции протекают в процессе получения пенопласта?
5. Назначение компонентов вспенивающихся композиций;
6. Каковы перспективы развития способа получения пенопласта механическим вспениванием?
7. Достоинства и недостатки метода механического взбивания;
8. Факторы, влияющие на качество пенопласта;
9. Свойства и применение пенопластов на основе фенолоформальдегидных олигомеров.
10. Дайте классификацию методов получения сотовых пенопластов?

### ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Что такое пенопласты?
2. Назовите основные типы газонаполненных материалов;
3. Особенности морфологической структуры пенопластов;
4. Приведите схему классификации газонаполненных полимеров;
5. Назовите факторы, влияющие на физико-механические характеристики пенопластов;
6. Основные методы определения прочностных характеристик газонаполненных полимеров;
7. Какие факторы на молекулярном, надмолекулярном и макроуровнях будут влиять на теплофизические характеристики пенопластов;
8. Методы исследования теплофизических характеристик пенопластов;
9. Приведите схему установки для определения теплопроводности пенопластов;
10. Какие факторы на молекулярном, надмолекулярном и макроуровнях будут влиять на электрические характеристики пенопластов;
11. Назовите основные акустические показатели пенопластов и основные факторы, определяющие эти показатели;
12. Приведите схему установки для определения коэффициента звукопоглощения пенопластов. Как определяется нормальный коэффициент звукопоглощения пенопластов;
13. Термодинамические процессы при газообразовании;
14. Кинетические процессы при газообразовании;
15. Назовите факторы, влияющие на разрушение пены;
16. Назовите факторы, способствующие стабилизации пены.
17. Приведите примеры химических и физических газообразователей;
18. Назовите поверхностно-активные вещества (ПАВ) для стабилизации пен;
19. Нуклеирующие агенты;



20. Приведите схему установки для определения газового числа химического газообразователя;
21. Какие физические вспенивающие агенты используют для получения пенопластов? Какими параметрами они характеризуются?
22. Какие требования предъявляют к физическим газообразователям?
23. Если не использовать предварительное вспенивание и выдержку гранул на воздухе, пенопласт получится более «тяжелым» или более «легким»? Почему?
24. У каких пенопластов, полученных по прессовой или беспрессовой технологиям, механические свойства лучше и почему?
25. Перечислите основные области применения пенопласта марки ПСВ.
26. Какие химические реакции протекают в процессе получения пенопласта?
27. Назначение компонентов вспенивающихся композиций;
28. Каковы перспективы развития способа получения пенопласта механическим вспениванием?
29. Достоинства и недостатки метода механического взбивания;
30. Какие вспенивающие вещества используют для получения эластичного и жесткого ППУ? Какими параметрами они характеризуются?
31. Какие основные химические реакции протекают при получении эластичного и жесткого ППУ? Напишите.
32. В чем заключается отличие композиции для получения пенопласта с помощью внешнего подогрева от композиции для получения пенопластов заливочным методом?
33. Факторы, влияющие на качество пенопласта;
34. Свойства и применение пенопластов на основе феноло-формальдегидных олигомеров.
35. Дайте классификацию методов получения сотопластов?
36. Назовите особенности рассмотренных способов формования трехслойных конструкций;
37. Объясните причину увеличения модуля упругости конструкций с введением заполнителя;
38. Назовите возможные области использования трехслойных конструкций;
39. Назовите основные способы производства полуфабрикатов для получения пластика с полым наполнителем;
40. В каком случае при получении синтактных пенопластов можно добиться минимального значения его кажущейся плотности?
41. Назовите области применения синтактных пенопластов;
42. Чем определяются физико-механические свойства данных пеноматериалов?
43. Какими свойствами характеризуются амортизирующие материалы и пенопласты?



44. Перечислите и охарактеризуйте основные методы эластичного и жесткого ППУ;
  45. Перечислите основные области применения эластичного и жесткого ППУ;
  46. Свойства эпоксидных пенопластов. Сравните их с пенопластами на основе других полимеров;
  47. Основные области использования пеноэпоксидов;
  48. Компоненты вспенивающейся композиции. Их свойства и назначение.
- Причины подбора.
49. Цель и способы модификации пенопластов.
  50. Сравните методы получения пеноэпоксидов с точки зрения свойств пенопласта и с точки зрения экономики;
  51. Технологические факторы, влияющие на свойства пенопластов.

### **САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:**

Самостоятельная работа студентов проводится в соответствии с тематическим планом курса. Студентам выдаются вопросы по каждой теме с указанием источников информации. Контроль знаний осуществляется в виде устного опроса при защите лабораторных работ и на семинарах и тестирования.

#### **Вопросы для СРС**

1. Пенопласты со специальными свойствами
2. Фенолформальдегидные пенопласты;
3. Карбомидные пенопласты;
4. Пенополивинилформали;
5. Получение пенополиэпоксидов заливочным способом.
6. Получение синтактных пенопластов.
7. Синтактные пенопласты
8. Сотопласты
9. Дайте классификацию методов получения сотопластов?
10. Назовите особенности рассмотренных способов формования трехслойных конструкций;
11. Объясните причину увеличения модуля упругости конструкций с введением заполнителя;
12. Назовите возможные области использования трехслойных конструкций;
13. Назовите основные способы производства полуфабрикатов для получения пластика с полым наполнителем;
14. В каком случае при получении синтактных пенопластов можно добиться минимального значения его кажущейся плотности?
15. Назовите области применения синтактных пенопластов;
16. Чем определяются физико-механические свойства данных пеноматериалов?



17. Какими свойствами характеризуются амортизирующие материалы и пенопласты?
18. Свойства эпоксидных пенопластов. Сравните их с пенопластами на основе других полимеров;
19. Основные области использования пеноэпоксидов;
20. Компоненты вспенивающейся композиции. Их свойства и назначение. Причины подбора.
21. Цель и способы модификации пенопластов.

## **VII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Теоретические основы и технологии переработки пластических масс: Учебник /\* В.Г. Бортников – 3-е изд. – М.: ИНФРА-М. [Электр. ресурс], 2015. — 480 с.
2. Лабораторный практикум по полимерным материалам: учебное пособие / И.Н. Бакирова, А.М. Кочнев; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. - Казань: Изд-во КНИГУ, 2013. - 84 с.
3. Адаскин А.М. ., Красновский А.Н. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: учебник / А.М. Адаскин, А.Н. Красновский. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2016. – 400с.

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Физико-химические методы очистки газов (лабораторный практикум) [Электронный ресурс] / А.А. Мухутдинов, С.В. Степанова, О.А. Сольяшинова. - Казань: Издательство КНИТУ – 2012.
2. Технология склеивания изделий из композиционных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ерова Д.Р. - Казань : Издательство КНИТУ, 2014.
3. Чухланов В.Ю. Газонаполненные пластмассы: учеб. пособие / В.Ю. Чухланов, Ю.Т. Панов, А.В. Синявин, Е.В. Ермолаева; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. – 152с. (кол-во экз. в библи. ВлГУ - 130)
4. Переработка полимерных материалов в сфере обувного производства: учебное пособие / И.А. Гришанова, Л.Н. Абуталипова. - Казань : Издательство КНИТУ – 2014.

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

### **Теоретический курс:**

1. Мультимедийные средства.
2. Слайды-лекции.

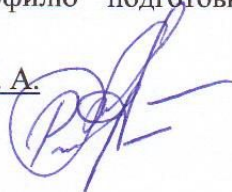
### **Лабораторный практикум:**

1. лабораторный практикум проводится в лаборатории 125



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.03.01. «Химическая технология» и профилю подготовки «Технология и переработка полимеров»

Рабочую программу составила ст. преподаватель Чижова Л. А.  
Рецензент (ы) директор ООО «ЭЛАСТ-ПУ» Романов С.В.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Химические технологии» от 5.09.16 года, протокол № 1

Заведующий кафедрой



Ю.Т. Панов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления


протокол № 1 от 5.09.16 года.

Председатель комиссии



Ю.Т. Панов

*программа пересмотрена  
на 2018/19 уч. год  
пр № 05 от 3.09.18*



**Рецензия**  
**на рабочую программу дисциплины «Газонаполненные полимеры»**  
**для студентов направления 18.03.01 «Химические технологии»**  
**очной (заочной) формы обучения**  
**ст. преподавателя Чижовой Ларисы Анатольевны**

На рецензирование представлена рабочая программа дисциплины «Газонаполненные полимеры» старшего преподавателя Чижовой Ларисы Анатольевны для студентов направления 18.03.01 «Химические технологии» очной (заочной) 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 (в зачетных единицах (5) и часах (180ч.)) соответствует учебному плану направления. Тематический план дисциплины представлен с разбиением по неделям (семестрам 7) 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 лекционного курса, тематике лабораторных (практических) занятий и сделать вывод о том, что содержание дисциплины полностью соответствует современным тенденциям развития науки и техники в области химических технологий.

В рабочей программе содержатся оценочные средства в виде вопросов к экзамену (зачету), заданий для проведения рейтинг-контроля, тематики курсовых работ (проектов), 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 (практических) 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 поставленную цель.

Таким образом, представленная рабочая программа дисциплины «Газонаполненные полимеры» старшего преподавателя Чижовой Ларисы Анатольевны составлена в полном соответствии с требованиями ФГОС ВО и может быть использована при подготовке бакалавров направления 18.03.01 «Химические технологии».

Рецензент директор ООО «ЭЛАСТ-ПУ»

С.В. Романов



МП