

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



А.А. Панфилов

«16» 04 2015г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Высокомолекулярные соединения

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 04.03.01 «Химия»

Профиль подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

| Семестр | Трудоем-<br>кость зач.<br>ед. | Лек-<br>ции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежуточного<br>контроля<br>(экз./зачет) |
|---------|-------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|--|
| 6       | 5 (180 ч)                     | 18                   |                              | 36                          | 81           | Экзамен, 45                                      |
| Итого   | 5 (180 ч)                     | 18                   |                              | 36                          | 81           | Экзамен, 45                                      |

г. Владимир 2015 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины (модуля) «Высокомолекулярные изделия»

является:

- формирование основных представлений о химии высокомолекулярных соединений;
- изучение физических состояний и деформационных (механических) свойств полимеров в различных фазовых состояниях, термодинамических и гидродинамических свойствах растворов полимеров;
- обучить студента основным методам синтеза макромолекул и переработки полимерных материалов, а также рассмотреть специфические методы исследования полимеров как гигантских молекул, определения их характеристик;
- формирование у студентов понимание принципов, которые лежат в основе целенаправленного синтеза, анализа и эксплуатации полимерных материалов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» относится к базовой части блока Б1 по направлению подготовки 04.03.01. «Химия (бакалавриат)».

Для успешного изучения дисциплины «Высокомолекулярные соединения» студенты должны быть знакомы с основными положениями таких дисциплин, как высшая алгебра, математический анализ, теория вероятности и математическая статистика, физика (механика, гидродинамика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика), неорганическая химия (строение свойств атомов, периодический закон, строение молекул, теория химической связи, стереохимия), физическая химия (строение свойств атома, природа химической связи, химическая реакция, понятие кинетики и термодинамике реакций, кислотно-основные равновесия), органическая химия, биохимия, основы молекулярной биологии.

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» дает студентам представление о специфике полимерного состояния вещества. Для понимания основных процессов протекающих при производстве полимерных материалов и композиций должны вынести сведения о разновидностях полимерных материалов, их конструкционных и технологических свойствах, способах получения, основных механизмах протекания химических реакций. Их влияние на состояние процесса производства.

При изучении дисциплины «Высокомолекулярные соединения» студенты должны хорошо усвоить структуру полимеров, физические состояния и деформационные (механические) свойства полимеров в различных фазовых состояниях, термодинамические и гидродинамические свойства растворов полимеров, основные методы синтеза макромолекул и переработки полимерных материалов, а также специфические методы исследования полимеров как гигантских молекул, определения их характеристик.

Дисциплина «Высокомолекулярные соединения» является составной частью в изучении общего курса химической технологии. Основной целью освоения курса является знакомство студентов с основами науки о полимерах и ее практическими приложениями, знание которых необходимо каждому химику, независимо от его последующей узкой специализации.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В процессе освоения дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующие компетенции:

#### **общепрофессиональные компетенции:**

- способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6).

#### **профессиональные компетенции:**

- способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1);
- владением системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4);
- владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6).
- владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учётом их физических и химических свойств (ПК-7).

•**знать** физико-химические основы науки о высокомолекулярных соединениях (ОПК-1, ПК-7);

•**владеть** использованием методов исследования полимеров, иметь представление о классификации полимеров и их важнейших представителей, о строении макромолекул и их поведении в растворах, о структуре и основных физических свойствах полимерных тел, о способах синтеза и химических реакциях макромолекул, о технологии получения и переработки полимерных материалов (ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-7);

•**уметь** грамотно излагать свои знания по всем вопросам программы курса «Высокомолекулярные соединения» и работать с научной и учебной литературой (ПК-4, ОПК-6).

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов). Применяемая форма организации учебного процесса: лекции и лабораторные занятия, самостоятельная работа студента.

| № 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   | Лабораторные работы | Семинары | Практические занятия | Контрольные работы | СРС |   |   | КП/КР                |
| 1.1          | Основные понятия ВМС, номенклатура, классификация              | 6       | 1-3             | 3  | 6                   |          |                      |                    | 16  |   | 4,5/50  |                      |
| 1.2          | Особенности молекулярной и надмолекулярной структуры полимеров | 6       | 4-5             | 3  | 6                   |          |                      |                    | 16  |   | 4,5/50  | Рейтинг-контроль № 1 |
| 1.3          | Свойства разбавленных растворов полимеров                      | 6       | 6-8             | 3  | 6                   |          |                      |                    | 16  |   | 4,5/50  |                      |
| 1.4          | Физические состояния полимеров, механические свойства          | 6       | 9-11            | 3  | 6                   |          |                      |                    | 16  |   | 4,5/50  | Рейтинг-контроль № 2 |
| 1.5          | Основы синтеза полимеров, химические реакции макромолекул      | 6       | 12-14           | 3  | 6                   |          |                      |                    | 16  |   | 4,5/50  |                      |
| 1.6          | Технология получения и переработки полимерных материалов       | 6       | 15-16           | 3  | 6                   |          |                      |                    | 17  |   | 4,5/50  | Рейтинг-контроль № 3 |
| <b>Итого</b> |  |         |                 | 18   | 36                  |          |                      |                    | 81  |   | 27/50   | Экзамен, 36          |

## Лабораторные работы

Лабораторная работа №1 . Определение молекулярного веса поливинилового спирта.

Ознакомление с вискозиметрическим методом определения молекулярного веса полимера.

Лабораторная работа №2. Расчет молекулярных массовых характеристик образца полимера. Основные задачи и понятия курса. Радикальная полимеризация.

Лабораторная работа №3. Построение кривых состава сополимера. Ознакомиться с методикой построения кривых состава сополимеров, полученных радикальной или ионной сополимеризацией. По данным констант сополимеризации рассчитать концентрацию двух мономеров в исходной смеси и в сополимера.

Лабораторная работа №4. Получение мочевино- и анилиноформальдегидных смол

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации учебной работы используются ориентация на следующие тактические образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в рамках намеченной стратегической технологии.

Работа с использованием активных и интерактивных методов проведения занятий. При чтении лекций обычно используется метод проблемного изложения с использованием интерактивной формы проведения занятий. При проведении занятий по темам 1 будут использованы компьютерные симуляции; по темам 2,3 - применение деловых и ролевых игр; по темам 4,5 - разбор конкретных ситуаций.

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

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в форме рейтинг-контроля

Вопросы для подготовки к рейтинг-контролю.

Рейтинг-контроль №1

1. По каким признакам строится номенклатура и классификация полимеров?
2. Каковы основные физико-химические свойства макромолекул?
3. Как можно определить средне численную молекулярную массу?
4. Какие методы используются для определения средневзвешенной молекулярной массы?
5. Каков механизм гибкости макромолекул?

### Рейтинг-контроль №2

1. Как среднеквадратичное расстояние между концами цепи зависит от числа сегментов или длины цепи?
2. В чем суть теории растворов полимеров Флори-Хаггинса?
3. Каковы коллигативные свойства разбавленных растворов полимеров?
4. Чем определяются гидродинамические свойства растворов полимеров?
5. В чем разница между агрегатным и фазовым состоянием?

### Рейтинг-контроль №3

1. В каких фазовых состояниях может находиться аморфный полимер?
2. Каковы основные условия кристаллизации полимеров?
3. Какие мономеры вступают в реакцию радикальной полимеризации?
4. В чем особенность реакции поликонденсации?
5. Какие технологические приемы используются при переработке полимеров?

### Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Высокомолекулярные соединения: определение, номенклатура, классификация.
2. Свойства и основные характеристики полимеров: физико-химические и механические свойства, фазовые состояния, методы синтеза и применение полимеров.
3. Молекулярная масса полимера, методы ее определения.
4. Молекулярно-массовое распределение (ММР), методы определения ММР, функциональность полимеров.
5. Строение макромолекулы: конфигурация; Конформация; первичная и вторичная структуры.
6. Гибкость макромолекул: внутреннее вращение, термодинамическая и кинетическая гибкость.
7. Параметры гибкости макромолекулы: персистентная длина, влияние растворителя на размеры клубка.
8. Статистический клубок: методы описания, статистический сегмент Куна, степень развернутости клубка, границы между гибкоцепными и жесткоцепным полимерами.
9. Реальные размеры макромолекул: эффект исключенного объема, время релаксации, связь между размером клубка (степенью полимеризации) и характеристической вязкостью.
10. Растворы низкомолекулярных веществ: идеальные, предельно-разбавленные и неидеальные растворы.

11. Решеточные теории для описания растворов полимеров: регулярные растворы, энергия взаимообмена, энергия когезии, параметр растворимости, избыточная энтальпия смешения.
12. Реальные растворы полимеров: особенности, отклонения от идеальных растворов, энтропия смешения, свободная энергия смешения Гиббса, параметр взаимодействия Флори-Хаггинса.
13. Разбавленные растворы полимеров: характеристическая вязкость, диаграмма растворимости полимеров, тета-условия, тета-температура.
14. Растворы жесткоцепных полимеров. Осмотическое давление.
15. Агрегатные и фазовые состояния полимеров: основные типы и их краткая характеристика.
16. Полимеры в твердом состоянии: типы деформаций, простые реологические уравнения, диаграмма нагрузка-удлинение, время релаксации.
17. Физико-механические свойства полимеров в твердом состоянии: влияние температуры и молекулярной массы, термомеханическая кривая, кривая изометрического нагрева.
18. Стеклообразное состояние. Температура стеклования.
19. Высокоэластическое состояние: определение, природа, основные свойства, уравнения для возвращающей силы.
20. Вязкотекучее состояние. Пластификация полимеров.
21. Кристаллическое состояние полимеров: условия кристаллизации, степень кристалличности.
22. Жидкокристаллическое состояние полимеров: термотропные и лиотропные структуры.
23. Реология: определение, реологические уравнения состояния (РУС), простейшие (РУС).
24. Ньютоновские жидкости: динамическая и кинематическая вязкость, текучесть, характеристическая вязкость.
25. Вискозиметрия: капиллярная, ротационная, метод падающего шарика, пенетрации, пластометрии.
26. Неньютоновские жидкости: основные типы, полная реологическая кривая течения, наименьшая и наибольшая ньютоновские вязкости.
27. Структура концентрированных растворов и расплавов полимеров: особенности, внутри и меж цепные взаимодействия, причины аномалий вязкостных свойств.
28. Вязкоупругость: функция и время релаксации, функция ползучести и время запаздывания, принцип суперпозиции Больцмана.

29. Вязкоупругие жидкости: особенности течения, нормальные напряжения, эффект Вайсенберга, релаксационные свойства.
30. Вязкость концентрированных растворов и расплавов полимеров: действующий объем; зависимость вязкости от температуры, концентрации, молекулярной массы и разветвленности полимеров.
31. Полимеризация: определение, основная характеристика, классификация, способы проведения.
32. Радикальная полимеризация: определение, основные этапы, уравнение скорости.
33. Анионная полимеризация: определение, механизм, структура активных центров.
34. Катионная полимеризация: определения, основные свойства и уравнения для скорости полимеризации. Сополимеризация.
35. Координационно-ионная полимеризация: определение, особенности, типы катализаторов.
36. Поликонденсация: определение, классификация, мономеры, способы проведения.
37. Поликонденсация: основные и побочные реакции, кинетика, катализ, молекулярно-массовое распределение.
38. Сополиконденсация. Полимер аналогичные превращения. Деструкция полимеров.

СРС. 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 экзамену, оформлении лабораторных работ. Она может включать 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. Высокомолекулярные соединения: история развития.
2. Применение полимеров.
3. Молекулярная масса полимера, методы ее определения.
4. Строение макромолекулы:
5. Растворы полимеров.
6. Теории для описания растворов полимеров:
7. Физико-механические свойства полимеров



8. Теплофизические свойства полимеров
9. Электрические свойства полимеров
10. Осмотическое давление.
11. Высокоэластическое состояние: определение, природа, основные свойства, уравнения для возвращающей силы.
12. Пластификация полимеров.
13. Жидкокристаллическое состояние полимеров: термотропные и лиотропные структуры.
14. Реология растворов и расплавов полимеров
15. Вискозиметрия: капиллярная, ротационная, метод падающего шарика, пенетрации пластометрии.
16. Полимеризация: основные полимеры
17. Поликонденсация: основные полимеры
18. Сополиконденсация. АБС-пластики
19. Деструкция полимеров.
20. Стабилизация полимеров

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

### **Основная литература**

1. Хохлачева Н. М. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах: учебное пособие - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 130 с.
2. Шишонюк, М.В. Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.В. Шишонюк. - Минск: Выш. шк., 2012. - 535 с.
3. Теоретические основы и технология переработки пластических масс: Учебник/В.Г.Бортников - 3изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 480 с.

### **Дополнительная литература**

1. Хельтге, Х.-Д. Молекулярное моделирование: теория и практика [Электронный ресурс] / Х.-Д. Хельтге, В. Зипль, Д. Роньян, Г. Фолькерс ; пер. с англ. — 3-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 322 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
2. Лейкин, Ю. А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов [Электрон-

ный ресурс] : учебное пособие / Ю. А. Лейкин. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 413 с.

3. Основы современного материаловедения: Учебник/О.С.Сироткин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 364 с.

в) интернет-ресурсы:

<http://starsilan.ru/Metod.htm>


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

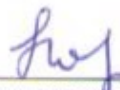
- В качестве технического обеспечения лекционного процесса используется ноутбук, мультимедийный проектор, доска.
- Для демонстрации иллюстрационного материала используется программа Microsoft Power Point 2010.
- Проведение контрольных работ и зачета обеспечивается печатным раздаточным материалом.

При проведении практических занятий используется следующее оборудование:

1. Аналитические цифровые весы;
2. Сушильная камера;
3. Разрывная машина;
4. Измеритель теплопроводности ИТ-л-400 (или другая модель с аналогичными пределами измерения теплопроводности);
5. Маятниковый копер

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.03.01 «Химия»

Рабочую программу составил проф. каф ХТ  В.Ю. Чухланов  
(ФИО, подпись)

Рецензент  
(представитель работодателя) ОАО «Технологии»  С.В. Новикова  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ

Протокол № 4 от 15.04.15 года

Заведующий кафедрой  Ю.Т. Панов  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 04.03.01 «Химия»

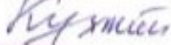
Протокол № 7/1 от 16.04.15 года

Председатель комиссии  Б.А. Кухтин  
(ФИО, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 2015/2016 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.15 года

Заведующий кафедрой 

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1/1 от 5.09.16 года

Заведующий кафедрой 

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_