

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



**Аннотированная рабочая программа модуля**

**«ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»**

основной образовательной программы высшего образования – программы подготовки  
научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению  
**04.06.01 - Химические науки**

Уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации

Рабочая программа разработана в соответствии с:


- самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом Национального исследовательского Томского государственного университета (НИ ТГУ) по направлению подготовки **04.06.01 – Химические науки** (уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации) (утв. Ученым советом НИ ТГУ, протокол № 5 от 25.05.2016 г.);

- основной образовательной программой по направлению подготовки **04.06.01 – Химические науки** (в ред. 2016 г., по решению Ученого Совета от 29.06.2016, протокол № 6);

- учебного плана по направлению подготовки **04.06.01 – Химические науки** (утв. Ученым советом НИ ТГУ, протокол № 6 от 29.06.2016 г.).

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании учебно-методической комиссии химического факультета, протокол № 31 от «18» 05 2016 года

**Авторы-разработчики, преподаватели модуля:**

д.х.н., профессор каф. ВМС и нефтехимии Филимошкин А.Г. 


к.х.н., ст. преподаватель каф. ВМС и нефтехимии Смирнова А.С. 

к.х.н., доцент каф. ВМС и нефтехимии Волкова Г.И. 

**Рецензент (ы):**

к.х.н., доцент каф. ВМС и нефтехимии Березина Е.М. 

**Согласовано:**

**Руководитель ООП по направлению 04.06.01 – Химические науки:**  
профессор кафедры физической химии, д.ф.-м.н., доцент Курзина И.А. 

### **Цели и задачи модуля**

Данный модуль **«Высокомолекулярные соединения»** является основной дисциплиной (модулем), определяющей направленность программы подготовки аспирантов соответствующей научной специальности **02.00.06 Высокомолекулярные соединения**.

Цели изучения модуля:

- формирование у аспирантов основных понятий, углубление знаний и навыков методологии научных исследований различных классов высокомолекулярных и низкомолекулярных органических соединений (мономеров и связанных с полимерами веществ), их структуры и реакционной способности, а также построения стратегий исследований;

- углубленное освоение вопросов, касающихся полисопряженных полимеров, сверхразветвленных и сшитых полимеров, композиционных материалов, жидкокристаллических и др. полимеров специального назначения.

Задачи изучения модуля:

- формирование теоретических представлений о структуре полимеров и низкомолекулярных соединений, освоение методов получения полисопряженных, сшитых, армированных полимерных полимеров и композиционных материалов на их основе, методов ориентации полимеров;

- формирование системы понятий и представлений, позволяющей самостоятельно выстроить стратегию исследования свойств электрических, диэлектрических магнитных и др. свойств полимеров с использованием современных методов.

Модуль направлен на углубленную профессиональную подготовку аспиранта.

### **Место модуля в структуре образовательной программы**

Модуль **«Высокомолекулярные соединения»** является компонентом профессиональных модулей по выбору вариативной части Блока 1 основной образовательной программы (ООП) аспирантуры (В.ДВ.1.5) и направлен на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по научной специальности **02.00.06 Высокомолекулярные соединения**.

Модуль изучается в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки. Срок изучения модуля определяется в соответствии с календарным графиком.

Общая трудоемкость модуля составляет 7 зачетных единиц, 252 часа, из которых 56 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (24 часа занятия лекционного типа, 32 часа практические занятия (индивидуальные консультации), 160 часов составляет самостоятельная работа аспиранта, 36 часов – контроль (сдача кандидатского экзамена).

### **Входные требования для освоения модуля**

Для полноценного усвоения данного модуля аспирантам необходимо иметь знания по неорганической химии, аналитической химии, физической химии, коллоидной химии, органической химии, инструментальным методам анализа (в рамках курса специалитета или магистратуры). Необходимо понимание основ строения и свойств неорганических и органических соединений, термодинамических подходов к описанию

химических равновесий, знание сущности методов разделения и концентрирования, химических методов определения, принципов анализа различных объектов.

Модуль «Высокомолекулярные соединения» создает необходимую базу для успешного освоения аспирантами последующих дисциплин вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)», Блока 2 «Практики», Блока 3 «Научные исследования» и Блока 4 «Государственная итоговая аттестация» ООП аспирантуры.

### Общая трудоемкость модуля

#### Распределение часов по видам занятий и видам контроля

Виды учебной работы	Объем	
	7 з.е.	252 ак. часа
<b>Общая трудоемкость модуля по учебному плану</b>		
<b>Аудиторные занятия (контактная работа)</b>		<b>56</b>
Лекции		24
Практические занятия (индивидуальные консультации)		32
<b>Самостоятельная работа</b>		<b>160</b>
<b>Контроль</b>		<b>36</b>
Вид контроля: зачет, зачет с оценкой, кандидатский экзамен		

Процесс изучения модуля «Высокомолекулярные соединения» направлен на формирование следующих **профессиональных** компетенций:

– способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (PhD) **(ПК-1)**;

– проведение работ в области получения и химической модификации полимеров, использование современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий для выявления закономерностей «структура полимера – свойства» **(ПК-4)**.

В результате освоения модуля аспирант должен:

#### **Знать:**

- современное состояние науки в соответствии с направленностью подготовки;
- современные инструментальные, физико-химические и другие методы исследования высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений.

#### **Уметь:**

- представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях;
- представлять результаты научных исследований (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу;
- определять взаимосвязь природы и свойств полимеров;
- самостоятельно планировать условия синтеза и модификации с целью получения полимеров с заданными физическими и физико-химическими свойствами, выбирать метод исследования в соответствии задачами.

#### **Владеть:**

- методами планирования, подготовки, проведения научных исследований, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности подготовки;
- основными принципами и методологией структурной модификации полимеров, методами идентификации структуры и анализа;

- теоретическими основами распространенных методов исследования полимеров.

В результате освоения модуля у аспиранта формируются следующие элементы компетенций:

Код компетенции	Планируемые результаты обучения по модулю
ПК-1	З (ПК-1) – 1 – <b>Знать</b> современное состояние науки в соответствии с направленностью подготовки У (ПК-1) – 1 – <b>Уметь</b> представлять научные результаты по теме диссертационной работы в виде публикаций в рецензируемых научных изданиях У (ПК-1) – 3 – <b>Уметь</b> представлять результаты научных исследований (в т.ч., диссертационной работы) академическому и бизнес-сообществу В (ПК-1) – 1 – <b>Владеть</b> методами планирования, подготовки, проведения научных исследований, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по направленности подготовки
ПК-4	З (ПК-4) – 1 – <b>Знать</b> современные инструментальные, физико-химические и другие методы исследования высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений У (ПК-4) – 1 – <b>Уметь</b> определять взаимосвязь природы и свойств полимеров У (ПК-4) – 2 – <b>Уметь</b> самостоятельно планировать условия синтеза и модификации с целью получения полимеров с заданными физическими и физико-химическими свойствами, выбирать метод исследования в соответствии задачами В (ПК-4) – 1 – <b>Владеть</b> основными принципами и методологией структурной модификации полимеров, методами идентификации структуры и анализа В (ПК-4) – 2 – <b>Владеть</b> теоретическими основами распространенных методов исследования полимеров

### **Наименование тем (разделов) и их краткое содержание**

#### **Часть 1. Современные методы исследования полимеров**

**Инструментальные методы исследования полимеров.** Введение, предмет курса, основные объекты и разделы. Идентификация полимеров. Химический состав макромолекул. Элементный анализ. Инструментальные методы исследования полимеров. Колебательная спектроскопия. Полосы поглощения важнейших функциональных групп в ИК-области спектра. Идентификация мономеров и полимеров. Количественный анализ состава сополимеров. Применение ИК-спектроскопии для изучения синтеза и химических превращений в макромолекулах. Электронная спектроскопия. Применение спектроскопии в УФ- и видимой области. Спектроскопия ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  и ее использование при исследовании полимеров.

**Кинетический и термодинамический методы исследования полимеров. Методы термического анализа.** Кинетический и термодинамический методы исследования полимеров. Определение констант скоростей, энергий активации и термодинамических параметров процессов получения полимеров и химических реакций в макромолекулярных цепях. Расчет параметров Гиббса. Методы термического анализа. Методы ТГ, ДТА и ТГА. Исследование физических переходов и химических превращений. Совместная оценка кривых. Другие инструментальные методы: электрохимические, рентгеноструктурный, хроматографические и др.

**Методы определения молекулярных масс и фракционирования высокомолекулярных соединений.** Определение молекулярной массы, молекулярно-массовое распределение. Изомерия основной цепи, стереорегулярность, хиральность.

Оценка микротаكتичности. Идентификация сополимеров, блоксополимеров, привитых сополимеров. Фракционирование полимеров.

**Компьютерное моделирование полимеров. Квантово-химические программы для исследования полимерных систем.** Компьютерное моделирование полимеров. Использование программного комплекса HyperChem для молекулярного моделирования пространственных структур и взаимодействий, расчет углов между атомами, зарядов, длин связей, дипольных моментов и т.д. Расчет молекулы полуэмпирическим квантово-химическим методом.

### **Часть 2. Синтез стереорегулярных полимерных структур**

**Типы стереоизомерии в полимерах и их тактичность.** Факторы, влияющие на образование стереорегулярных полимеров и их связь с термодинамическими константами. Полимеризация моно- и дизамещенных этиленов. Полимеризация карбонильных соединений. Полимеризация бутадиена-1,3 и его производных. Полимеризация 4-моно- и 1,4-дизамещенных бутадиенов.

**Получение стереорегулярных полимеров методами радикальной, ионной, ионно-координационной полимеризации.** Энергетические параметры образования изо- и синдиотактических структур. Размер и распределение по размеру стереорегулярных блоков. Ионная полимеризация. Реакции высокостереоспецифической полимеризации. Катионная полимеризация изобутилвинилового эфира. Анионная полимеризация метил(мет)акрилата. Координационные катализаторы. Реакции высокостереоспецифической полимеризации. Катионная полимеризация изобутилвинилового эфира. Анионная полимеризация метил(мет)акрилата. Координационные катализаторы.

**Применение катализаторов Циглера-Натта для синтеза стереорегулярных полимеров.** Катализаторы Циглера-Натта. Полимеризация неполярных алкенов и циклоалкенов. Химическая природа растущих цепей, природа катализатора и компонентов катализатора. Кинетика полимеризации и области применения катализаторов. Свойства и значение стереорегулярных полимеров. Изо-, синдио- и атактический полипропилен. Цис- и транс-полиены. Целлюлоза и амилоза. Экспериментальные методы оценки тактичности полимеров. Стереорегулярные био- и синтетические полимеры.

### **Часть 3. Биоразлагаемые полимерные материалы**

**Циклические диэфирыоксикарбоновых кислот. Полимеризация с раскрытием цикла.** Биоразлагаемые полимеры на основе лактида и гликолида. Реакции полимеризации и поликонденсации, основные особенности и отличия процессов. Строение мономеров, способных вступать в реакции полимеризации и поликонденсации.

**Полимеризация карбонильных соединений.** Анионная и катионная полимеризация карбонильных соединений. Инициаторы. Предельная температура полимеризации. Полимеризация сложных эфиров карбоновых кислот, синтез биоразлагаемых полицеталей. Устойчивость полиацеталей, реакции блокирования концевых групп.

**Полимерные композиционные материалы.** Основные понятия. Классификация полимерных композиционных материалов. Биосовместимые, биоразлагаемые полимерные композиты. Способы получения полимерных композиционных материалов.

### Самостоятельная работа и контроль успеваемости

Самостоятельная работа по видам учебных занятий предполагает следующие формы:

- самостоятельная проработка актуальных задач научной профессиональной деятельности, выполняемая с привлечением конспектов лекций, а также основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

### Структура учебных видов деятельности

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		СР	Форма контроля успеваемости
		Лекции	Практические занятия (индивидуальные консультации)		
<b>Часть 1. Современные методы исследования полимеров</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>62</b>	<b>Зачет</b>
<b>Часть 2. Синтез стереорегулярных полимерных структур</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>62</b>	<b>Зачет с оценкой</b>
<b>Часть 3. Биоразлагаемые полимерные материалы</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>36</b>	
<b>Контроль</b>	<b>36</b>				<b>Кандидатский экзамен</b>
<b>Итого:</b>	<b>252</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>160</b>	

### Основная литература

1. Купцов А. Х. Фурье-КР и Фурье-ИК спектры полимеров / А. Х. Купцов, Г.Н. Жижин. – М. :Техносфера, 2013. – 696 с.
2. Кулезнев В.Н. Химия и физика полимеров / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнев. – М. : Лань, 2014. – 368 с.
3. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения: учебник для бакалавров / В.В. Киреев. – М.: Издательство Юрайт, 2013. - 602 с. – Серия. Бакалавр. Углубленный курс.

### Дополнительная литература

1. Аверко-Антонович И. Ю., Бикмуллин Р.Т. Методы исследования структуры и свойств полимеров. Учебное пособие: Казань, 2002.
2. Казицина Л. Применение УФ-, ИК-, ЯМР-, и масс-спектроскопии в органической химии : Учебное пособие для студентов химических специальностей университетов / Л. Казицина, Н. Куплетская. – М.: Издательство Московского университета , 1979. – 238 с.
3. Полимеры в биологии и медицине / Коллектив авторов / под ред. М. Дженкинса // Пер с англ. О.И. Киселева; науч. ред. Н.Л. Клячко. – М. : Научный мир, 2011. – 256 с.
4. Оудиан Д. Основы химии полимеров / Д. Оудиан. – М. : Мир, 1974 – 615 с.<http://sun.tsu.ru/limit/2016/000079020/000079020.djvu>

### Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Научная библиотека Томского государственного университета [Электронный ресурс] / НИ ТГУ, Научная библиотека ТГУ. – Электрон.дан. – Томск, 1997-. – URL: <http://www.lib.tsu.ru/ru>

2. ScienceDirect [Electronic resource] / Elsevier B.V. – Electronic data. – Amsterdam, Netherlands, 2016. – URL: <http://www.sciencedirect.com/>
3. Учебные материалы по химии высокомолекулярных соединений [Электронный ресурс] / МГУ. – Москва. – URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/vms.html>

### **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДУЛЯ**

Преподавание модуля осуществляется на кафедре высокомолекулярных соединений и нефтехимии.

Расположение кафедры: Институт химии нефти СО РАН, аудитории №501-509 (пр. Академический, 4)

Сайт кафедры <http://chem.tsu.ru/node/542>

Материально – техническое оборудование, используемое при реализации модуля «Высокомолекулярные соединения»:

– лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для демонстрации презентаций и слайдов (аудитории № 220, 315б 6-ой корпус ТГУ, аудитория №501 ИХН СО РАН);

– лабораторная аудитория (116, 220 6-ой корпус ТГУ, №507, 509 ИХН СО РАН).

Лабораторные аудитории укомплектованы следующим оборудованием:

- Роторный испаритель Heidolph Advantage;
- Насос Buchi V700 с вакуумным контроллером V850;
- Колбонагреватель LH-250;
- Мешалка магнитная IKA C-MAG HS-4;
- Аналитические весы AND HR-250AZG;
- Мембранный вакуумный насос KNF N 842.3 FT18;
- Сухожаровый шкаф Utenos;
- Криостат Крио-ВТ 11;
- Центрифуга Sigma 1-16;
- Вакуум-сушильный шкаф VacuumOven;
- Реакторная система SyrrisGlobe с набором реакторов (0,1-1 л).



**Сведения о переутверждении рабочей программы**

1. Рабочая программа переутверждена на 20\_\_ / \_\_ учебный год на заседании кафедры (протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_) без изменений / с изменениями (протокол изменений на 20\_\_ / \_\_ учебный год прилагается).

2. Рабочая программа переутверждена на 20\_\_ / \_\_ учебный год на заседании кафедры (протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_) без изменений / с изменениями (протокол изменений на 20\_\_ / \_\_ учебный год прилагается).

3. Рабочая программа переутверждена на 20\_\_ / \_\_ учебный год на заседании кафедры (протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_) без изменений / с изменениями (протокол изменений на 20\_\_ / \_\_ учебный год прилагается).

4. Рабочая программа переутверждена на 20\_\_ / \_\_ учебный год на заседании кафедры (протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_) без изменений / с изменениями (протокол изменений на 20\_\_ / \_\_ учебный год прилагается).

5. Рабочая программа переутверждена на 20\_\_ / \_\_ учебный год на заседании кафедры (протокол от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_) без изменений / с изменениями (протокол изменений на 20\_\_ / \_\_ учебный год прилагается).