

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**Пермский федеральный исследовательский центр  
Уральского отделения Российской академии наук  
(ПФИЦ УрО РАН)**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор ПФИЦ УрО РАН  
член-корреспондент РАН  
А.А. Барях

«\_\_\_» июля 2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Современные методы установления структуры органических соединений»**  
(наименование дисциплины по учебному плану)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Направления подготовки</b>	04.06.01 «Химические науки» 18.06.01 «Химическая технология»
<b>Направленности (профили) программы аспирантуры</b>	02.00.03 «Органическая химия» 02.00.15 «Кинетика и катализ» 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»
<b>Квалификация выпускника</b>	Исследователь. Преподаватель- исследователь.
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Курс: 1, 2</b>	<b>Семестр (ы): 1, 2, 3, 4</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
<b>Виды контроля с указанием семестра:</b>	
1 семестр – Зачет	
2 семестр – Зачет	
3 семестр – Зачет	
4 семестр – Зачет	

Пермь 2017 г.

**Учебно-методический комплекс дисциплины**  
**«Современные методы установления структуры органических соединений»**  
(полное наименование дисциплины)

Рабочая программа дисциплины «Современные методы установления структуры органических соединений» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 869 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 883 от «30» июля 2014 г. по направлению подготовки 18.01.06 «Химическая технология»;
- Паспортов научных специальностей 02.00.03 «Органическая химия», 00.02.04 «Физическая химия», 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» и 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ», разработанных Экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки от 25.02.2009 г. № 59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются учёные степени» (редакция от 14.12.2015 г.);
- Программ кандидатского минимума научных специальностей 02.00.03 «Органическая химия», 00.02.15 «Кинетика и катализ», 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» и 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин

1. Органическая химия
2. Физическая химия
3. Физико-химические методы анализа
4. Технология и переработка полимеров и композитов
5. Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

Разработчик программы: д.х.н. \_\_\_\_\_

В.А. Глушков

Рецензент: д.х.н. \_\_\_\_\_ С.Н. Шуров, профессор кафедры органической химии Пермского государственного национального исследовательского университета

Рабочая программа рассмотрена и одобрена объединённым Учёным советом ПФИЦ УрО РАН, протокол № 1 от 3.07.2017 г.

## 1. Общие положения

**1.1 Цель учебной дисциплины** – приобретение знаний теоретических основ и практических навыков физико-химических методов исследования, необходимых в научно-исследовательской деятельности в различных областях современной химии. В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие компетенции:

- Способность анализировать и устанавливать состав и структуру органических соединений, применяя современные физико-химические методы анализа (ПК-3)

### 1.2 Задачи учебной дисциплины:

#### *формирование знаний:*

- теоретических основ физико-химических методов идентификации и установления структуры органических соединений;
- природы и сущности явлений, процессов в различных химических системах, лежащих в основе физико-химических методов анализа;
- основных физико-химических методов анализа, связанных с определением состава и строения анализируемых объектов, основных тенденций их развития;
- основных методологических приемов, необходимых для успешного применения этих методов в современных исследованиях;
- принципов работы с современным лабораторным оборудованием.

#### *формирование умений:*

- применять приемы работы с современным лабораторным оборудованием;
- оценивать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты;
- выбирать наиболее оптимальные методы достижения поставленных целей.

#### *формирование навыков:*

- работы с современным лабораторным оборудованием;
- владения понятийно-терминологическим аппаратом физико-химических методов анализа.

### 1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- законы органической химии;
- физико-химические основы процессов химического анализа;
- экспериментальные и теоретические методы изучения структуры органических соединений.

#### 1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» относится к *вариативной* части Блока 1 при освоении ООП ВО по направлениям подготовки 04.06.01 «Химические науки» и 18.06.01 «Химическая технология», направленностям 02.00.03 «Органическая химия», 02.00.15 «Кинетика и катализ», 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» и 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальностям 02.00.03 «Органическая химия», 02.00.15 «Кинетика и катализ», 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» и 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить и продемонстрировать следующие знания, умения и навыки:

- **знать:**
  - основные понятия и определения, современные тенденции развития и передовые технологии в области физико-химического анализа структуры органических соединений;
  - современные экспериментальные методы, используемые в анализе структуры органических соединений;
  - теоретические представления основ физико-химического анализа, в том числе о механизмах химических и электрохимических реакций, о механизме взаимодействия вещества с электромагнитным излучением.
- **уметь:**
  - применять современные методы физико-химического анализа для решения конкретных задач определения структуры органических соединений;
  - интерпретировать, анализировать и обрабатывать совокупность полученных данных.
- **владеть:**
  - численными методами обработки результатов физико-химического анализа;
  - приемами работы с оборудованием для решения проблем диссертационного исследования.

#### **Связь с предшествующими дисциплинами**

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний органической химии, физической химии, физико-химических методов анализа.

## Связь с последующими этапами программы аспирантуры

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы для эффективного завершения аспирантуры, подготовки и написания диссертации по специальностям 02.00.03 «Органическая химия» и 02.00.15 «Кинетика и катализ», 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» и 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

## 2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенции ПК-3.

### 2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

Код ПК-3	Формулировка компетенции
Код ПК-3.В.04	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	Способность анализировать и устанавливать состав и структуру органических соединений, применяя современные физико-химические методы анализа
	Способность анализировать и устанавливать состав и структуру синтезированных активных реагентов, биологически активных соединений, полимеров, композитных материалов и энергетических конденсированных систем

### 2.2 Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>В результате освоения компетенции аспирант:</b> <b>Знает:</b> - основные понятия и определения, современные тенденции развития и технологии в области физико-химического анализа структуры органических соединений (код 31 ПК-3); - теоретические представления основ физико-химического анализа (код 32 ПК-3)	Лекции. Самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала	Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля
<b>Умеет:</b> - грамотно интерпретировать экспериментальные данные, полученные различными физико-химическими методами анализа (код У1 ПК-3)	Самостоятельная работа аспирантов (подготовка к лекциям), ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях
<b>Владеет:</b> - численными методами обработки результатов физико-химического анализа (код В1 ПК-4)	Самостоятельная работа аспирантов (подготовка к лекциям), ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях

### 3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Направления подготовки: 04.06.01 «Химические науки» (направленности: 02.00.03 «Органическая химия», 02.00.15 «Кинетика и катализ»), 18.06.01 «Химическая технология» (направленности 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» и 05.17.07 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ»)

Форма обучения: очная.

Общая трудоёмкость дисциплины: 4 ЗЕ (144 академических часа)

Таблица 1. Объём и виды учебной работы

№ п/п	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч					всего
		по семестрам				3	
		1-й	2-й	3-й	4-й		
1	2					4	
1	Аудиторная работа:						
	- лекции (Л)	2	-	4	-	6	
	- практические занятия (ПЗ)	2	2	2	6	12	
2	Самостоятельная работа (СР)	29	31	27	27	114	
3	Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	1	1	1	4	
4	Итоговая аттестация по дисциплине	2	2	2	2	8	
5	Форма итогового контроля	зачёт	зачёт	зачёт	зачёт		
6	Трудоёмкость дисциплины, всего:	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>144</b>	
	в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	

### 4. Содержание учебной дисциплины

#### 4.1 Тематический план

Таблица 2

Раздел дисциплины	Номер темы дисциплины	Виды занятий и количество отведённых часов						Трудоёмкость, ч/ЗЕ
		Аудиторная работа			СР	КСР	Итоговый контроль	
		Всего	Лекции	ПЗ				
1	1	-	-	-	7	0,5		7,5/0,21
	2	-	-	-	7	0,5		7,5/0,21
	3	2	-	2	7	-		9/0,25
	4	2	2	-	8	-		10/0,27
Всего по разделу		4	2	2	29	1	2	36/1
2	5	-	-	-	8	-		8/0,22
	6	-	-	-	8	0,5		8,5/0,23
	7	-	-	-	8	0,5		8,5/0,23
	8	2	-	2	7	-		9/0,25
Всего по разделу		2	-	2	31	1	2	36/1
3	9	2	2	-	7	0,5		9,5/0,26
	10	2	-	2	7			9/0,25
	11	2	2	-	7			9/0,25

	12	-	-	-	6	0,5		6,5/0,18
Всего по разделу	6	4	2	27	1	2		36/1
4	13	2	-	2	9	-		11/0,31
	14	2	-	2	9	0,5		11,5/0,32
	15	2	-	2	9	0,5		11,5/0,32
Всего по разделу	6	-	6	27	1	2		36/1
Аттестация							8	
<b>ИТОГО:</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>112</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		<b>144/4</b>

## 4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

### Раздел 1. Электронная абсорбционная спектроскопия (УФ спектроскопия)

(Л – 2, ПЗ – 2, СР – 29)

#### Тема 1. Спектрометрическая терминология и обозначения

Области электромагнитного спектра, соответствующие УФ, ИК и микроволновой спектроскопии. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Понятие о хромофорах, ауксохромах. Батохромный и гипсохромный сдвиг. Гиперхромный и гипохромный эффект. Типы электронных переходов.

#### Тема 2. Принципиальная схема строения спектрометра

Характеристические полосы поглощения органических соединений. Правила Вудворда для диенов. Карбонильный хромофор. Правила для определения поглощения енонов и диенонов. Бензол как хромофор. Инкременты заместителей. Применение КР-спектроскопии (спектров комбинационного рассеяния) в органической химии. Понятие о дисперсии оптического вращения. Эффект Коттона.

#### Тема 3. Примеры применения электронной абсорбционной спектроскопии для идентификации органических соединений

Поляриметрия. Определение удельного вращения оптически активных соединений. Влияние длины волны, концентрации, температуры и растворителя на величину удельного вращения. Практическая работа на поляриметре «Perkin-Elmer 341».

#### Тема 4. Основы рентгеноструктурного анализа органических соединений

Основные понятия и элементы структурной кристаллографии. Группа трансляций – решетка кристалла. Индексы узлов, узловых рядов и узловых сеток решетки. Обратная решетка. Точечные и пространственные группы симметрии. Классификационная схема пространственных групп симметрии. Классы симметрии, сингонии и категории. Типы решеток Бравэ. Физические

основы рентгеноструктурного анализа. Определение параметров решетки и симметрии кристалла. Определение координат атомов. Автоматизация дифрактометрического эксперимента.

## **Раздел 2. Масс-спектрометрия органических соединений** (ПЗ – 2, СР – 31)

### **Тема 5. Физико-химические основы масс-спектрометрии**

Методы ввода и ионизации образца: электронный удар, фотоионизация, химическая ионизация, полевая десорбция, электроспрей.

### **Тема 6. Практические основы интерпретации масс-спектров**

Анализ изотопного содержания и области молекулярного иона.

### **Тема 7. Основные правила распада различных классов органических соединений при действии электронного удара**

Перегруппировка Мак-Лафферти для альдегидов, кетонов, сложных эфиров.

### **Тема 8. Количественный масс-спектрометрический анализ**

Метод внутреннего стандарта. Хроматомасс-спектрометрия. Практическая работа на хроматомасс-спектрометре. Решение задач по масс-спектрометрии.

## **Раздел 3. Спектроскопия ЯМР на ядрах $^1\text{H}$ и $^{13}\text{C}$**

(Л – 4, ПЗ – 2, СР – 27)

### **Тема 9. Физические основы эксперимента по ядерному магнитному резонансу**

Химический сдвиг. Зависимость резонансной частоты от структуры молекулы. Понятие о спин-спиновом взаимодействии. Правила расщепления. Прямое и не прямое спин-спиновое взаимодействие. Анализ сверхтонкой структуры. Номенклатура спиновых систем.

### **Тема 10. Практическая ЯМР $^1\text{H}$ спектроскопия**

Подготовка образца и ампулы. Внутренние и внешние стандарты. Влияние растворителя. Настройка спектрометра (оптимизация лока, шиммирование). Связь химического сдвига и констант спин-спинового взаимодействия со строением молекул. Геминальные КССВ ( $^2J(\text{H,H})$ ). Вицинальные КССВ ( $^3J(\text{H,H})$ ). Дальнее взаимодействие. Влияние электроотрицательности заместителей и углов между связями на величины КССВ. Анализ спектров  $^1\text{H}$  различных классов органических соединений. Методы развязки (декаплинга) ядерных спинов. Ядерный эффект Оверхаузера.



### Тема 11. Спектроскопия на ядрах $^{13}\text{C}$

Спектры  $^{13}\text{C}$  в условиях декаплинга на протонах  $\text{C}\{^1\text{H}\}$ . Анализ углеродного спектра соединения. Корреляции химических сдвигов со строением молекул. Редактирование спектров на ядрах  $^{13}\text{C}$  (методы АРТ, DEPT). Пример отнесения сигналов в спектре  $^{13}\text{C}$ . Задачи. Отнесение сигналов в углеродных спектрах.

### Тема 12. Двумерная ЯМР спектроскопия

Специальные экспериментальные методы в ЯМР-спектроскопии. Спектры COSY, NOESY-2D. Гетероядерная корреляционная спектроскопия ЯМР. Корреляции  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  через одну связь. Метод НМРС. Корреляции  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  через две связи. Метод НМВС. Использование двумерной корреляционной спектроскопии ЯМР для установления строения химических соединений.

### Раздел 4. Совместное использование физико-химических методов для решения задач

(ПЗ – 6, СР – 27)

### Тема 13. Решение задач на совместное применение УФ, ИК и ЯМР $^1\text{H}$ спектроскопии

### Тема 14. Совместное применение масс-спектрометрии, ИК, ЯМР $^1\text{H}$ и $^{13}\text{C}$ спектроскопии

### Тема 15. Решение задач с применением двумерной ЯМР спектроскопии

#### 4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 3

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	3	Примеры применения электронной абсорбционной спектроскопии для идентификации органических соединений	Собеседование. Творческое задание	Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	8	Количественный масс-спектрометрический анализ	Собеседование. Творческое задание	Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	10	Практическая ЯМР $^1\text{H}$ спектроскопия	Собеседование. Творческое задание	Вопросы по темам/разделам дисциплины.

				Темы творческих заданий.
4	13	Решение задач на совместное применение УФ, ИК и ЯМР- <sup>1</sup> H спектроскопии	Собеседование. Творческое задание	Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
5	14	Совместное применение масс-спектрометрии, ИК, ЯМР <sup>1</sup> H и <sup>13</sup> C спектроскопии	Собеседование. Творческое задание	Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
6	15	Решение задач с применением двумерной ЯМР спектроскопии	Собеседование. Творческое задание	Вопросы по темам/разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

#### 4.4 Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.5 Содержание самостоятельной работы аспирантов

Таблица 4

№ п/п	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Спектрометрическая терминология и обозначения	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Принципиальная схема строения спектрометра	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3	3	Примеры применения электронной абсорбционной спектроскопии для идентификации органических соединений	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
4	4	Основы рентгеноструктурного анализа органических соединений	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
5	5	Физико-химические основы масс-спектрометрии	Собеседование	Вопросы по темам /

				разделам дисциплины
6	6	Практические основы интерпретации масс-спектров	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
7	7	Основные правила распада различных классов органических соединений при действии электронного удара	Творческое задание	Темы творческих заданий
8	8	Количественный масс-спектрометрический анализ	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
9	9	Физические основы эксперимента по ядерному магнитному резонансу	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
10	10	Практическая ЯМР $^1\text{H}$ спектроскопия	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
11	11	Спектроскопия на ядрах $^{13}\text{C}$	Творческое задание	Темы творческих заданий
12	12	Двумерная ЯМР спектроскопия	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
13	13	Решение задач на совместное применение УФ, ИК и ЯМР $^1\text{H}$ спектроскопии	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
14	14	Совместное применение масс-спектрометрии, ИК, ЯМР $^1\text{H}$ и $^{13}\text{C}$ спектроскопии	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
15	15	Решение задач с применением двумерной ЯМР спектроскопии	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины

## 5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Современные методы установления структуры органических соединений» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;

3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;

4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

## **6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций**

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, обеспечивающие достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программе.

**Лекционные занятия.** Это – одна из форм учебных занятий, цель которого состоит в рассмотрении основных положений и теоретических вопросов излагаемой дисциплины в логически выдержанной форме. Конечная цель лекций – овладение изучаемыми теоретическими знаниями в степени, необходимой для продолжения обучения и изучения последующих дисциплин.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты являются не пассивными слушателями, а активными участниками занятия, отвечающими на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

**Практические занятия.** Целью практических занятий является формирование практических умений: (а) учебных, необходимых в учебной деятельности по освоению учебных дисциплин, и (б) профессиональных, необходимых в последующей профессиональной деятельности.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом в процессе обучения аспирантов доминирует активность. Роль преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

**Самостоятельная работа.** Это – планируемая учебная и научная работа, выполняемая по заданию преподавателя под его методическим и научным руководством. Самостоятельная работа включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (повторение пройденного учебного материала по конспектам, рекомендованной преподавателем учебной и научной литературе; изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельное освоение;
- подготовку к практическим занятиям (выполнение домашних заданий в виде задач, упражнений и т.д.).

## **7. Фонд оценочных средств**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Современные методы установления структуры органических соединений» представлен в виде Приложения к Рабочей программе дисциплины.

## **8. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся дисциплине**

### **8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой**

При самостоятельной работе аспирантам следует использовать:

- рабочие тетради;
- конспекты лекций;
- литературу из основного и дополнительного перечня;
- ресурсы "Интернет" ;
- методические указания по освоению дисциплины.

### **8.2. Перечень учебной литературы**

1. М. А. Порай-Кошиц. Основы структурного анализа химических соединений. – М.: Высшая школа, 1982.
2. Б. В. Иоффе, Р. Р. Костиков, В. В. Разин. Физические методы определения строения органических соединений. М.: Высшая школа, 1984.

### **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>,

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : мультидисциплинар. электрон. версии журн. на ин. яз.] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 2000-2016. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>.
3. Национальна Электронная Библиотека [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн. по всем отраслям знания] / М-во культуры Рос. Федерации. – [Москва, 2016]. – Режим доступа: <http://нэб.рф>.

#### 8.4. Перечень программного обеспечения

Таблица 5

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Назначение программного продукта
1	Практическое, самостоятельная работа	Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
1	Практическое, самостоятельная работа	Microsoft Office 2007 Professional	Подготовка отчетов по творческому заданию

#### 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база обеспечивается наличием:

- помещений, находящихся в собственности «ИТХ УрО РАН»;
- оборудования, обеспечивающего проведение научно-исследовательской работы;
- вычислительного телекоммуникационного оборудования;
- других материально-технических ресурсов.

#### 9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 6

№ п.п.	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Учебный класс	«ИТХ УрО РАН»	112	36	4
2	Лекционный зал	«ИТХ УрО РАН»	118	72	70

3	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	200	36	5
4	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	201	36	5
5	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	202	36	5
6	Специализированная лаборатория	«ИТХ УрО РАН»	203	36	5

## 9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 7

№ п/п	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во, ед.	Форма приобретения/владения (собственность, оперативное управление, аренда)	Номер помещения
1	2	3		5
1	- Проектор мультимедиа для демонстрации презентаций и видеороликов; - Персональные компьютеры для выполнения расчётов и анализа результатов испытаний	2 5	Собственность	Помещения № 112, 118, 200, 201, 202, 203
2	Специализированное лабораторное оборудование для проведения исследований: - Инфракрасный спектрометр IFS 66S (Bruker, Германия); - ИК-Фурье спектрометр Vertex 80V (Bruker, Германия); - ИК-Фурье спектрометр Senterra (Bruker, Германия); - Дифференциальный сканирующий калориметр DSC 882e/400 Mettler Toledo (Швейцария); - Прибор совмещенного термогравиметрического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии TGA/DSC 1/1100 LF (Mettler Toledo, (Швейцария); - Прибор термомеханического и дифференциального термического	15	Собственность	Помещения  201 201 201 203 203

анализа TMA/SDTA841 (Mettler Toledo, (Швейцария);			203
-Хромато-масс-спектрометрическая система Agilent 6890 (Agilent, США);			202
- Высокоэффективный жидкостный хроматограф (Agilent, США);			201
- Автоматический анализатор элементного состава LECO CHNS-932 (Leco, США);			202
- Атомно-абсорбционный спектрометр iCE 3500 с пламенной атомизацией (Thermo, США);			202
- Капиллярный электрофорез Agilent CE (Agilent, США);			202
- Оптический микроскоп OLYMPUS BX51 (Olympus, Япония) с системой цифровой фотомикроскопии с программным обеспечением для обработки оптических образов ImageScope M;			200
- Автоматический анализатор удельной поверхности и пористости ASAP 2020 (Micromeritics, США);			203
- Атомно-силовой микроскоп «Смена» (ЗАО "НТ-МДТ", Россия);			200
- Растровый электронный микроскоп Evex Mini-SEM HR-3000 (Evex Analytical Instruments Inc., США) с энергодисперсионным рентгеновским анализатором			200