

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 18.06.2024 08:01:38  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

**БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ХАНТЫ-МАНСКИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ  
«Сургутский государственный университет»**

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебно-  
методической работе



Е.В. Коновалова  
2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ**

**«Дисциплина/дисциплины (модули), в том числе направленные  
на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов»**

Направление подготовки:  
**04.06.01 Химические науки**

Направленность программы:  
**Физическая химия**

Отрасль науки:  
**Химические науки**

Квалификация:  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения:  
**очная**

Сургут, 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями:

1. Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 04.06.01 Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 г. № 869;

2. Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 апреля 2015 г. № 464 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;

3. Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 марта 2014 г. № 247 «Об утверждении Порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня».

Автор программы:  
д-р техн. наук, профессор

В.П. Нехорошев

Согласование рабочей программы:

Подразделение (кафедра / библиотека)	Дата согласования	Ф.И.О., подпись нач. подразделения
Отдел комплектования и научной обработки документов	15.03.2021	Дмитриева И.И.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии  
« 16 » марта 2021 года, протокол № 8

И. о. зав. кафедрой,  
канд. хим. наук, доцент

Л.В. Цыро

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета института естественных  
и технических наук  
« 6 » апреля 2021 года, протокол № 3

Председатель УС института  
директор ИЕТН,  
канд. хим. наук, доцент

Ю.Ю. Петрова

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ ДИСЦИПЛИН

Целями освоения модуля дисциплин, направленных на подготовку к сдаче кандидатского экзамена, являются:

- формирование у обучающихся универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки»;
- системное освоение основных теоретических положений физической химии и смежных дисциплин;
- подготовка к самостоятельной научно-исследовательской деятельности в современных направлениях физической химии;
- глубокая специализированная подготовка в выбранном направлении, владения навыками современных методов исследования;
- подготовка к научно-педагогической работе в высших учебных заведениях;
- формирование у обучающихся умение находить и анализировать современную научно-техническую информацию в области физической химии;
- формирование у обучающихся умение формулировать научные задачи в области физической химии.

## 2. МЕСТО МОДУЛЯ ДИСЦИПЛИН В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

«Дисциплина/дисциплины (модули), в том числе направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов» относятся к обязательным дисциплинам и дисциплинам по выбору вариативной части ОПОП ВО аспирантуры; модуль включает следующие обязательные дисциплины: «Физическая химия», «Спектроскопические методы исследований»; модуль включает следующие дисциплины по выбору аспиранта: «Физико-химические методы исследований», «Высокомолекулярные соединения».

Преподавание дисциплин модуля осуществляется на 2 году обучения, в 3 семестре.

Требования к предварительной подготовке аспиранта: для успешного освоения дисциплин аспирант должен иметь глубокие фундаментальные знания и умения по экономической теории.

Предшествующими для изучения дисциплин модуля являются знания, умения и навыки, приобретенные аспирантами:

- при изучении дисциплин базовой части «История и философия науки», «Иностранный язык», Научно-исследовательский семинар «Научные исследования в области химических наук»,
- при изучении обязательных дисциплин вариативной части «Методология диссертационного исследования и подготовки научных публикаций», «Педагогика и психология высшей школы»,
- при изучении факультативных дисциплин «Информационные технологии в науке и образовании», «Основы патентоведения»,
- при проведении научных исследований и подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата химических наук.

Последующими к изучению дисциплин модуля являются знания, умения и навыки, используемые аспирантами:

- в процессе научно-исследовательской деятельности и подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата химических наук;
- при прохождении практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская практика);
- при подготовке к сдаче и сдаче государственного экзамена, представлении научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной

работы (диссертации).

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ ДИСЦИПЛИН

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения программы:

*универсальные*

УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях		
Знания	Умения	Навыки (опыт
основные подходы к поиску новых соединений	в рамках поставленной задачи самостоятельно планировать экспериментальную работу, опираясь на вышеизложенные знания	навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов

*общепрофессиональные*

ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных		
Знания	Умения	Навыки (опыт деятельности)
достижения структурного анализа, изучения биологических свойств и создания модельных систем для исследования химических процессов	использовать современные методы установления химического строения соединений и структурного анализа молекул	навыками анализа и выявления связи структура-активность соединений

*профессиональные*

ПК-2 способностью экспериментально определять термодинамические свойства веществ, рассчитать термодинамические функции простых и сложных систем, термодинамики фазовых превращений и фазовых переходов		
Знания	Умения	Навыки (опыт деятельности)
основные термодинамические методики расчета функций	самостоятельно получать экспериментальные данные по свойствам веществ	владения современными методами математической и статистической обработки экспериментальных данных
ПК-3 способностью определять и рассчитать параметры строения молекул и пространственной структуры веществ, связи реакционной способности реагентов с их строением и условиями		
Знания	Умения	Навыки (опыт
квантово-химические методы расчета параметров строения молекул	анализировать собранный эмпирический материал и делать достоверные выводы о связи реакционной способности веществ с их строением	систематических и углубленных знаний связи реакционной способности веществ с условиями реакции

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ ДИСЦИПЛИН

4.1. Общая трудоемкость модуля составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

4.2. Содержание разделов:

№ п/п	Разделы (или темы) дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы текущего контроля успеваемости. Форма промежуточной аттестации
		Лек	Пр	Лаб	СРС		
<b>Дисциплина 1 «Физическая химия»</b>							
1	Основные понятия и законы термодинамики; элементы статистической термодинамики; элементы термодинамики необратимых процессов; адсорбция и поверхностные явления	6	6		10	ПК-2 ПК-3	Устный опрос, практическое задание, самостоятельная работа
2	Строение вещества. Основы классической теории химического строения	6	6		6	ПК-3	Устный опрос, практическое задание, самостоятельная работа
3	Электрические и магнитные свойства; межмолекулярные взаимодействия; строение конденсированных фаз; химия поверхности твердого тела. Растворы, фазовые равновесия; адсорбция и поверхностные явления	6	6		8	ПК-2 ПК-3	Устный опрос, практическое задание, самостоятельная работа
4	Кинетика химических реакций; кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций; реакции в потоке; макрокинетика; теория активных столкновений; фотохимические и радиационно- химические реакции	6	6		7	ПК-2 ПК-3	Устный опрос, практическое задание, самостоятельная работа
5	Катализ; гомогенный катализ; кислотно-основной катализ; нуклеофильный и электрофильный катализ; катализ металлокомплексными соединениями; гетерогенный катализ; современные теории функционирования гетерогенных катализаторов; основные промышленные каталитические процессы	4	4		6	ПК-2 ПК-3	Устный опрос, практическое задание, самостоятельная работа

6	Электрохимические процессы; двойной электрический слой; электрокапиллярные явления, уравнение Липпмана; скорость и стадии электродного процесса; поляризация электродов; полярография; ток обмена и перенапряжение	4	4		7	ПК-2 ПК-3	Устный опрос, практическое задание
	<b>Итого:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>44</b>		Контрольная работа
<b>Дисциплина 2 «Спектроскопические методы исследований»</b>							
1	Основные понятия и определения. Теоретические основы спектроскопии	4	4		10	УК-1 ОПК-1 ПК-3	Устный опрос, тест
2	Люминесцентные методы	4	4		10	УК-1 ОПК-1 ПК-3	Устный опрос, тест
3	Лазерная спектроскопия	4	4		10	УК-1 ОПК-1 ПК-3	Устный опрос, тест
4	Рентгеновская спектроскопия	4	4		10	УК-1 ОПК-1 ПК-3	Устный опрос, тест
	<b>Итого:</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>40</b>		Контрольная работа
<b>Дисциплина 3 «Физико-химические методы исследования» (курс по выбору)</b>							
1	Электронная УФ спектроскопия	3	3		8	ПК-3 ПК-4	Устный опрос, практическое задание, самостоятельная работа
2	Колебательная ИК спектроскопия	3	3		8	ПК-3 ПК-4	Устный опрос, практическое задание, самостоятельная работа
3	Масс-спектрометрия	3	3		8	ПК-3 ПК-4	Устный опрос, практическое задание, самостоятельная работа
4	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	3	3		8	ПК-3 ПК-4	Устный опрос, практическое задание, самостоятельная работа
5	Спектрометрическая идентификация органических соединений	4	4		8	ПК-3 ПК-4	Устный опрос, практическое задание, самостоятельная работа

	<b>Итого:</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>40</b>		Контрольная работа
<b>Дисциплина 4 «Высокомолекулярные соединения» (курс по выбору)</b>							
1	Химия полимеров и полимерных материалов	2	2		7	ПК-3 ПК-4	Устный опрос, тест
2	Радикальная полимеризация и ее механизм	3	3		7	ПК-3 ПК-4	Устный опрос, практическое задание
3	Сополимеризация, ее механизм и основные закономерности	3	3		5	ПК-3 ПК-4	Устный опрос, практическое задание
4	Методы получения полимерных композиционных материалов	2	2		6	ПК-3 ПК-4	Устный опрос, практическое задание
5	Физика полимеров и полимерных композиционных материалов	2	2		6	ПК-3 ПК-4	Устный опрос, практическое задание
6	Физико-механические свойства полимеров	2	2		5	ПК-3 ПК-4	Устный опрос, практическое задание
7	Физические и фазовые состояния полимеров	2	2		4	ПК-3 ПК-4	Устный опрос, тест
	<b>Итого:</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>40</b>		Контрольная работа
	<b>ВСЕГО (с учетом 1-го курса по выбору):</b>	<b>64</b>	<b>64</b>		<b>124</b>		Кандидатский экзамен (контроль 36 ч)

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ ДИСЦИПЛИН**

Приложение к рабочей программе модуля: Оценочные средства.

### **5. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ**

В учебном процессе будут применяться методы обучения:

- круглый стол;
- диспут;
- деловая игра;
- тренинг;
- тестирование;
- подготовка и представление презентаций;
- аудиторная контрольная работа.

Используемые в учебном процессе средства обучения включают:

- электронно-библиотечные системы;
- электронную информационно-образовательную среду Университета;
- материально-техническое обеспечение;
- учебно-наглядные пособия;
- доступ к профессиональным базам данных;

- лицензионное программное обеспечение.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Диалоговые технологии, тренинговые, компьютерные, дистанционные образовательные технологии.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДУЛЯ ДИСЦИПЛИН**

### **7.1. Основная литература**

#### **Дисциплина 1 «Физическая химия»**

1. Стромберг, Армин Генрихович. Физическая химия : Учебник для студентов высших учебных заведений / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; Под ред. А. Г.Стромберга .— 4-е изд., испр. — М. : Высшая школа, 2001 .— 526 с.

2. Свиридов, В. В. Физическая химия [Электронный ресурс] / Свиридов В. В., Свиридов А. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 600 с. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=87726](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=87726).

3. Практикум по физической химии. Термодинамика [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Химия" и специальности "Химия" / [Е. П. Агеев и др.] ; под ред. Е. П. Агеева, В. В. Лунина .— М. : Академия, 2010 .— 218 с.

#### **Дисциплина 2 «Спектроскопические методы исследований»**

1. Лебухов, В. И. Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] / Лебухов В. И., Окара А. И., Павлюченкова Л. П. Санкт-Петербург : Лань, 2012. 480 с. URL: [https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4543](https://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4543).

2. Аксенова, Е. Н. Методы оценки погрешностей при измерениях физических величин [Электронный ресурс] / Аксенова Е. Н., Калашников Н. П. : учебно-методическое пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 40 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/113371> ISBN 978-5-8114-3559-3.

3. Стромберг, Армин Генрихович. Физическая химия : Учебник для студентов высших учебных заведений / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; Под ред. А. Г.Стромберга .— 4-е изд., испр. — М. : Высшая школа, 2001 .— 526 с. — Предм. указ.: с. 516- 522 .— Библиогр.: с. 511-515 .— ISBN 5-06-003627-8

4. Туров, Юрий Прокопьевич. Физические методы исследования в химии [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Туров Ю. П.; БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа - Югры "Сургутский государственный университет", Институт естественных и технических наук, Кафедра химии. Сургут: Сургутский государственный университет, 2018. URL: <https://elib.surgu.ru/fulltext/umm/5481> .

5. Эткинс, П. Физическая химия [Текст] = Atkin's Physical Chemistry : в 3 ч. : [учебные пособия] / П. Эткинс, Дж. де Паула .— М. : Мир, 2007 .— (Лучший зарубежный учебник) .— ISBN 5-03-003789-6. Ч. 1 / ; пер. с англ. И. А. Успенский [и др.] ; под ред. В. В. Лунина и О. М. Полторака .— М. : Мир, 2007 .— 494 с. : ил. .— ISBN 5-03-003786-1

#### **Дисциплина 3 «Физико-химические методы исследования»**

1. Пентин, Юрий Андреевич. Физические методы исследования в химии : Учебник для студентов высших учебных заведений / Ю. А. Пентин, Л. В. Вилков .— М. : Мир : АСТ, 2003 .— 683 с. : ил. — (Методы в химии) .— Библиогр. : с. 658-661 .— Указ. : с. 662-673 .— ISBN 5-03-003470-6.— ISBN 5-17-018760-2.

2. Сильверстейн, Роберт. Спектрометрическая идентификация органических соединений [Текст] = Spectrometric identification of organic compounds : [учебное пособие] /



Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. Н. М. Сергеева и Б. Н. Тарасевича .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 .— 557 с. : ил. ; 29 .— (Методы в химии) .— На доп. тит. л. загл. и авт. на англ. яз.: Spectrometric identification of organic compounds / Robert M. Silverstein, Francis X. Webster, David J. Kiemle .— Предм. указ.: с. 546-549 .— ISBN 978-5-94774-392-0

3. Лебедев, А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды / Лебедев А.Т. — Moscow : Техносфера, 2013 . - Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды [Электронный ресурс] / Лебедев А.Т. - М. : Техносфера, 2013. – ISBN 978-5-94836-363-9. - <URL:<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363639.html> >.

4. Николаев, А. А. Физико-химические методы исследования флотационных систем. Жидкая фаза. Граница раздела фаз твердое–жидкость : учебное пособие / А. А. Николаев. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2017. — 65 с. — ISBN 978-5-906846-72-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78542.html> (дата обращения: 18.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Васильева, В. И. Спектральные методы анализа. Практическое руководство [Электронный ресурс] / Васильева В. И., Стоянова О. Ф., Шкутина И. В., Карпов С. И. ; Под ред. Селеменова В.Ф. и Семенова В.Н. Санкт-Петербург : Лань, 2014. 416 с. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50168](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50168) . ISBN 978-5-8114-1638-7.

#### Дисциплина 4 «Высокомолекулярные соединения»

1. Кленин, Виталий Иосифович. Высокомолекулярные соединения : учебник / В. И. Кленин, И. В. Федусенко .— Москва : Лань, 2013 .— 512 с. — .— ISBN 978-5-8114-1473-4 : 1600 р. 06 к. — <URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5842](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5842) >.

2. Киреев, Вячеслав Васильевич. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 1 : Учебник для вузов / Киреев В. В. Москва : Юрайт, 2020. 365 с. (Высшее образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/451520>.

### Дополнительная литература

#### Дисциплина 1 «Физическая химия»

1. Байрамов, Вадим Михайлович. Химическая кинетика и катализ : Примеры и задачи с решениями : Учебное пособие для студентов химических факультетов университетов / В. М. Байрамов .— М. : Academia, 2003 .— 316 с. : ил. — (Высшее образование) .— ISBN 5-7695-1293-8.

2. Байрамов, Вадим Михайлович. Основы химической кинетики и катализа : Учебное пособие для студентов химических факультетов университетов / В. М. Байрамов ; Под ред. В. В. Лунина .— М. : Академия, 2003 .— 256 с. : ил. — (Высшее образование) .— Библиогр. : с. 242, 243 .— Предм. указ. : 244-250 .— ISBN 5-7695-1297-0

3. Пурмаль, Анатолий Павлович. А, Б, В. химической кинетики : Учебное пособие / А. П. Пурмаль .— М. : ИКЦ "Академкнига", 2004 .— 277 с. : ил. — ISBN 5-94628-116-X.

4. Зимон, Анатолий Давыдович. Физическая химия : Учебник для студентов технологических специальностей высших учебных заведений / А. Д. Зимон .— М. : Агар, 2003 .— 315, [2] с. : ил. — Библиогр.: с. 317 .— ISBN 5-89218-149-9.

5. Эткинс, П. Физическая химия [Текст] = Atkin's Physical Chemistry : в 3 ч. : [учебные пособия] / П. Эткинс, Дж. де Паула .— М. : Мир, 2007 .— (Лучший зарубежный учебник).— ISBN 5-03-003789-6. Ч. 1 / ; пер. с англ. И. А. Успенский [и др.] ; под ред. В. В. Лунина и О. М. Полторака .— М. : Мир, 2007 .— 494 с.

6. Адсорбция, адсорбенты и адсорбционные процессы в нанопористых материалах [Текст] : научное издание. Коллективная монография, изданная в связи со 110-летием со дня рождения выдающегося физико-химика, ученого с мировым именем академика

Михаила Михайловича Дубинина / Российская академия наук, Отделение химии и науки о материалах, Научный совет РАН по физической химии, Учреждение Российской академии наук, Институт физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН ; [под ред. А. Ю. Цивадзе]. Москва : Граница, 2011. - 489 с.

## Дисциплина 2 «Спектроскопические методы исследований»

1. Пентин, Юрий Андреевич. Физические методы исследования в химии : Учебник для студентов высших учебных заведений / Ю. А. Пентин, Л. В. Вилков. — М. : Мир : АСТ, 2003. — 683 с. : ил. — (Методы в химии). — Библиогр. : с. 658-661. — Указ. : с. 662-673. — ISBN 5-03-003470-6 : 350,00. — ISBN 5-17-018760-2.

2. Оптические методы в фармацевтическом анализе: лабораторный практикум [Электронный ресурс] : Учебно-методическое пособие / Ю. А. Глазырина [и др.] ; ред. С. Ю. Сараева. Оптические методы в фармацевтическом анализе: лабораторный практикум, 2022-08-31. Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. 96 с. ISBN 978-5-7996-1478-2. URL: <http://www.iprbookshop.ru/68265.html>

3. Мовчан, Наталья Ивановна. Аналитическая химия : Учебник / Казанский национальный исследовательский технологический университет. 1. Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018. 394 с. URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=320794>

4. Отто, Маттиас. Современные методы аналитической химии [Текст] / М. Отто ; пер. с нем. под ред. А. В. Гармаша. — 2-е испр. изд. — М. : Техносфера, 2006 (Самара : Самарский Дом печати). — 543 с. : ил., табл. ; 24 см. — (Мир химии). — Библиогр. в конце гл. — Предм. указ.: с. 535-543. — ISBN 5-94836-072-5

5. Сизова, Л. С. Аналитическая химия. Оптические методы анализа [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Л. С. Сизова. Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. 179 с. ISBN 5-89289-384-7. URL: <http://www.iprbookshop.ru/14353.html>

## Дисциплина 3 «Физико-химические методы исследования»

1. Александрова, Т. П. Физико-химические методы анализа : учебное пособие / Т. П. Александрова, А. И. Апарнев, А. А. Казакова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 90 с. — ISBN 978-5-7782-2394-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/44699.html>

2. Лебедев, А. Т. Масс-спектрометрия в органической химии / А. Т. Лебедев. — 2-е изд. — Москва : Техносфера, 2015. — 702 с. — ISBN 978-5-94836-409-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/84686.html> (дата обращения: 18.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

3. Ганеев, А. А. Аналитическая химия. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа [Электронный ресурс] / Ганеев А. А., Зенкевич И. Г., Карцова Л. А., Москвин Л. Н., Родинков О. В. : учебник. Санкт-Петербург : Лань, 2019. 332 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/113899>. ISBN 978-5-8114-3394-0.

4. Сутягин, В. М. Физико-химические методы исследования полимеров [Электронный ресурс] / Сутягин В. М., Ляпков А. А. : учебное пособие. 3-е изд., испр. Санкт-Петербург : Лань, 2018. 140 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/99212> ISBN 978-5-8114-2712-3.

## Дисциплина 4 «Высокомолекулярные соединения»

1. Нехорошев, Виктор Петрович. Некристаллические полимеры пропилена в сфере жизнедеятельности человека [Текст] : монография / В. П. Нехорошее, А. В. Нехорошева. —

Нижневартовск : Издательство Нижневартовского государственного гуманитарного университета, 2007 .— 202, [1] с. : ил. — Книга с автографом автора 62813099 : 197386 .— Библиогр.: с. 193-202 .— ISBN 5-89988-355-3

2. Нехорошева, Александра Викторовна. Атактический полипропилен и некристаллические полимеры пропилена: получение, строение, свойства и применение [Текст] : монография / А. В. Нехорошева, В. П. Нехорошев ; Департамент образования и науки Ханты-Мансийского автономного округа - Югры, Нижневартовский государственный гуманитарный университет .— Ханты-Мансийск : Полиграфист, 2008.— 128 с. : ил. — Библиогр.: с. 115-128 .— ISBN 978-5-89846-861-3.

3. Аржаков, Максим Сергеевич. Высокомолекулярные соединения : Учебник и практикум / М. С. Аржаков [и др.] .— Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 .— 340.— (Бакалавр. Академический курс) .— Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/450286> .

4. Киреев, Вячеслав Васильевич. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 1 : Учебник / В. В. Киреев .— Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 .— 365.— (Бакалавр. Академический курс) .— Режим доступа: URL: <https://urait.ru/bcode/451520> .

### **8.2.1. Периодические издания (научные журналы)**

1. Химия и жизнь XXI век
2. Российский химический журнал (ЖРХО им. Д.И.Менделеева)

### **8.2. Лицензионное программное обеспечение**

- Matlab
- MathCAD
- OpenFOAM
- Microsoft Office

### **8.3. Современные профессиональные базы данных**

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)

Правообладатель: ООО «Научная электронная библиотека».

Электронная библиотека диссертаций РГБ (<https://dvs.rsl.ru>)

Правообладатель: ФГБУ «Российская государственная библиотека».

Электронная Библиотека Сбербанка <http://sberbanklib.ru>

Национальная электронная библиотека (НЭБ) (нэб.рф)

Правообладатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека».

Договор о подключении №101/НЭБ/0442-п от 2.04.2018 г., доступ предоставлен с 1.01.2018 г. и бессрочно.

Евразийская патентная информационная система (ЕАПАТИС)

(<http://www.eapatis.com>)

Правообладатель: ФС по интеллектуальной собственности ФГБУ "ФИПС".

Письмо исх. № 2014-01/29, доступ предоставлен бессрочно.

Polpred.com Обзор СМИ (<http://polpred.com>)

Единое окно доступа к образовательным ресурсам - информационная система (<http://window.edu.ru/>)

Электронные коллекции на портале Президентской библиотеки им. Б. Н. Ельцина (<http://www.prlib.ru/collections>)

КиберЛенинка - научная электронная библиотека (<http://cyberleninka.ru/>)

Научная педагогическая электронная библиотека (НПЭБ) (<http://elib.gnpbu.ru>)

VIBLIORNIKA (<http://www.bibliofika.ru/>)

Грамота.ру (<http://www.gramota.ru/>)

ВИНИТИ (<http://www.viniti.ru>)

Российская национальная библиотека  
([http://primo.nlr.ru/primo\\_library/libweb/action/search.do?menuitem=2&catalog=true](http://primo.nlr.ru/primo_library/libweb/action/search.do?menuitem=2&catalog=true))  
УИС РОССИЯ (<http://uisrussia.msu.ru>)

#### 8.4. Международные реферативные базы данных научных изданий

Springer

Ресурсы:

Springer Journals - полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Springer по различным отраслям знаний.

Springer Protocols - коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний.

Springer Materials - коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга.

Springer Reference - электронные энциклопедии, справочники, словари и атласы по всем отраслям науки.

zbMATH - реферативная база данных по чистой и прикладной математике.

Nature Journals (<http://www.nature.com/siteindex/index.html>)

Электронные книги Springer Nature (<https://link.springer.com/>)

Правообладатель: ФГБУ ГПНТБ России/ компания Springer Customer Service GmbH  
Лицензионный договор № 41/ЕП-2017, доступ бессрочный

Доступные коллекции:

Science, Technology and Medicine Collections

– Chemistry and Materials Science

– Computer Science

– Earth and Environmental Science

– Engineering

– Medicine

Scopus (<http://www.scopus.com>)

Правообладатель: ООО «Эко-вектор Ай - Пи».

Web of Science (<http://webofknowledge.com>)

Правообладатель: НП «НЭИКОН»

По подписке доступны следующие базы данных:

– Web of Science Core Collection, включая все индексы научного цитирования:

– Science Citation Index Expanded (1975-по настоящее время)

– Social Sciences Citation Index (1975-по настоящее время)

– Arts & Humanities Citation Index (1975-по настоящее время)

– Conference Proceedings Citation Index- Science (1990-по настоящее время)

– Conference Proceedings Citation Index- Social Science & Humanities (1990-по настоящее время)

– Book Citation Index- Science (2005-по настоящее время)

– Book Citation Index- Social Sciences & Humanities (2005-по настоящее время)

– Emerging Sources Citation Index (2015-по настоящее время)

– KCI-Korean Journal Database — содержит библиографическую информацию по научной литературе, опубликованной в Корее (1980-по настоящее время).

– MEDLINE — библиографическая база статей по медицинским наукам, созданная Национальной медицинской библиотекой США (U.S. National Library of Medicine, NLM). Охватывает около 75 % мировых медицинских изданий (1950-по настоящее время).

– SciELO Citation Index — содержит научную литературу по общественным, гуманитарным наукам и искусству, которая была опубликована в лучших журналах, находящихся в открытом доступе, в Латинской Америке, Португалии, Испании и Южной Африке (1997-по настоящее время).

Архив научных журналов (NEICON) (<http://archive.neicon.ru>)

Правообладатель: НП "НЭИКОН".

Письмо Исх. № 2014-01/29.

Коллекции в архиве:

Архив издательства American Association for the Advancement of Science. Пакет «Science Classic» 1880-1996

Архив издательства Annual Reviews. Пакет «Full Collection» 1932-2005

Архив издательства Института физики (Великобритания). Пакет «Historical Archive 1874-1999» с первого выпуска каждого журнала по 1999, 1874-1999

Архив издательства Nature Publishing Group. Пакет «Nature» с первого выпуска первого номера по 2010, 1869-2010

Архив издательства Oxford University Press. Пакет «Archive Complete» с первого выпуска каждого журнала по 1995, 1849-1995

Архив издательства Sage. Пакет «2010 SAGE Deep Backfile Package» с первого выпуска каждого журнала по 1998, 1890-1998

Архив издательства Taylor & Francis. Full Online Journal Archives с первого выпуска каждого журнала по 1997, 1798-1997

Project Gutenberg (<http://www.gutenberg.org>)

Elsevier - Open Archives (<https://www.elsevier.com/about/open-science/open-access/open-archive>)

SpringerOpen (<http://www.springeropen.com>)

DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS (<https://doaj.org/>)

New England Journal of Medicine (<http://www.nejm.org/>)

Pediatric Neurology Briefs - электронный журнал

(<http://www.pediatricneurologybriefs.com/>)

FREE MEDICAL JOURNALS (<http://www.freemedicaljournals.com/>)

MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute (Basel, Switzerland)  
(<http://www.mdpi.com/>)

PUBMED CENTRAL (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>)

BioMed Central (<http://www.biomedcentral.com/journals>)

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОННЫХ ЖУРНАЛОВ В г. РЕГЕНСБУРГ (Германия)

(<http://www.bibliothek.uni-regensburg.de/ezeit/>)

## 8.5. Информационные справочные системы

Гарант

Правообладатель: ООО "Гарант - ПРОНет". Договор №НГС-2011-53-05- 11/с доступ предоставлен бессрочно.

КонсультантПлюс

Правообладатель: ООО "Информационное агентство "Информбюро".

Договор об информационной поддержке РДД-10/2019/д18/44 от 18.11.2018 г., доступ предоставлен с 1.01.2019 г. до 31.12.2024 г.

## 8.6. Интернет-ресурсы

1. Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://mon.gov.ru>

2. Аспирантура. Портал для аспирантов - [Электронный ресурс] URL: <http://www.aspirantura.spb.ru/>

3. В помощь аспирантам - [Электронный ресурс] URL: <http://postgrad.samgtu.ru/node/54>

4. В помощь аспирантам и соискателям ученых степеней - [Электронный ресурс] URL: <http://www.aspirinby.org/>

## 8.7. Методические материалы

### **Дисциплина 1 «Физическая химия»**

1. Аналитический контроль материалов, веществ и изделий в криминалистике [Электронный ресурс] : коллективная монография / [В. П. Нехорошев, Г. Б. Слепченко, С. В. Нехорошев, А. В. Нехорошева] ; Департамент образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа - Югры, БУ ВО "Сургутский государственный университет", Кафедра химии. Сургут : Издательский центр СурГУ, 2017. URL: <https://elib.surgu.ru/fulltext/NTS/523>.

### **Дисциплина 2 «Спектроскопические методы исследований»**

1. Аналитический контроль материалов, веществ и изделий в криминалистике [Электронный ресурс] : коллективная монография / [В. П. Нехорошев, Г. Б. Слепченко, С. В. Нехорошев, А. В. Нехорошева] ; Департамент образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа - Югры, БУ ВО "Сургутский государственный университет", Кафедра химии. Сургут : Издательский центр СурГУ, 2017. URL: <https://elib.surgu.ru/fulltext/NTS/523>. Дисциплина 3 «Физико-химические методы исследования»

2. Туров, Ю. П. Физические методы исследования в химии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Туров Ю. П. ; БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа - Югры "Сургутский государственный университет", Институт естественных и технических наук, Кафедра химии Электронные текстовые данные (1 файл: 2 470 431 байт) Сургут : Сургутский государственный университет, 2018. Заглавие с титульного экрана Коллекция: Учебно-методические пособия СурГУ. Режим доступа: Корпоративная сеть СурГУ или с любой точки подключения к Интернет, по логину или паролю. Системные требования: Adobe Acrobat Reader <https://elib.surgu.ru/fulltext/umm/5481>

3. Аналитический контроль материалов, веществ и изделий в криминалистике [Электронный ресурс] : коллективная монография / [В. П. Нехорошев, Г. Б. Слепченко, С. В. Нехорошев, А. В. Нехорошева] ; Департамент образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа - Югры, БУ ВО "Сургутский государственный университет", Кафедра химии. Сургут : Издательский центр СурГУ, 2017. URL: <https://elib.surgu.ru/fulltext/NTS/523>.

### **Дисциплина 3 «Физико-химические методы исследования»**

1. Туров, Ю. П. Физические методы исследования в химии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Туров Ю. П. ; БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа - Югры "Сургутский государственный университет", Институт естественных и технических наук, Кафедра химии Электронные текстовые данные (1 файл: 2 470 431 байт) Сургут : Сургутский государственный университет, 2018. Заглавие с титульного экрана Коллекция: Учебно-методические пособия СурГУ. Режим доступа: Корпоративная сеть СурГУ или с любой точки подключения к Интернет, по логину или паролю. Системные требования: Adobe Acrobat Reader <https://elib.surgu.ru/fulltext/umm/5481>

2. Нехорошев В.П., Слепченко Г.Б., Нехорошев С.В., Нехорошева А.В. Аналитический контроль материалов, веществ и изделий в криминалистике. Сургут. гос. ун-т. Сургут: ИЦ СурГУ, 2017.

### **Дисциплина 4 «Высокомолекулярные соединения»**

1. Нехорошева А.В., Нехорошев В. П. Атактический полипропилен и некристаллические полимеры пропилена: получение, строение, свойства и применение. Монография. Ханты- Мансийск: Полиграфист. 2008.- 130 с.

2. Нехорошев В.П., Нехорошева А.В. Некристаллические полимеры пропилена в сфере жизнедеятельности человека. Монография. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. Гуманит. Ун-та. 2007.- 203 с.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДУЛЯ ДИСЦИПЛИН

а) для проведения занятий лекционного типа

### *Дисциплина 1 «Физическая химия»*

Лекционная аудитория № 310 оснащена специализированной мебелью и техническими средствами обучения: меловая доска, мобильный проекционный экран, портативный проектор, ноутбук, точка доступа Wi-Fi.

### *Дисциплина 2 «Спектроскопические методы исследований»*

Лекционная аудитория № 310 оснащена специализированной мебелью и техническими средствами обучения: меловая доска, мобильный проекционный экран, портативный проектор, ноутбук, точка доступа Wi-Fi.

### *Дисциплина 3 «Физико-химические методы исследования»*

Лекционная аудитория № 310 оснащена специализированной мебелью и техническими средствами обучения: меловая доска, мобильный проекционный экран, портативный проектор, ноутбук, точка доступа Wi-Fi.

### *Дисциплина 4 «Высокомолекулярные соединения»*

Лекционная аудитория № 310 оснащена специализированной мебелью и техническими средствами обучения: меловая доска, мобильный проекционный экран, портативный проектор, ноутбук, точка доступа Wi-Fi.

б) для проведения занятий семинарского типа

### *Дисциплина 1 «Физическая химия»*

Лекционная аудитория № 310 оснащена специализированной мебелью и техническими средствами обучения: меловая доска, мобильный проекционный экран, портативный проектор, ноутбук, точка доступа Wi-Fi.

### *Дисциплина 2 «Спектроскопические методы исследований»*

Лекционная аудитория № 310 оснащена специализированной мебелью и техническими средствами обучения: меловая доска, мобильный проекционный экран, портативный проектор, ноутбук, точка доступа Wi-Fi.

### *Дисциплина 3 «Физико-химические методы исследования»*

Лекционная аудитория № 310 оснащена специализированной мебелью и техническими средствами обучения: меловая доска, мобильный проекционный экран, портативный проектор, ноутбук, точка доступа Wi-Fi.

### *Дисциплина 4 «Высокомолекулярные соединения»*

Лекционная аудитория № 310 оснащена специализированной мебелью и техническими средствами обучения: меловая доска, мобильный проекционный экран, портативный проектор, ноутбук, точка доступа Wi-Fi.

в) для проведения групповых и индивидуальных консультаций

Лекционная аудитория № 310 оснащена специализированной мебелью и техническими средствами обучения: меловая доска, мобильный проекционный экран, портативный проектор, ноутбук, точка доступа Wi-Fi.

г) для текущего контроля и промежуточной аттестации

Лекционная аудитория № 310 оснащена специализированной мебелью и техническими средствами обучения: меловая доска, мобильный проекционный экран, портативный проектор, ноутбук, точка доступа Wi-Fi.

д) для самостоятельной работы

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационную образовательную среду СурГУ:

№ п/п	Местонахождение	Название зала
1.	539, 541, 542	Зал медико-биологической литературы и литературы по физической культуре и спорту

2.	442	Зал естественно-научной и технической литературы
3.	441	Зал иностранной литературы

е) для хранения и профилактического обслуживания оборудования  
Аудитория 210 по адресу г. Сургут, ул. Энергетиков, 22.

## **10. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ АСПИРАНТАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В соответствии с ч. 4 «Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (утв. Приказом Министерства образования и науки РФ от 19 ноября 2013 г. № 1259), для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предлагается адаптированная программа аспирантуры, которая осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся. Для обучающихся-инвалидов программа адаптируется в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Специальные условия для получения высшего образования по программе аспирантуры обучающимися с ограниченными возможностями здоровья включают:

- использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, включая наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети «Интернет» для слабовидящих;
- использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания,
- использование специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов,
- использование специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования,
- предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь,
- проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий,
- обеспечение доступа в здания организаций и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение программы аспирантуры.

В целях доступности получения высшего образования по программам аспирантуры инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

- 1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
  - наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;
  - размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);
  - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
  - обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
  - обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-поводыря, к зданию организации;
- 2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
  - дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения));



– обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия обеспечивают возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

При получении высшего образования по программам аспирантуры обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

**БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРЫ  
«Сургутский государственный университет»**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**

**Приложение к рабочей программе по модулю дисциплин**

**«Дисциплина/дисциплины (модули), в том числе направленные на  
подготовку к сдаче кандидатских экзаменов»**

Направление подготовки  
**04.06.01 Химические науки**

Направленность программы  
**Физическая химия**

Отрасль науки  
**Химические науки**

Квалификация  
**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения  
**очная**

Сургут, 2021 г.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Проведение текущего контроля успеваемости по модулю дисциплин

### Дисциплина 1 «Физическая химия»

Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики; элементы статистической термодинамики; элементы термодинамики необратимых процессов; адсорбция и поверхностные явления

*Вопросы для устного опроса:*

1. Энтропия. Статистическая интерпретация энтропии.
2. Первое начало термодинамики. Тепловые эффекты химических реакций.
3. Второе начало термодинамики. Энтропия изолированной, закрытой и открытой систем.

*Практические задания:*

1. Рассчитайте энтальпию реакции  $6C(г) + 6H(г) = C_6H_6(г)$ 
  - а) по энтальпиям образования;
  - б) по энергиям связи, в предположении, что двойные связи в молекуле  $C_6H_6$  фиксированы.

2. Рассчитайте энтальпию сгорания метана при 1000 К, если даны энтальпии образования при 298 К:  $\Delta_f H^\circ(CH_4) = -17,9$  ккал·моль<sup>-1</sup>,  $\Delta_f H^\circ(CO_2) = -94,1$  ккал·моль<sup>-1</sup>,  $\Delta_f H^\circ(H_2O(г)) = -57,8$  ккал·моль<sup>-1</sup>. Теплоемкости газов (в ккал·моль<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>) в интервале от 298 до 1000 К равны:  $C_p(CH_4) = 3,422 + 0,0178 \cdot T$ ;  $C_p(O_2) = 6,095 + 0,0033 \cdot T$ ;  $C_p(CO_2) = 6,396 + 0,0102 \cdot T$ ,  $C_p(H_2O(г)) = 7,188 + 0,0024 \cdot T$ .

3. Приведите пример обратимого, но неравновесного термодинамического процесса.

4. Рассчитайте изменение энтропии 1000 г воды в результате ее замерзания при -5°C. Теплота плавления льда при 0°C равна 6008 Дж·моль<sup>-1</sup>. Теплоемкости льда и воды равны 34,7 и 75,3 Дж·моль<sup>-1</sup>·К<sup>-1</sup>, соответственно. Объясните, почему энтропия при замерзании уменьшается, хотя процесс - самопроизвольный.

5. Используя инкрементную схему, рассчитайте значение изобарной теплоемкости изо-бутилацетата при 293 К.

Величины некоторых групповых вкладов изобарных теплоемкостей (T=293 К)

Атом или группа	$C_p$ , Дж·моль <sup>-1</sup> ·К <sup>-1</sup>	Атом или группа	$C_p$ , Дж·моль <sup>-1</sup> ·К <sup>-1</sup>
-CH <sub>3</sub>	41,32	-O-	35,02
-CH <sub>2</sub> -	26,45	-NH <sub>2</sub>	63,3
-CN	58,16	-COOH	79,90
-C <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	127,61	-COO <sup>-</sup>	60,75
-CH-	22,69	-C=O	61,5

6. Молекула может находиться на двух уровнях с энергиями 0 и 300 см<sup>-1</sup>. Какова вероятность того, что молекула будет находиться на верхнем уровне при 250°C?

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Термохимия. Закон Гесса. Расчет теплот химических реакций.
2. Первый закон термодинамики. Работа и теплота.

**Вывод:** устный опрос по вопросам, выполнение практических заданий и заданий для самостоятельной работы позволяет оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-2 (знания, умения); ПК-3 (знания, умения).

## Тема 2. Строение вещества. Основы классической теории химического строения

*Вопросы для устного опроса:*

1. Способы описания взаимодействий между частицами вещества.
2. Физические и химические взаимодействия.
3. Метод валентных связей. Достоинства и недостатки метода ВС.
4. Метод молекулярных орбиталей. Приближенное описание молекулярной орбитали в методе МО ЛКАО. Достоинства и недостатки метода МО ЛКАО.

*Практические задания*

1. Построить диаграмму МО для молекулярного иона  $O_2^+$ .
2. Рассчитать энергию решетки кристалла NaF ( $n = 7$ ,  $R(\text{Na-F}) = 2.307 \text{ \AA}$ ).

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Теория химической связи. Основные принципы квантово-химического расчета молекул.
2. Применение метода молекулярных орбиталей, линейная комбинация атомных орбиталей.
3. Опишите свойства и строение наночастиц на основе углерода.

**Вывод:** устный опрос по вопросам, выполнение практических заданий и заданий для самостоятельной работы позволяет оценить сформированность следующей компетенции:

ПК-3 (знания, умения).

## Тема 3. Электрические и магнитные свойства; межмолекулярные взаимодействия; строение конденсированных фаз; химия поверхности твердого тела; Растворы, фазовые равновесия; адсорбция и поверхностные явления

*Вопросы для устного опроса:*

1. Условия смещения равновесия. Принцип Ле Шателье.
2. Термический анализ.
3. Слабые электролиты. Константа электролитической диссоциации. Закон разведения.

*Практические задания:*

1. Вычислить коэффициент активности хлорида калия в 0,05 моляльном водном растворе, если понижение температуры замерзания раствора  $T_3 = 0,175 \text{ K}$ , а криоскопическая постоянная для воды  $K_k = 1,86$ .

2. Температура кипения бензола при давлении 1 атм равна  $80,1^\circ\text{C}$ . Оцените давление пара бензола при  $25^\circ\text{C}$ .

3. Проба нелетучей жирной кислоты общей формулы  $C_nH_{2n-3}COOH$  массой 1,263 г растворена в 500 г  $CCl_4$ . Температура кипения раствора составила  $76,804^\circ\text{C}$ . Определите, какая кислота была исследована, если  $T_{\text{кип}}(CCl_4) = 76,76^\circ\text{C}$ , а моляльная эбуллиоскопическая постоянная равна 4,88.

4. Рассчитайте состав раствора бензол-толуол, который при нормальном давлении кипит при температуре  $100^\circ\text{C}$ , а также состав образующегося пара. Раствор считайте идеальным. Давления пара чистых бензола и толуола при  $100^\circ\text{C}$  равны 1350 Торр и 556 Торр, соответственно.

5. Вычислить удельную теплоемкость водного раствора серной кислоты, в котором молярная доля кислоты составляет 0,1, а парциальные молярные теплоемкости компонентов раствора при 288 К для кислоты 61,7 и для воды 77,8 Дж/моль.

6. Вычислить теплоту испарения хлора при нормальной температуре кипения 239 К, если давление насыщенного пара над жидким хлором определяется уравнением:  $P(\text{Па}) = 3,58 \cdot 10^6 - 3,37 \cdot 10^4 T + 80,11 T^2$ .

7. При 312 К и давлении 1,21 Торр на поверхности микропористого глинистого адсорбента сорбируется  $1,37 \text{ моль} \cdot \text{кг}^{-1}$  паров метилового спирта. Такая же адсорбция

достигается при повышении температуры до 320 К и увеличении давления до 3,16 Торр. Вычислите энтальпию адсорбции метилового спирта при данной степени заполнения поверхности.

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Основные понятия электростатической теории растворов.
2. Удельная и молярная электрические проводимости.

**Вывод:** устный опрос по вопросам, выполнение практических заданий и заданий для самостоятельной работы позволяет оценить сформированность следующей компетенции:

ПК-2 (знания, умения); ПК-3 (знания, умения).

**Тема 4. Кинетика химических реакций; кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций; реакции в потоке; макрокинетика; теория активных столкновений; фотохимические и радиационно-химические реакции**

*Вопросы для устного опроса:*

1. Фотохимические реакции. Закон фотохимической эквивалентности. Квантовый выход.
2. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Методы определения энергии активации.
3. Химическая кинетика, порядок и молекулярность реакций.

*Практические задания:*

1. Разложение  $N_2O_5$  в газовой фазе протекает согласно схеме:  $2 N_2O_5 \rightarrow 2 N_2O_4 + O_2$ . Константа скорости этой реакции при 273 К равна  $7,9 \cdot 10^{-7} \text{ с}^{-1}$ . Начальное давление  $N_2O_5$  равно 3333 Па. Вычислите, за какое время общее давление в смеси газообразных продуктов повысится до 3733 Па?

2. Напишите выражения для скорости реакции разложения метана  $CH_4(g) \rightarrow C(тв) + 2 H_2(g)$  через парциальные давления метана и водорода.

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Поясните основные различия между химической кинетикой и термодинамикой.
2. Зависимость скорости реакции от концентрации. Закон действующих масс.

**Вывод:** устный опрос по вопросам, выполнение практических заданий и заданий для самостоятельной работы позволяет оценить сформированность следующей компетенции:

ПК-2 (знания, умения); ПК-3 (знания, умения).

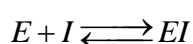
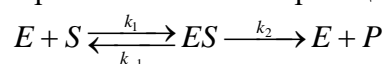
**Тема 5. Катализ; гомогенный катализ; кислотно-основной катализ; нуклеофильный и электрофильный катализ; катализ металлокомплексными соединениями; гетерогенный катализ; современные теории функционирования гетерогенных катализаторов; основные промышленные каталитические процессы**

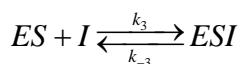
*Вопросы для устного опроса:*

1. Синтез веществ с новыми свойствами и создание функциональных материалов на их основе.
2. Перспективные функциональные материалы для гетерогенного катализа.
3. Принцип действия катализаторов.
4. Ферментный катализ и его особенности. Ингибирование ферментативных реакций.

*Практические задания:*

1. При смешанном ингибировании механизм реакции имеет вид:





Отличительной чертой этого типа ингибирования является неравенство констант диссоциации комплексов EI и ESI между собой  $K_I \neq K_{II}$ :

$$K_I = [E][I] / [EI]$$

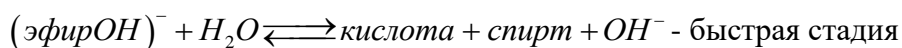
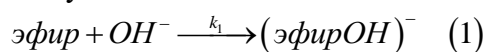
$$K_{II} = k_{-3}/k_3 = [ES][I] / [ESI]$$

а) выведите уравнение для начальной скорости ферментативной реакции при смешанном ингибировании, учитывая следующие соотношения между начальными концентрациями субстрата, ингибитора и фермента:  $[S]_0 \gg [E]_0$ ,  $[I]_0 \gg [E]_0$ ;

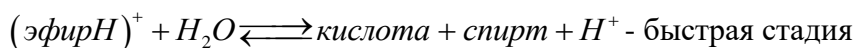
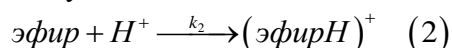
б) каким образом можно определить параметры этого кинетического уравнения?

2. Установлено, что гидролиз очень разбавленного раствора эфира при 25°C протекает по кислотно-основному механизму катализа, при этом обратная реакция (этерификации) практически не происходит, эфир растворим в воде и в отсутствие катализатора константа скорости реакции практически равна нулю. Процесс протекает по следующей схеме.

В случае основного катализа:



В случае кислотного катализа:



Экспериментально показано, что скорость гидролиза эфира практически одинакова для значений  $pH = 1$  и  $pH = 9$ .

Проведите следующие исследования:

а) получите выражение для опытной константы скорости реакции и ответьте на вопрос, зависит ли эта константа от  $pH$  раствора;

б) определите, чему равна  $pH$  при минимальном значении константы скорости реакции. Какой катализ (ионами  $\text{H}^+$  или  $\text{OH}^-$ ) более эффективен в этом случае?

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Гомогенный, ферментативный и гетерогенный катализ.
2. Каталитическая активность и селективность.
3. Дуалистическая теория кислотно-основного катализа. Каталитическая активность и сила кислот и оснований. Уравнение Бренстеда.
4. Первичный и вторичный солевой эффекты. Объяснение первичных и вторичных солевых эффектов в рамках теории сильных электролитов.
5. Время жизни и регенерация катализаторов. Яды и активаторы. Модифицирование катализаторов. Компенсационный эффект.

**Вывод:** устный опрос по вопросам, выполнение практических заданий и заданий для самостоятельной работы позволяет оценить сформированность следующей компетенции:

ПК-2 (знания, умения); ПК-3 (знания, умения).

**Тема 6. Электрохимические процессы; двойной электрический слой; электрокапиллярные явления, уравнение Липпмана. Скорость и стадии электродного процесса; поляризация электродов; полярография; ток обмена и перенапряжение**

*Вопросы для устного опроса:*

1. Электрохимические методы создания наноструктурных материалов.
2. Перспективные функциональные электрохимические покрытия.
3. Основы современного электрохимического анализа.

4. Электрокинетические свойства коллоидных систем. Электрофорез и электроосмос. Электрокинетический потенциал.

*Практическое задание:*

1. Рассчитайте скорость движения иона  $\text{Na}^+$  в водном растворе при 298 К, если разность потенциалов 10 В приложена к электродам, находящимся на расстоянии 1 см друг от друга. Сколько времени понадобится иону, чтобы пройти расстояние между электродами.

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Подвижность ионов: закон Кольрауша. Аномальная подвижность  $\text{H}^+$  и  $\text{OH}^-$ .
2. Ток обмена и перенапряжение
3. Полярография.

**Вывод:** устный опрос по вопросам, выполнение практических заданий позволяют оценить сформированность следующей компетенции:

ПК-2 (знания, умения); ПК-3 (знания, умения).

## Дисциплина 2 «Спектроскопические методы исследований»

### Тема 1. Основные понятия и определения. Теоретические основы спектроскопии

*Перечень вопросов для устного опроса:*

1. Каковы диапазоны оптических спектров: ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областей?

2. Каким образом колебательные спектры связаны со строением органических соединений?

*Задания для тестового контроля:*

1. В основе спектрофотометрических методов лежит
  - 1) избирательное поглощение электромагнитного излучения анализируемым веществом
  - 2) испускание электромагнитного излучения возбужденными атомами или молекулами
  - 3) отражение электромагнитного излучения анализируемым веществом
2. Поглощение электромагнитного излучения веществом зависит от
  - 1) интенсивности светового потока
  - 2) природы вещества
  - 3) толщины поглощающего слоя
  - 4) содержания вещества в анализируемом растворе
3. Спектр поглощения в УФ - области представляет собой
  - 1) графическую зависимость оптической плотности (D) или молярного коэффициента поглощения ( $\epsilon$ ) от длины волны ( $\lambda$ ) падающего света
  - 2) графическую зависимость пропускания (T) от частоты ( $\nu$ ), выраженной в обратных сантиметрах
4. Картина спектра в УФ-области зависит от
  - 1) массы атомов и действующих между ними сил
  - 2) числа атомов и числа образованных между ними связей
  - 3) наличия в структуре системы сопряженных связей
5. Полосы поглощения в спектре в УФ-области характеризуются
  - 1) расположением аналитических длин волн  $\lambda_{\text{max}}$  и  $\lambda_{\text{min}}$
  - 2) положением в аналитической области спектра всего набора полос поглощения
  - 3) интенсивностью поглощения, выраженной через удельный показатель поглощения
  - 4) относительной интенсивностью, характеризуемой как малой, средней и высокой степени

**Вывод:** устный опрос, тестирование по данной теме позволяет оценить сформированность следующих компетенций:

УК-1 (знания, умения, опыт деятельности)

ОПК-1 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

## Тема 2. Люминесцентные методы

*Перечень вопросов для устного опроса:*

1. Каковы основные принципы люминесцентного анализа?

2. Объясните различия между флуоресцентным, фосфоресцентным и хемилюминесцентным анализом.

*Задания для тестового контроля:*

1. В основе спектрофотометрических методов лежит

1) избирательное поглощение электромагнитного излучения анализируемым веществом

2) испускание электромагнитного излучения возбужденными атомами или молекулами

3) отражение электромагнитного излучения анализируемым веществом

2. Установите соответствие

Область электромагнитного излучения	Характер спектра
1) УФ-область	а) колебательный
2) ИК-область	б) электронный

3. Картина спектра в УФ-области зависит от

1) массы атомов и действующих между ними сил

2) числа атомов и числа образованных между ними связей

3) наличия в структуре системы сопряженных связей

4. Более селективным и информативным для целей определения подлинности веществ является

а) спектрофотометрия в УФ-области

б) спектрофотометрия в ИК-области

5. Чувствительность определения выше, а погрешность измерения величины поглощения меньше

1) в УФ-области

2) в ИК-области

6. В количественном анализе веществ используется чаще

1) спектрофотометрия в УФ-области

2) спектрофотометрия в ИК-области

**Вывод:** устный опрос, тестирование по данной теме позволяет оценить сформированность следующих компетенций:

УК-1 (знания, умения, опыт деятельности)

ОПК-1 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

## Тема 3. Лазерная спектроскопия

*Перечень вопросов для устного опроса:*

1. Расшифруйте понятие «Лазерная спектроскопия».

2. Для каких исследований применяют лазерную спектроскопию?

*Задания для тестового контроля:*

1. В масс-спектрометрии регистрируют:

1) массы атомов

2) массы молекул

3) массы элементарных частиц

4) отношения массы к заряду ионов



2. Наиболее «мягким» способом ионизации в масс-спектрометрии является:

- 1) электронный удар
- 2) химическая ионизация
- 3) фотоионизация
- 4) ионизация в неоднородном электрическом поле (полевая ионизация)

3. Молекулярный ион в масс-спектре - это:

- 1) самый интенсивный
- 2) имеющий самую большую массу
- 3) получающийся в результате потери электрона молекулой вещества

4. Изотопный ион в масс-спектре - это:

- 1) ион радиоактивного изотопа элемента
- 2) ион наиболее легкого изотопа элемента
- 3) ион наиболее тяжелого изотопа элемента
- 4) ион, содержащий тяжелые изотопы элементов в своем составе

5. Идентификацию веществ по их масс-спектрам осуществляют:

- 1) сравнивая экспериментальные масс-спектры эталона и неизвестного вещества
- 2) сравнивая экспериментальный масс-спектр вещества с результатом квантово-химических расчетов
- 3) сравнивая экспериментальный масс-спектр вещества с библиотечным
- 4) на основе эмпирических спектро-структурных корреляций

**Вывод:** устный опрос, тестирование по данной теме позволяет оценить сформированность следующих компетенций:

УК-1 (знания, умения, опыт деятельности)

ОПК-1 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

#### **Тема 4. Рентгеновская спектроскопия**

*Перечень вопросов для устного опроса:*

1. Какие спектры изучает рентгеновская спектроскопия?
2. Какие химические задачи решает рентгеновская спектроскопия?

*Задания для тестового контроля:*

1. Спектры ядерного магнитного резонанса можно наблюдать на ядрах:

- 1)  $H^1$
- 2)  $H^2$
- 3)  $C^{12}$
- 4)  $C^{13}$
- 5)  $N^{14}$
- 6)  $N^{15}$

2. При фиксированной напряженности магнитного поля резонансное поглощение ядер  $F^{19}$  по сравнению с ядрами  $H^1$  наблюдают:

- 1) при одинаковой частоте электромагнитного поля
- 2) при меньшей частоте электромагнитного поля
- 3) при большей частоте электромагнитного поля

3. Рентгеновскую флуоресценцию  $K_\alpha$  линии золота можно возбудить излучением:

- 1)  $K_\alpha$  линиями излучения трубки с родиевым анодом
- 2)  $K_\beta$  линиями излучения трубки с родиевым анодом
- 3) излучением коротковолновой части континуума в спектре трубки с родиевым анодом
- 4) невозможно возбудить излучением трубки с родиевым анодом

4. Наблюдение резонансного поглощения в мессбауэровской спектроскопии основано на учете эффекта:

- 1) Мессбауэра
- 2) Эйнштейна

- 3) Допплера
- 4) Комптона
- 5) Ньютона
5. При снижении температуры ширина полосы люминесценции:
  - 1) уменьшается
  - 2) увеличивается
  - 3) не зависит от температуры
6. Измерять химические сдвиги в спектроскопии ядерного магнитного резонанса принято в:
  - 1) теслах
  - 2) герцах
  - 3) относительных единицах
  - 4) миллиметрах
  - 5) мм/с
  - 6) м.д.
7. Измерять химические сдвиги в гамма-резонансной спектроскопии принято в:
  - 1) теслах
  - 2) герцах
  - 3) относительных единицах
  - 4) миллиметрах
  - 5) мм/с
  - 6) м.д.
8. Спектр рентгеновской люминесценции химических элементов определяется:
  - 1) валентным состоянием элемента
  - 2) типом химической связи
  - 3) строением внутренних электронных оболочек атома или иона
9. Достоинством рентгенофлуоресцентных методов анализа является:
  - 2) возможность многоэлементного анализа в рамках одного эксперимента
  - 3) возможность проведения неразрушающего анализа
10. Для возбуждения рентгеновской флуоресценции могут быть использованы:
  - 1) рентгеновские лучи
  - 2) гамма-излучение
  - 3) поток быстрых нейтральных частиц
  - 4) поток быстрых заряженных частиц

**Вывод:** устный опрос, тестирование по данной теме позволяет оценить сформированность следующих компетенций:

УК-1 (знания, умения, опыт деятельности)

ОПК-1 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

### **Дисциплина 3 «Физико-химические методы исследования»**

#### **Тема 1. Электронная УФ спектроскопия**

*Вопросы для устного опроса:*

1. Какими основными свойствами характеризуются электронные состояния молекул?
2. Какова мультиплетность состояния молекулы, при котором спины двух электронов не спарены (параллельны)?
3. Как формулируется принцип Франка-Кондона для вероятности электронных переходов?

*Практические задания:*

1. Рассчитать энергию и скорость фотоэлектрона при облучении металла с

ионизационным потенциалом 2 эВ при его облучении светом с длиной волны 180 нм.

2. Может ли наблюдаться рентгеновская флуоресценция свинца с помощью трубки с Fe антикатодом?

3. Рассчитать энергию фотоэлектрона с энергией связи  $E_{св}$  под действием излучения с длиной волны  $\lambda$ .

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Источники излучения в УФ диапазоне спектра

2. Что такое «вакуумный ультрафиолет»?

3. Сравнить возможности и ограничения атомной и молекулярной абсорбционной УФ спектрофотометрии

4. Потенциал ионизации и оптические свойства частиц вещества

5. Оптические материалы в конструкции приборов УФ диапазона

**Вывод:** устный опрос, практическое задание и задание для самостоятельной работы позволяют оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

## Тема 2. Колебательная ИК спектроскопия

*Вопросы для устного опроса:*

1. Какие названия, используемые при условном отнесении колебательных частот, приняты для основных форм колебаний атомных групп?

2. Для каких исследований и определений используется концепция групповых или характеристических частот?

3. Что такое оптическая плотность и как она зависит от концентрации при выполнении закона Бугера-Ламберта-Бера, как она используется для количественного анализа при отклонениях поглощения от этого закона?

*Практические задания:*

1. Рассчитать энергию водородной связи, если максимум полосы поглощения гидроксильной группы вещества в ИК-спектре разбавленного раствора  $\nu_0$ , а в концентрированном растворе -  $\nu$ .

2. Оценить величину батохромного сдвига полосы поглощения в ИК-спектре вещества при увеличении числа двойных связей в молекуле в три раза.

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Физические основы метода: частота и интенсивность поглощения в колебательных спектрах.

2. Валентные и деформационные колебания, характеристичность колебаний и ее физические причины.

3. Факторы, вызывающие сдвиг полос поглощения и изменение их интенсивности.

4. Последовательность проведения структурного анализа.

5. Количественная ИК спектроскопия и ее применение.

**Вывод:** устный опрос, практическое задание и задание для самостоятельной работы позволяют оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

## Тема 3 Масс-спектрометрия

*Вопросы для устного опроса:*

1. Какие методы ионизации используют в масс-спектрометрии?

2. Какие типы ионов наблюдают в масс-спектре?

3. На чём основана идентификация ионов в масс-спектре?

4. Как устанавливается брутто-формула вещества?

*Практические задания:*

1. Рассчитать радиус траектории молекулярного иона бензола в однородном магнитном поле с индукцией 2 Тл в масс-спектрометре с ускоряющим напряжением 2.5 кВ.
2. Рассчитать время полета молекулярного иона бензола в масс-спектрометре с импульсным ускоряющим напряжением 2,5 кВ. Длина камеры времяпролетного прибора 75 см.
3. Установить молекулярную брутто-формулу вещества с массой М, если интенсивность иона (М+1)<sup>+</sup> составляет ~ 10% от М<sup>+</sup>.

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Принцип работы масс-спектрометра и его основные блоки.
2. Типы регистрируемых ионов в масс-спектрометрии.
3. Задачи, решаемые методом точного измерения масс молекулярных ионов.
4. Методы двойной и кратной масс-спектрометрии.
5. Масс-фрагментография - принципы и возможности метода.

**Вывод:** устный опрос, практическое задание и задание для самостоятельной работы позволяют оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

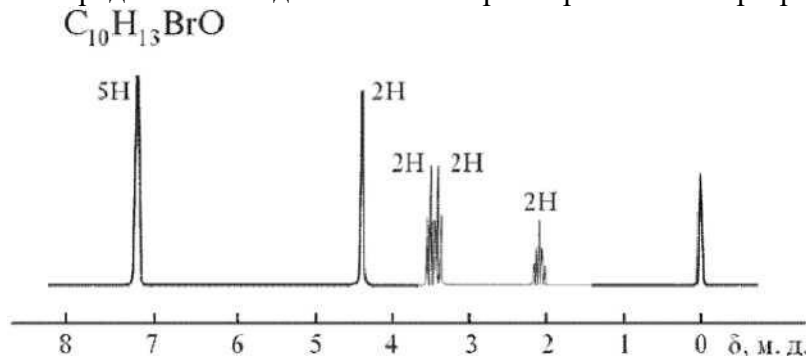
#### Тема 4. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса

*Вопросы для устного опроса:*

1. Перечислите и запишите выражения и шкалы химических сдвигов в ЯМР.
2. Укажите основные параметры и характерные черты спектра ЯМР первого порядка. В чём различие спектров первого и не первого порядков?
3. С какими физико-химическими характеристиками установлены корреляции химических сдвигов в ЯМР?

*Практическое задание:*

Нарисовать структурную формулу вещества по его ПМР спектру (см. рис.). Брутто-формула вещества определена методом масс-спектрометрии низкого разрешения.



*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Магнитные свойства ядер
2. Основное уравнение ядерного магнитного резонанса
3. Шкала химических сдвигов протонов

**Вывод:** устный опрос, практическое задание и задание для самостоятельной работы позволяют оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

#### Тема 5. Спектрометрическая идентификация органических соединений

*Вопросы для устного опроса:*

1. Что такое сдвигающие реагенты в ЯМР и что даёт их применение в структурных исследованиях?

2. По каким признакам можно идентифицировать в УФ спектре полосу  $n \rightarrow \pi$  перехода? Чем объясняются сдвиги этой полосы при изменении полярности растворителя?
3. В чём различие явлений флуоресценции и фосфоресценции?

*Практическое задание:*

1. Составить схемы возможных вариантов генерации Оже-электронов для атома Re.
2. Составить схемы возможных вариантов генерации Оже-электронов для атома Rh.
3. Рассчитать необходимую разрешающую силу прибора для дифференцирования молекулярных ионов  $\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$ .
4. Рассчитать необходимую разрешающую силу прибора для дифференцирования молекулярных ионов метилнафталина и *n*-декана.

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1.  $\gamma$ -Резонансная ядерная флуоресценция, эффект Мессбауэра.
2. Блок-схема Мессбауэровского спектрометра.
3. Особенности структурного анализа органических соединений при совместном использовании спектральных методов.

**Вывод:** устный опрос, практическое задание и задание для самостоятельной работы позволяют оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

#### Дисциплина 4 «Высокомолекулярные соединения»

##### Тема 1. Химия полимеров и полимерных материалов

*Вопросы для устного опроса:*

1. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (ММР). Усредненные (средние) молекулярные массы (среднечисловая, средневесовая).
2. Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул.
3. Конфигурация и конформация макромолекул.
4. Характеристики размеров и формы полимерных цепей. Внутреннее вращение и поворотная изомерия. Полимеры с хиральными центрами.

*Задания для тестового контроля:*

1. Какое из следующих условий является необходимым и достаточным для существования  $T_{\text{пр.верх}}$ :
  - а.  $\Delta H^\circ < 0$ ;
  - б.  $\Delta H^\circ < 0, \Delta S^\circ < 0$ ;
  - в.  $\Delta H^\circ > 0, \Delta S^\circ > 0$ ;
  - г.  $\Delta H^\circ > 0$ .
2. Какую природу имеет активный центр при полимеризации винилацетата в присутствии иницирующей системы Фентона « $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow$ »:
  - а. Катион;
  - б. Анион;
  - в. Свободный радикал;
  - г. Полимеризация не происходит.
3. Укажите, чем обусловлено возрастание общей скорости радикальной полимеризации метилметакрилата в массе при конверсиях выше 15%?
  - а. Увеличением скорости роста цепи;
  - б. Уменьшением скорости обрыва цепи;
  - в. Увеличением скорости иницирования;
  - г. Одновременным действием всех указанных факторов.
4. В присутствии какого инициатора можно получить полиметилметакрилат полимеризацией метилметакрилата:

1. Пероксид бензоила;
2.  $\text{BF}_3$ ;
3. Кислород воздуха при  $100^\circ \text{C}$ ;
4. Любой из трех перечисленных выше.
5. Какие высшие полиолефины формулой  $(-\text{CH}_2-\text{CHR}-)_n$  являются кристаллическими с учетом их конфигураций основной цепи:
  - а. Атактическая;
  - б. Гетеротактическая;
  - в. Изотактическая;
  - г. Синдиотактическая.

**Вывод:** устный опрос, тест позволяют оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

## Тема 2. Радикальная полимеризация и ее механизм

*Вопросы для устного опроса:*

1. Радикальная полимеризация. Инициирование радикальной полимеризации. Типы инициаторов. Реакции роста, обрыва и передачи цепи.
2. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, образующихся при радикальной полимеризации.
3. Полимеризация при глубоких степенях превращений. Реакционная способность мономеров и радикалов.
4. Конфигурация и конформация макромолекул.

*Практические задания:*

1. Приведите схему распада основных инициаторов радикальной полимеризации.
2. Расположите следующие мономеры в ряд по увеличению их способности к ЦРП: хлористый винил, хлористый винилиден, этилен, метилметакрилат, стирол, 1,1-дифенилэтилен.
3. Как следует изменить концентрацию мономера при ЦРП, чтобы при уменьшении концентрации инициатора в 4 раза степень полимеризации сохранилась прежней? Режим стационарный.
4. Самостоятельно рассчитать предельные температуры полимеризации для выбранных преподавателем полимеров.

*Задания для тестового контроля:*

1. Какие промышленные полимеры получают радикальной полимеризацией?
  - а) полипропилен
  - б) полиэтилен
  - в) поливинилацетат
  - г) полистирол
  - д) полиизобутилен
2. Какая реакция приводит к образованию коротких алкильных заместителей ( $\text{C}_4\text{-C}_5$ ) в макромолекуле ПЭВД?
  - а) обрыва цепи
  - б) диспропорционирования радикалов
  - в) внутримолекулярная передача цепи
  - г) межмолекулярная передача цепи
  - д) рекомбинация радикалов

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Какова роль в радикальной полимеризации ингибиторов, замедлителей и регуляторов?
2. Наиболее распространенные инициаторы радикальной полимеризации.

**Вывод:** устный опрос, практическое задание и задание для самостоятельной работы позволяют оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

### **Тема 3. Сополимеризация, ее механизм и основные закономерности**

*Вопросы для устного опроса:*

1. Гомополимеры, сополимеры, блок- сополимеры, привитые сополимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры. Биополимеры.

*Практические задания:*

1. Какого состава получится сополимер при свободно-радикальной сополимеризации акрилонитрила ( $r_1 = 4$ ) с винилацетатом ( $r_2 = 0,06$ )? Как изменится состав сополимера, если увеличить концентрацию инициатора в 2 раза?

2. Самостоятельно рассчитать предельные температуры полимеризации для выбранных преподавателем полимеров.

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Константы сополимеризации.

2. Механизмы реакций сополимеризации.

**Вывод:** устный опрос, практическое задание и задание для самостоятельной работы позволяют оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

### **Тема 4. Методы получения полимерных композиционных материалов**

*Вопросы для устного опроса:*

1. Конформация макромолекул и конформационная энергия.

2. Стереорегулярность и микроструктура цепных молекул.

3. Фазовые переходы, механизм кристаллизации и плавления кристаллов.

**Вывод:** устный опрос, практическое задание и задание для самостоятельной работы позволяют оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

### **Тема 5. Физика полимеров и полимерных композиционных материалов**

*Вопросы для устного опроса:*

1. Электрические свойства полимеров-диэлектриков и полимеров-проводников. Диэлектрическая поляризация и дипольные моменты полимеров.

2. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери, электрическая прочность полимеров и ПКМ. Электризация полимеров и электрический пробой.

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластической деформации. Энтропийная природа высокоэластичности.

2. Свойства аморфных полимеров.

3. Три физических состояния.

4. Высокоэластическое состояние.

**Вывод:** устный опрос, практическое задание и задание для самостоятельной работы позволяют оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

## Тема 6. Физико-механические свойства полимеров

*Вопросы для устного опроса:*

1. Деформационные свойства. Напряжение, деформация и упругость.
2. Обобщенная форма закона Гука, измерение модулей упругости. Идеальное пластическое тело, процесс развития пластических деформаций.

*Практические задания:*

1. Сравните гибкость ряда полимерных материалов: полиэтилен, полиэтиленоксид, полифенилен, полидиметилсилоксан, полиуретан. Ответ поясните.

2. Какие из приведенных ниже полимеров будут проявлять гибкость при комнатной температуре: полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен, полиметилметакрилат, транс-1,4-полибутадиен, цис-1,4-полибутадиен?

3. Температура стеклования полимера находится при 170 К, но он сохраняет признаки, характерные для твердого состояния, вплоть до 273 К, затем его деформируемость возрастает и не изменяется с температурой до температуры разложения (600-800 К). Какой процесс препятствует переходу полимера в высокоэластическое состояние? Почему этот полимер не переходит в вязкотекучее состояние? Какова его структура?

*Задания для тестового контроля:*

1. Какие характеристики ПЭВД отличают его от ПЭНД?
  - а) высокая кристалличность
  - б) низкая прочность при растяжении
  - в) высокая пластичность при переработке
  - г) низкая разветвленность
  - д) более низкая температура эксплуатации
2. Какой стереоизомер полипропилена обладает низкими прочностными свойствами?
  - а) синдиотактический
  - б) гетеротактический
  - в) изотактический
  - г) атактический
  - д) стереоблочный

*Перечень вопросов для самостоятельной работы:*

1. Перечислите основные признаки высокоэластического состояния. Изменяются ли внутренняя энергия и энтропия полимеров при их деформировании в высокоэластическом состоянии? К чему приводит изменение внутренней энергии при деформировании полимера в высокоэластическом состоянии?

2. Изотермы растяжения и молекулярный механизм "холодного течения" кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении.

3. Долговечность полимерных материалов.

4. Механизм разрушения полимеров.

5. Анизотропия механических свойств.

6. Термомеханические кривые аморфных полимеров.

**Вывод:** устный опрос, практическое задание и задание для самостоятельной работы позволяют оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

## Тема 7. Физические и фазовые состояния полимеров

*Вопросы для устного опроса:*

1. Стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее. Аморфные и кристаллические полимеры.



2. Основные типы кристаллических структур макромолекул. Упаковка цепных молекул в кристаллах. Морфология кристаллических полимеров.
3. Фазовые переходы, механизм кристаллизации и плавления кристаллов.
4. Влияние структуры и внешних воздействий на фазовые переходы.

*Задания для тестового контроля:*

1. Укажите какой из мономеров полимеризуется по механизму «живых цепей» в присутствии бутиллития:
  - а. Изобутилен;
  - б. Винилбутиловый эфир;
  - в. Стирол;
  - г. Пропилен.
2. В системе «винилбутиловый эфир - трехфтористый бор - растворитель» скорость полимеризации максимальна, если в качестве растворителя взят:
  - а. Гептан;
  - б. Бензол;
  - в. Нитробензол;
  - г. Ксилол.
3. Какие компоненты входят в состав каталитических систем Циглера-Натта:
  - а.  $AlCl_3 + Al(C_2H_5)_3$ ;
  - б.  $BF_3 + H_2O$ ;
  - в.  $TiCl_4 / MgCl_2 + Al(C_2H_5)_3$ ;
  - г.  $VCl_4 + C_4H_9Li$
4. Расположите следующие мономеры (2) по возрастанию склонности к образованию «чередующихся» сополимеров при радикальной сополимеризации с бутадиеном-1,3 (1): н-бутилвиниловый эфир (БВЭ), метилметакрилат (ММА), метилакрилат (МА), стирол (Ст), акрилонитрил (АН);
  - а. БВЭ, АН < Ст < МА < ММА;
  - б. ММА < БВЭ < МА < Ст;
  - в. Ст < ММА < БВЭ, АН < МА;
  - г. МА < Ст < ММА < БВЭ, АН.
5. Какие преимущества ионно-координационной полимеризации используются при синтезе полиолефинов и каучуков:
  - а. Низкая себестоимость образующихся полимеров;
  - б. Умеренные температура и давление;
  - в. Низкая энергоёмкость производства;
  - г. Синтез атактических полимеров.

**Вывод:** устный опрос, тест позволяют оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

### Задания для контрольных работ

#### Дисциплина 1 «Физическая химия»

1. Первое начало термодинамики. Изменение внутренней энергии при постоянных объеме и давлении. Энтальпия.
2. Второе начало термодинамики. Энтропия изолированной, закрытой и открытой систем.
3. Первое начало термодинамики. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса.
4. Система и внешняя среда. Изолированная, закрытая, открытая системы. Внутренняя энергия системы.

5. Фотохимические реакции.
6. Фотохимические реакции. Закон фотохимической эквивалентности. Квантовый выход.
7. Закон Эйнштейна и квантовый выход.
8. Энтропия и термодинамическая вероятность.
9. Энтропия. Статистическая интерпретация энтропии.
10. Второе начало термодинамики. Свободная энергия Гиббса и свободная энергия Гельмгольца.
11. Гомогенный и гетерогенный катализ.
12. Принцип действия катализаторов. Ферментный катализ и его особенности.
13. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Методы определения энергии активации.
14. Агрегатные состояния вещества. Реальные газы. Уравнение Вандер-Ваальса.
15. Свободная энергия и направление химических реакций.
16. Функция состояния.
17. Скорость гомогенных химических реакций. Кинетические кривые. Константа скорости.
18. Химическое равновесие. Закон действия масс для обратимых процессов. Константа химического равновесия.
19. Условия смещения равновесия. Принцип Ле Шателье.
20. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов в зависимости от их концентраций.
21. Связь между энтальпией и внутренней энергией.
22. Уравнение состояния идеального газа. Парциальное давление. Закон Дальтона.
23. Кинетическая теория газов. Скорость молекул и закон распределения скоростей.
24. Химическая кинетика, порядок и молекулярность реакций.
25. Электродные процессы. Возникновение потенциала на границе раздела фаз.
26. Окислительно-восстановительные электроды и цепи. Определение окислительно-восстановительных потенциалов.
27. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
28. Ионная сила растворов, активность, коэффициент активности электролитов.
29. Потенциометрическое определение pH. Электроды с водородной функцией.
30. Буферные системы, буферная ёмкость.
31. Электроды 1-го рода
32. Электроды 2-го рода.
33. Слабые электролиты. Константа электролитической диссоциации. Закон разведения.
34. Адсорбция на твёрдых поверхностях. Уравнение Фрейндлиха, уравнение Ленгмюра.
35. Определение концентрации ионов в растворе методом измерения ЭДС гальванических цепей.
36. Электролитическая диссоциация воды. Шкала кислотности по отношению к воде. Ионное произведение воды. Понятие pH и использование его в агрономии.
37. Электроды первого и второго рода. Уравнение Нернста для этих электродов.
38. Концентрационные цепи.
39. Нормальные потенциалы и ряд напряжений.
40. Буферные растворы, их состав и механизм действия.
41. Диффузионные потенциалы.
42. Закон независимости движения ионов.
43. Теория электролитической диссоциации.
44. Изменение давления насыщенного пара над растворителем и над раствором в

зависимости от температуры. Первый закон Рауля.

45. Удельная электропроводность и электролитическая подвижность ионов.

46. Развитие понятий кислота и основание. Теория Брэнстеда.

47. Электрокинетические свойства коллоидных систем. Электрофорез и электроосмос. Электрокинетический потенциал.

**Вывод:** контрольная работа позволяет оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-2 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

## Дисциплина 2 «Спектроскопические методы исследований»

1. Физические основы методов оптической спектроскопии: электронные состояния молекул, классификация электронных переходов в молекулах, правила отбора.

2. Взаимосвязь электронных спектров и структуры органических молекул: хромофоры и ауксохромы, батохромный и гипсохромный сдвиги, гипохромный и гиперхромный эффекты, классификация полос поглощения в электронных спектрах.

3. Избирательное поглощение важнейших ауксохромных и хромофорных групп: насыщенные гетероатомные ауксохромы, карбонильный хромофор, диеновый хромофор, еноновый хромофор, бензольный хромофор, правила Вудворда-Физера.

4. Принцип работы УФ спектрофотометра. Условия измерения УФ спектров. Примеры структурного анализа ненасыщенных органических соединений по спектру поглощения в ближней области УФ спектра.

5. Частота и интенсивность поглощения в колебательных спектрах двухатомных молекул, основные колебания многоатомных молекул. Взаимосвязь инфракрасных спектров и структуры органических молекул: валентные и деформационные колебания, характеристичность колебаний и ее физические причины, факторы, вызывающие сдвиг полос поглощения и изменение их интенсивности.

6. Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных групп органических соединений: C-C, C=C, C≡C, C<sub>аром</sub>-C<sub>аром</sub>, Csp<sup>3</sup>-H, Csp<sup>2</sup>-H, Csp-H, C-O, C-N, O-H, N-H, S-H, C=O, CHO, COOH, COOR, COHal, NO<sub>2</sub>, C=N.

7. Огрубленные области ИК спектра. Принципы отнесения полос поглощения. Последовательность проведения структурного анализа. Количественная ИК спектроскопия.

8. Принцип работы ИК спектрофотометра. Условия измерения ИК спектров. Примеры структурного анализа органических соединений по ИК спектру (область 4000 - 650 см<sup>-1</sup>).

9. Понятие о спектре. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Классификация спектроскопических методов.

10. Характеристики оптических спектральных приборов. Схема оптического спектрометра.

11. Источники возбуждения в абсорбционной спектроскопии.

12. Монохроматизация излучения: бездисперсионный и дисперсионный способы. Приемники излучения. Фотографические и фотоэлектрические методы.

13. Методы молекулярной спектроскопии. Классификация методов молекулярной спектроскопии.

14. Аналитическая абсорбционная молекулярная спектроскопия в УФ и видимой области спектра. Законы поглощения электромагнитного излучения. Основной закон поглощения, законы аддитивности оптических плотностей. Причины отклонения от основного закона поглощения.

15. Регистрация спектров поглощения. Анализ одно- и многокомпонентных систем. Селективное определение одного компонента в многокомпонентной смеси. Использование

метода для определения числа компонентов и изучения химического равновесия.

16. Люминесцентный метод. Теория молекулярной люминесценции. Возбуждение и дезактивация молекул. Флуоресценция и фосфоресценция. Квантовый выход флуоресценции и фосфоресценции.

**Вывод:** контрольная работа позволяет оценить сформированность следующих компетенций:

УК-1 (знания, умения, опыт деятельности)

ОПК-1 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

### **Дисциплина 3 «Физико-химические методы исследования»**

#### **Раздел 1. Электронная УФ спектроскопия**

1. Физические основы метода: электронные состояния молекул, классификация электронных переходов в молекулах, правила отбора.

2. Взаимосвязь электронных спектров и структуры органических молекул: хромофоры и ауксохромы, сопряжение хромофоров, неспецифическое и специфическое влияние растворителей, батохромный и гипсохромный сдвиги, гипохромный и гиперхромный эффекты, классификация полос поглощения в электронных спектрах.

3. Избирательное поглощение важнейших ауксохромных и хромофорных групп: насыщенные гетероатомные ауксохромы, карбонильный хромофор, диеновый хромофор, еноновый хромофор, бензольный хромофор, правила Вудворда-Физера.

4. Принцип работы УФ спектрофотометра.

5. Условия измерения УФ спектров.

6. Примеры структурного анализа ненасыщенных органических соединений по спектру поглощения в ближней области УФ спектра.

#### **Раздел 2. Колебательная ИК спектроскопия**

1. Физические основы метода: частота и интенсивность поглощения в колебательных спектрах двухатомных молекул, основные колебания многоатомных молекул.

2. Взаимосвязь инфракрасных спектров и структуры органических молекул: валентные и деформационные колебания, характеристичность колебаний и ее физические причины, факторы, вызывающие сдвиг полос поглощения и изменение их интенсивности.

3. Характеристическое поглощение важнейших структурных фрагментов и функциональных групп органических соединений: C-C, C=C, C=O, C<sub>аром</sub>-C<sub>аром</sub>, Csp<sup>3</sup>-H, Csp<sup>2</sup>-H, Csp-H, C-O, C-N, O-H, N-H, S-H, C=O, CHO, COOH, COOR, COHal, NO<sub>2</sub>, C=N. Структурные области ИК спектра.

4. Принципы отнесения полос поглощения.

5. Последовательность проведения структурного анализа.

6. Количественная ИК спектроскопия.

7. Принцип работы ИК спектрофотометра.

8. Условия измерения ИК спектров.

9. Примеры структурного анализа органических соединений по ИК спектру (область 4000 - 650 см<sup>-1</sup>).

#### **Раздел 3. Масс-спектрометрия**

1. Физические основы метода: принцип работы масс-спектрометра, его разрешающая сила, образование масс-спектра, основное уравнение масс-спектрометрии, типы регистрируемых ионов (молекулярные, осколочные, метастабильные, многозарядные).

2. Определение молекулярной брутто-формулы по масс-спектру: метод точного измерения масс молекулярных ионов, метод измерения интенсивностей пиков ионов,

изотопных молекулярному иону.

3. Качественные теории масс-спектрометрии органических соединений: теория локализации заряда, теория устойчивости продуктов фрагментации.

4. Масс-спектрометрические правила: азотное, «четно-электронное», затрудненный разрыв связей, прилежащих к ненасыщенным системам.

5. Основные типы реакций распада органических соединений под электронным ударом: простой разрыв связей ( $\alpha$ -разрыв, бензильный и аллильный разрывы), ретро-реакция Дильса-Альдера, перегруппировка Мак-Лафферти, скелетные перегруппировки, ониевые реакции.

6. Реакции в масс-спектрометре.

7. Установление строения органических соединений: метод функциональных групп, метод характеристических значений  $m/z$ .

8. Основные направления фрагментации органических соединений под электронным ударом (углеводородов и их галогенпроизводных, спиртов, фенолов, простых эфиров, альдегидов, кетонов, аминов, карбоновых кислот и их производных).

9. Понятие о методе химической ионизации и хроматомасс-спектрометрии.

10. Примеры структурного анализа органических соединений по масс-спектру низкого разрешения.

#### **Раздел 4. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса**

1. Физические основы метода: магнитные свойства ядер, основное уравнение ядерного магнитного резонанса, взаимодействия магнитных моментов ядер (тонкая и сверхтонкая структура сигналов ядер).

2. Выбор резонансного ядра при изучении строения органических соединений.

3. Принцип работы ЯМР спектрометра.

4. Анализ спектров ядерного магнитного резонанса ядер со спиновым квантовым числом  $I=1/2$ : химическая и магнитная эквивалентность ядер, номенклатура ядерных систем,  $A_2$ ,  $AX$ ,  $AB$  и  $A_2B$  системы, индекс связывания, спектры первого и второго порядка, основные правила анализа спектров первого порядка, расшифровка простейших спектров второго порядка, приемы упрощения сложных спектров.

5. Спектроскопия протонного магнитного резонанса: шкала химических сдвигов протонов, их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов; константы спин-спинового взаимодействия  $J_{H-H}$ .

6. Двойной резонанс.

7. Спектроскопия углеродного магнитного резонанса: шкала химических сдвигов ядер  $^{13}C$ , их характеристичность, закономерности в изменении значений химических сдвигов, константы спин-спинового взаимодействия  $J_{C-H}$ , полное и частичное подавление спин-спинового взаимодействия ядер  $^{13}C$  и протонов.

8. Ядерный эффект Оверхаузера.

9. Понятие о спектроскопии ядерного магнитного резонанса динамических систем (обменные процессы).

10. Двумерная спектроскопия ЯМР.

11. Примеры структурного анализа органических соединений по спектрам ПМР и ЯМР  $^{13}C$ .

#### **Раздел 5. Спектрометрическая идентификация органических соединений (совместное использование масс-спектрометрии, УФ, ИК, ПМР и ЯМР $^{13}C$ спектроскопии)**

1. Особенности структурного анализа органических соединений при совместном использовании спектральных методов.

2. Алгоритм структурного анализа.

3. Примеры решения задач структурного анализа, имеющих различную степень сложности.

**Вывод:** контрольная работа позволяет оценить сформированность следующих

компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

#### Дисциплина 4 «Высокомолекулярные соединения»

1. Основные понятия и определения: полимер, олигомер, макромолекула, мономерное звено, степень полимеризации, контурная длина цепи.
2. Молекулярные массы и молекулярно-массовые распределения (ММР).
3. Усредненные (средние) молекулярные массы (среднечисловая, средневесовая). Нормальное (наиболее вероятное) распределение.
4. Важнейшие свойства полимерных веществ, обусловленные большими размерами, цепным строением и гибкостью макромолекул.
5. Роль полимеров в живой природе и их значение как промышленных материалов (пластмассы, каучуки, волокна и пленки, покрытия, клеи).
6. Предмет и задачи науки о высокомолекулярных соединениях (полимерах).
7. Место науки о полимерах как самостоятельной фундаментальной области знания среди других фундаментальных химических дисциплин.
8. Её роль в научно-техническом прогрессе и основные исторические этапы ее развития.
9. Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи, в зависимости от топологии макромолекул.
10. Однотяжные и двухтяжные макромолекулы.
11. Природные и синтетические полимеры.
12. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры.
13. Линейные, разветвленные, лестничные и сшитые полимеры, дендримеры.
14. Гомополимеры, сополимеры, блок-сополимеры, привитые сополимеры.
15. Гомоцепные и гетероцепные полимеры.
16. Биополимеры, основные биологические функции белков, рибонуклеиновой и дезоксирибонуклеиновой кислот.
17. Краткая характеристика и области применения важнейших представителей различных классов полимеров.
18. Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия.
19. Локальные и конфигурационные изомеры в макромолекулах полимеров монозамещенных этиленов и диенов.
20. Стереои́зомерия и стереорегулярные макромолекулы.
21. Изотактические и синдиотактические полимеры.
22. Конформационная изомерия и конформация макромолекулы.
23. Внутримолекулярное вращение и гибкость макромолекулы.
24. Количественные характеристики гибкости макромолекул (среднеквадратичное расстояние между концами цепи, радиус инерции макромолекулы, статистический сегмент, персистентная длина).
25. Свободно-сочлененная цепь как идеализированная модель гибкой макромолекулы.
26. Функция распределения расстояний между концами свободносочлененной цепи (гауссовы клубки).
27. Средние размеры макромолекулы с учетом постоянства валентных углов.
28. Энергетические барьеры внутреннего вращения; понятие о природе тормозящего потенциала.
29. Поворотные изомеры и гибкость реальных цепей.
30. Связь гибкости (жесткости) макромолекул с их химическим строением: факторы, влияющие на гибкость реальных цепей.

31. Упорядоченные конформации изолированных макромолекул (полипептиды, белки, нуклеиновые кислоты).
32. Полимер-полимерные комплексы синтетических и природных полимеров.
33. Кооперативные конформационные превращения.
34. Макромолекулы в растворах.
35. Термодинамический критерий растворимости и доказательство термодинамической равновесности растворов.
36. Фазовые диаграммы систем полимер - растворитель.
37. Критические температуры растворения.
38. Неограниченное набухание.
39. Термодинамическое поведение макромолекул в растворах и их особенности по сравнению с поведением молекул низкомолекулярных веществ.
40. Отклонения от идеальности и их причины.
41. Уравнение состояния полимера в растворе.
42. Второй вириальный коэффициент и  $\Theta$ -температура ( $\Theta$ -условия).
43. Невозмущенные размеры макромолекул в растворе и оценка гибкости.
44. Определение среднечисловой молекулярной массы из данных по осмотическому давлению растворов полимеров.
45. Зависимость растворимости от молекулярной массы.
46. Физико-химические основы фракционирования полимеров.
47. Светорассеяние как метод определения средневесовой молекулярной массы полимеров.
48. Определение размеров макромолекул.
49. Гидродинамические свойства макромолекул в растворах.
50. Вязкость разбавленных растворов.
51. Приведенная и характеристическая вязкости.
52. Связь характеристической вязкости с молекулярной массой и средними размерами макромолекул.
53. Вискозиметрия как метод определения средневязкостной молекулярной массы.
54. Диффузия макромолекул в растворах.
55. Гельпроникающая хроматография и фракционирование полимеров.
56. Седиментация макромолекул (ультрацентрифугирование).
57. Определение молекулярных масс методами ультрацентрифугирования и диффузии.
58. Ионизирующиеся макромолекулы (полиэлектролиты).
59. Химические и физико-химические особенности поведения ионизирующихся макромолекул (поликислот, полиоснований и их солей).
60. Количественные характеристики силы поликислот и полиоснований.
61. Электростатическая энергия ионизированных макромолекул.
62. Специфическое связывание противоионов.
63. Кооперативные конформационные превращения ионизирующихся полипептидов в растворах.
64. Изоэлектрическая и изоионная точка.
65. Амфотерные полиэлектролиты.
66. Концентрированные растворы полимеров и гели.
67. Ассоциация макромолекул в концентрированных растворах и структурообразование.
68. Жидкокристаллическое состояние жесткоцепных полимеров.
69. Лиотропные жидкокристаллические системы и их фазовые диаграммы.
70. Особенности реологических и механических свойств концентрированных растворов.
71. Структура и основные физические свойства полимерных тел.

72. Особенности молекулярного строения полимеров и принципы упаковки макромолекул.
73. Аморфные и кристаллические полимеры.
74. Условия, необходимые для кристаллизации полимеров.
75. Температура кристаллизации и температура плавления.
76. Структура и надмолекулярная организация кристаллических полимеров.
77. Различия и сходство в структурной организации кристаллических и аморфных полимеров.
78. Термотропные жидкокристаллические (мезоморфные) полимеры.
79. Свойства аморфных полимеров.
80. Три физических состояния.
81. Термомеханические кривые аморфных полимеров.
82. Высокоэластическое состояние.
83. Термодинамика и молекулярный механизм высокоэластической деформации.
84. Энтропийная природа высокоэластичности.
85. Связь между равновесной упругой силой и удлинением.
86. Нижний предел молекулярных масс, необходимых для проявления высокоэластичности.
87. Релаксационные явления в полимерах.
88. Механические и диэлектрические потери.
89. Принцип температурно- временной суперпозиции.
90. Стеклообразное состояние.
91. Особенности полимерных стекол.
92. Вынужденная эластичность и изотермы растяжения.
93. Механизм вынужденно-эластической деформации.
94. Предел вынужденной эластичности. Хрупкость полимеров.
95. Вязко-текучее состояние.
96. Механизм вязкого течения.
97. Кривые течения полимеров.
98. Зависимость температуры вязкого течения от молекулярной массы.
99. Аномалии вязкого течения.
100. Формование изделий из полимеров на режиме вязкого течения.
101. Пластификация полимеров.
102. Правила объемных и молярных долей.
103. Механические модели аморфных полимеров.
104. Свойства кристаллических полимеров.
105. Термомеханические кривые кристаллических и кристаллизующихся аморфных полимеров.
106. Изотермы растяжения и молекулярный механизм "холодного течения" кристаллических полимеров и полимерных стекол при растяжении.
107. Долговечность полимерных материалов.
108. Механизм разрушения полимеров.
109. Ориентированные структуры кристаллических и аморфных полимеров.
110. Анизотропия механических свойств.
111. Способы ориентации.
112. Принципы формования ориентированных волокон и пленок из расплавов и растворов.
113. Особенности формирования жидкокристаллической фазы; получение суперпрочных волокон и пластиков.
114. Композиционные материалы.
115. Принципы формования полимеров, наполненные полимеры.
116. Химические реакции, не приводящие к изменению степени полимеризации



- макромолекул: полимераналогичные превращения и внутримолекулярные превращения.
117. Особенности реакционной способности функциональных групп макромолекул.
  118. Примеры использования полимераналогичных превращений и внутримолекулярных реакций для получения новых полимеров.
  119. Химические реакции, приводящие к изменению степени полимеризации макромолекул.
  120. Деструкция полимеров.
  121. Механизм цепной и случайной деструкции.
  122. Деполимеризация.
  123. Термоокислительная и фотохимическая деструкция.
  124. Механодеструкция.
  125. Принципы стабилизации полимеров.
  126. Сшивание полимеров (вулканизация каучуков, отверждение эпоксидных смол).
  127. Использование химических реакций макромолекул для химического и структурно-химического модифицирования полимерных материалов и изделий.
  128. Привитие и блок-сополимеры - основные принципы синтеза и физико-химические свойства.
  129. Классификация основных методов получения полимеров.
  130. Полимеризация.
  131. Термодинамика полимеризации.
  132. Понятие о полимеризационно-деполимеризационном равновесии.
  133. Классификация цепных полимеризационных процессов.
  134. Радикальная полимеризация.
  135. Инициирование радикальной полимеризации.
  136. Типы инициаторов.
  137. Реакции роста, обрыва и передачи цепи.
  138. Кинетика радикальной полимеризации при малых степенях превращения.
  139. Понятие о квазистационарном состоянии.
  140. Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение полимеров, образующихся при радикальной полимеризации.
  141. Полимеризация при глубоких степенях превращений.
  142. Реакционная способность мономеров и радикалов.
  143. Радикальная сополимеризация.
  144. Уравнение состава сополимеров.
  145. Относительные реакционные способности мономеров и радикалов.
  146. Роль стерических, полярных и других факторов; схема Q-e.
  147. Способы проведения полимеризации: в массе, в растворе, в суспензии и в эмульсии.
  148. Катионная полимеризация.
  149. Характеристика мономеров, способных вступать в катионную полимеризацию.
  150. Катализаторы и сокатализаторы.
  151. Рост и ограничение роста цепей при катионной полимеризации.
  152. Влияние природы растворителя.
  153. Кинетика процесса.
  154. Анионная полимеризация.
  155. Характеристика мономеров, способных вступать в анионную полимеризацию.
  156. Катализаторы анионной полимеризации. Инициирование, рост и ограничение роста цепей при анионной полимеризации. «Живые цепи».
  157. Координационно-ионная полимеризация в присутствии гомогенных и гетерогенных катализаторов типа Циглера - Натта.
  158. Принципы синтеза стереорегулярных полимеров.
  159. Особенности ионной полимеризации циклических мономеров.

- 160.Поликонденсация.  
 161.Типы реакций поликонденсации.  
 162.Основные различия полимеризационных и поликонденсационных процессов.  
 163.Термодинамика поликонденсации и поликонденсационное равновесие.  
 164.Молекулярная масса и молекулярно-массовое распределение при поликонденсации.  
 165.Кинетика поликонденсации.  
 166.Проведение поликонденсации в расплаве, в растворе и на границе раздела фаз.  
 167.Современные тенденции и новые направления в науке о полимерах.  
 168.Перспективы промышленного производства полимеров.

**Вывод:** контрольная работа позволяет оценить сформированность следующих компетенций:

ПК-3 (знания, умения, опыт деятельности)

ПК-4 (знания, умения, опыт деятельности)

### Проведение промежуточной аттестации

Формой промежуточной аттестации освоения дисциплины является экзамен. Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются по 4-балльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Планируемые результаты обучения	Оценка	Критерии оценивания
Знания (п.3 РПД)	Отлично	Аспирант должен безошибочно ответить на все вопросы, представленные в билете, а также продемонстрировать свободное владение материалом при ответе на дополнительные вопросы.
	Хорошо	Аспирант должен безошибочно ответить на вопросы, представленные в билете, но не точно или не в полном объеме раскрывать дополнительно заданные вопросы.
	Удовлетворительно	Аспирант затрудняется в ответах на вопросы билета, отвечает только после наводящих вопросов, демонстрирует слабое знание при ответе на дополнительные вопросы.
	Неудовлетворительно	Аспирант продемонстрировал слабые знания при ответе на вопросы, сформулированные в билете, не ответил ни на один из дополнительных вопросов.
Умения (п.3 РПД)	Отлично	Аспирант должен безошибочно ответить на все вопросы, представленные в билете, а также продемонстрировать свободное владение материалом при ответе на дополнительные вопросы.
	Хорошо	Аспирант должен безошибочно ответить на вопросы, представленные в билете, но не точно или не в полном объеме раскрывать дополнительно заданные вопросы.

	Удовлетворительно	Аспирант затрудняется в ответах на вопросы билета, отвечает только после наводящих вопросов, демонстрирует слабое знание при ответе на дополнительные вопросы.
	Неудовлетворительно	Аспирант продемонстрировал слабые знания при ответе на вопросы, сформулированные в билете, не ответил ни на один из дополнительных вопросов.
Навыки (опыт деятельности) (п.3 РПД)	Отлично	Аспирант должен безошибочно ответить на все вопросы, представленные в билете, а также продемонстрировать свободное владение материалом при ответе на дополнительные вопросы.
	Хорошо	Аспирант должен безошибочно ответить на вопросы, представленные в билете, но не точно или не в полном объеме раскрывать дополнительно заданные вопросы.
	Удовлетворительно	Аспирант затрудняется в ответах на вопросы билета, отвечает только после наводящих вопросов, демонстрирует слабое знание при ответе на дополнительные вопросы.
	Неудовлетворительно	Аспирант продемонстрировал слабые знания при ответе на вопросы, сформулированные в билете, не ответил ни на один из дополнительных вопросов.

#### Вопросы для подготовки к кандидатскому экзамену по модулю дисциплин

1. Основные понятия термодинамики: изолированные и открытые системы, равновесные и неравновесные системы, термодинамические переменные, интенсивные и экстенсивные переменные. Уравнения состояния. Вириальные уравнения состояния. Теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия. Первый закон термодинамики. Работа расширения идеального газа в различных процессах (изохорном, изобарном, адиабатическом и изотермическом).

2. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее изменения в обратимых и необратимых процессах. Теорема Карно-Клаузиуса. Различные шкалы температур.

3. Закон Гесса и его следствия. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах.

4. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов.

5. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химические потенциалы. Химический потенциал идеального и реального газов. Фугитивность. Активность и коэффициент активности.

6. Химическое равновесие. Закон действующих масс для обратимых процессов. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Изотерма Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Принцип смещения равновесия. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций.

7. Агрегатные состояния вещества. Уравнение состояния идеального газа. Парциальное давление. Закон Дальтона. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

8. Каноническая функция распределения Гиббса. Сумма по состояниям как

статистическая характеристическая функция. Поступательная, вращательная, электронная и колебательная суммы по состояниям. Статистический расчет энтропии.

9. Различные типы растворов. Способы выражения состава растворов. Идеальные растворы, общее условие идеальности растворов.

10. Коллигативные свойства растворов. Давление насыщенного пара жидких растворов, закон Рауля. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов в зависимости от их концентраций. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.

11. Предельно разбавленные растворы, атермальные и регулярные растворы, их свойства. Неидеальные растворы и их свойства. Активность. Коэффициенты активности и их определение.

12. Гетерогенные системы. Понятия компонента, фазы, степени свободы. Правило фаз Гиббса.

13. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния однокомпонентных систем (воды, серы, фосфора и углерода). Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста.

14. Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропные смеси.

15. Диаграммы плавкости (с полной и ограниченной растворимостью веществ в твердом состоянии, с простой эвтектикой и с образованием химического соединения).

16. Адсорбция. Адсорбент, адсорбат. Виды адсорбции. Адсорбция на твердых поверхностях. Структура поверхности и пористость адсорбента.

Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция.

17. Изотермы и изобары адсорбции. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия. Уравнение Лэнгмюра. Адсорбция из растворов. Уравнение Брунауэра — Эммета — Теллера (БЭТ) для полимолекулярной адсорбции. Определение площади поверхности адсорбента.

18. Растворы электролитов. Электролитическая диссоциация. Ионная сила растворов. Коэффициенты активности в растворах электролитов. Средняя активность и средний коэффициент активности, их связь с активностью отдельных ионов. Основные положения теории Дебая-Хюккеля.

19. Основные понятия химической кинетики. Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Основной постулат химической кинетики. Способы определения скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Константа скорости и порядок реакции.

20. Кинетика сложных химических реакций. Принцип независимости элементарных стадий. Кинетические уравнения для обратимых, параллельных и последовательных реакций. Квазистационарное приближение. Метод Боденштейна-Темкина.

21. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы ее определения. Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации.

22. Цепные реакции. Кинетика неразветвленных и разветвленных цепных реакций. Кинетические особенности разветвленных цепных реакций. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях. Полуостров воспламенения. Тепловой взрыв.

23. Фотохимические реакции. Законы фотохимии. Квантовый выход. Квантовый выход первичной фотохимической реакции. Фотохимические и фотофизические процессы. Кинетическая схема Штерна-Фольмера.

24. Кинетика электрохимических реакций. Скорость и стадии электрохимической реакции. Поляризация электродов. Ток обмена и перенапряжение. Полярография.

25. Кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций. Уравнение

Михаэлиса-Ментен. Ингибирование ферментативных реакций.

26. Классификация каталитических реакций и катализаторов. Теория промежуточных соединений в катализе, принцип энергетического соответствия. Принцип действия катализаторов.

27. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Кинетика и механизм реакций специфического кислотного катализа. Функции кислотности Гамета. Кинетика и механизм реакций общего кислотного катализа. Уравнение Бренстеда. Корреляционные уравнения для энергий активации и теплот реакций. Специфический и общий основной катализ.

28. Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Удельная и атомная активность. Селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций.

29. Электродные процессы. Возникновение потенциала на границе раздела фаз. Нормальные потенциалы и ряд напряжений. Типы электродов. Уравнение Нернста для этих электродов. Электрохимические цепи.

30. Электропроводность растворов электролитов; удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса, подвижность ионов и закон Кольрауша. Электрофоретический и релаксационные эффекты.

31. Электрохимические реакции. Двойной электрический слой. Модельные представления о структуре двойного электрического слоя. Электрокапиллярные явления. Потенциал нулевого заряда.

32. Электрокинетические свойства коллоидных систем. Электрофорез и электроосмос. Электрокинетический потенциал.

Получение положительных оценок за экзамен позволяет сделать вывод о достаточной сформированности следующих компетенций:  
УК-1; ОПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4.

### **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций**

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по модулю дисциплин**

#### **Методические рекомендации по проведению основных видов учебных занятий**

При изучении дисциплины используются следующие основные методы и средства обучения, направленные на повышение качества подготовки аспирантов путем развития у аспирантов творческих способностей и самостоятельности:

– Контекстное обучение - мотивация аспирантов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретными знаниями и его применением.

– Проблемное обучение - стимулирование аспирантов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

– Обучение на основе опыта - активизация познавательной деятельности аспиранта за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

– Индивидуальное обучение - выстраивание аспирантами собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной программы с учетом интересов аспирантов.

Междисциплинарное обучение - использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

*Лекции* являются одним из основных методов обучения по дисциплинам, направленным на подготовку к кандидатскому экзамену, которые должны решать следующие задачи:

– изложить основной материал программы курса;

– развить у аспирантов потребность к самостоятельной работе над учебником и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений.

Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Крайне желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему курса и представляла собой логически вполне законченную работу. Лучше сократить тему, но не допускать перерыва ее на таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта.

Привлечение графического и табличного материала на лекции позволит более объемно изложить материал.

Целью *практических занятий* является:

– закрепление теоретического материала, рассмотренного аспирантами самостоятельно;

– проверка уровня понимания аспирантами вопросов, рассмотренных самостоятельно по учебной литературе, степени и качества усвоения материала аспирантами;

– восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказание помощи в его усвоении.

В начале очередного занятия необходимо сформулировать цель, поставить задачи. Аспиранты выполняют задания, а преподаватель контролирует ход их выполнения путем устного опроса, оценки рефератов, проверки тестов, проверки практических заданий. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы аспирантов

*Целью* самостоятельной работы аспирантов является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Методические рекомендации призваны помочь аспирантам организовать самостоятельную работу при изучении курса: с материалами лекций, практических и семинарских занятий, литературы по общим и специальным вопросам экономических наук.

Задачами СРС являются:

– систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;

– углубление и расширение теоретических знаний;

– формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;

– развитие познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

– формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– развитие исследовательских умений;

– использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется аспирантом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы аспиранта без участия преподавателя являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- подготовка к семинарам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по темам занятий;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.

Самостоятельная работа аспирантов осуществляется в следующих *формах*:

- подготовка к семинарским занятиям,
- изучение дополнительной литературы и подготовка ответов на вопросы для самостоятельного изучения,
- подготовка к тестированию,
- написание реферата.

*1) Подготовка к семинарским и практическим занятиям.*

При подготовке к семинарским занятиям аспирантам необходимо ориентироваться на вопросы, вынесенные на обсуждение. На семинарских занятиях проводятся опросы, тестирование, разбор конкретных ситуаций, с активным обсуждением вопросов, в том числе по группам, с целью эффективного усвоения материала в рамках предложенной темы, выработки умений и навыков в профессиональной деятельности, а также в области ведения переговоров, дискуссий, обмена информацией, грамотной постановки задач, формулирования проблем, обоснованных предложений по их решению и аргументированных выводов.

*2) Изучение основной и дополнительной литературы при подготовке к семинарским и практическим занятиям.*

В целях эффективного и полноценного проведения таких мероприятий аспиранты должны тщательно подготовиться к вопросам семинарского занятия. Особенно поощряется и положительно оценивается, если аспирант самостоятельно организует поиск необходимой информации с использованием периодических изданий, информационных ресурсов сети ИНТЕРНЕТ и баз данных специальных программных продуктов.

Самостоятельная работа аспирантов должна опираться на сформированные навыки и умения, приобретенные во время прохождения других курсов. Составляющим компонентом его работы должно стать творчество. В связи с этим рекомендуется:

1. Начинать подготовку к занятию со знакомства с опубликованными законодательно-правовыми документами.
2. Обратите внимание на структуру, композицию, язык документа, время и историю его появления.
3. Определите основные идеи, принципы, тезисы, заложенные в документ.
4. Выясните, какой сюжет, часть изучаемой проблемы позволяет осветить проанализированный источник.
5. Проведите работу с незнакомыми терминами и понятиями, для чего используйте словари терминов, энциклопедические словари, словари иностранных слов и др.

Затем необходимо ознакомиться с библиографией темы и вопроса, выбрать доступные Вам издания из списка основной литературы, специальной литературы, рекомендованной к лекциям и семинарам. Рекомендованные списки могут быть дополнены.

Используйте справочную литературу. Поиск можно продолжить, изучив примечания и сноски в уже имеющихся у Вас в руках монографиях, статьях.

Работая с литературой по теме семинара, делайте выписки текста, содержащего характеристику или комментарий уже знакомого Вам источника. После чего вернитесь к тексту документа (желательно полному, без купюр) и проведите его анализ уже в контексте изученной исследовательской литературы.

Возникающие на каждом этапе работы мысли следует записывать. Анализ документа следует сделать составной частью проработки вопросов семинара и выступления аспиранта на занятии. Общее знание проблемы, обсуждаемой на семинарском занятии, должно сочетаться с глубоким знанием источников.

Следует составить сложный план, схему ответа на каждый вопрос плана семинарского занятия.

Проверить себя можно, выполнив тесты.

### **Рекомендации по оцениванию устного опроса**

Оценки «*аттестован*» заслуживает обучающийся, при устном ответе которого:

- содержание раскрывает тему задания;
- материал изложен логически последовательно;
- убедительно доказана практическая значимость.

Оценка «*не аттестован*», выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного программного материала по теме опроса.

### **Методические рекомендации по проведению тестирования**

Целью тестовых заданий является контроль и самоконтроль знаний по предмету. Кроме того, тесты ориентированы и на закрепление изученного материала. Тестовые задания составляются таким образом, чтобы проверить знания по разным разделам дисциплины, а также стимулировать познавательные способности аспирантов. Большая часть вопросов базируется на содержании курса по философии и истории науки. При этом некоторые вопросы в тестах рассчитаны на знания, полученные в ходе изучения аспирантами курса философии; другие ориентированы на знания, полученные в ходе освоения аспирантами курса по истории и философии науки, третьи - в ходе изучения экономических наук.

При решении тестовых заданий выпишите правильные ответы через их буквенное обозначение (количество верных ответов - от 1 до 3). Некоторые задания предполагают творческий подход и эрудицию. Количество вариантов ответов на каждый вопрос - от 1 до 3. Если вопрос не имеет вариантов ответа, это означает, что ответ содержится в самой формулировке вопроса (надо найти ключевое слово).

Выполнение тестовых заданий увеличивает быстроту усвоения материала, развивает четкость и ясность мышления, внимательность.

### **Рекомендации по оцениванию результатов тестирования**

*Критерии оценки результатов тестирования*

Оценка (стандартная)	Оценка (тестовые нормы)
Отлично	80 - 100%
Хорошо	70 - 79%
Удовлетворительно	60 - 69%
Неудовлетворительно	Менее 60%

### **Методические рекомендации по написанию реферата**

Реферат - форма письменной работы, которую рекомендуется использовать аспирантам в ходе занятий по истории и философии науки. Он представляет собой краткое изложение содержания научных трудов, учебной и справочной литературы по определенной научной теме. Объем реферата, как правило, составляет 18-20 страниц компьютерного текста. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение аспирантом определенного количества источников (первоисточников, научных монографий и статей и т.п.) по определенной теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение.

Цель написания реферата - привитие навыков краткого и лаконичного



представления собранных материалов и фактов в соответствии с общим требованиями по написанию рефератов:

- членение материала по главам или разделам; выделение введения и заключительной части;
- лаконичное и систематизированное изложение материала;
- выделение главных, существенных положений, моментов темы;
- логическая связь между отдельными частями;
- выводы и обобщения по существу рассматриваемых вопросов;
- научный стиль изложения: использование философских и научных терминов и стандартных речевых оборотов. Не следует употреблять риторические вопросы и обращения, обыденную и жаргонную лексику, публицистические выражения;
- список использованной литературы (10-15 источников).

Качество работы оценивается по следующим критериям: самостоятельность выполнения; уровень эрудированности автора по изучаемой теме; выделение наиболее существенных сторон научной проблемы; способность аргументировать положения и обосновывать выводы; четкость и лаконичность в изложении материала; дополнительные знания, полученные при изучении литературы, выходящей за рамки образовательной программы. Очень важно иметь собственную доказательную позицию и понимание значимости анализируемой проблемы по философии и истории науки.

Критерии оценивания реферата

Результаты контроля знаний в форме проверки реферата оцениваются по двухбалльной шкале с оценками:

- «зачтено»;
- «не зачтено».

Дескриптор компетенции	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Зачтено	реферат демонстрирует знания аспиранта хотя бы о некоторых современных научных достижениях, их некоторых чертах; аспирант имеет определенное представление о методах генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
	Не зачтено	реферат не демонстрирует знания аспиранта хотя бы о некоторых современных научных достижениях, их некоторых чертах; аспирант не имеет определенное представление о методах генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
Умеет	Зачтено	реферат демонстрирует использование аспирантом хотя бы некоторых современных научных достижений, их некоторых черт; аспирант имеет представление о методах генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
	Не зачтено	реферат не демонстрирует использование аспирантом хотя бы некоторых современных научных достижений, их некоторых черт; аспирант не имеет представления о методах генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Владеет	Зачтено	реферат демонстрирует, что аспирант владеет знаниями хотя бы о некоторых современных научных достижениях, их некоторых чертах; аспирант имеет определенное представление о методах генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
	Не зачтено	реферат демонстрирует, что аспирант не владеет знаниями хотя бы о некоторых современных научных достижениях, их некоторых чертах; аспирант не имеет определенное представление о методах генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

### Рекомендации по оцениванию эссе

*Критерии оценки эссе:*

Критерий	Требования	Баллы (max)
Знание и понимание теоретического материала	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определяет рассматриваемые понятия четко и полно, приводя соответствующие примеры;</li> <li>- используемые понятия строго соответствуют теме;</li> <li>- самостоятельность выполнения работы</li> </ul>	2
Анализ и оценка информации	<ul style="list-style-type: none"> <li>- грамотно применяет категории анализа;</li> <li>- умело использует приемы сравнения и обобщения для анализа взаимосвязи понятий и явлений;</li> <li>- способен объяснить альтернативные взгляды на рассматриваемую проблему и прийти к сбалансированному заключению;</li> <li>- диапазон используемого информационного пространства (аспирант использует большое количество различных источников информации);</li> <li>- обоснованно интерпретирует текстовую информацию с помощью графиков и диаграмм;</li> <li>- дает личную оценку проблеме</li> </ul>	4
Построение суждений	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ясность и четкость изложения;</li> <li>- логика структурирования доказательств;</li> <li>- выдвинутые тезисы сопровождаются грамотной аргументацией;</li> <li>- приводятся различные точки зрения и их личная оценка</li> </ul>	3
Оформление работы	<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа отвечает основным требованиям к оформлению и использованию цитат;</li> <li>- соблюдение лексических, фразеологических, грамматических и стилистических норм русского литературного языка;</li> <li>- оформление текста с полным соблюдением правил русской орфографии и пунктуации;</li> <li>- соответствие формальным требованиям</li> </ul>	1
	Итого	10

*Шкалы оценок:*

9-10 баллов - оценка «отлично»,

- 6-8 баллов - оценка «хорошо»,  
 3-5 баллов - оценка «удовлетворительно»,  
 0-2 баллов - оценка «неудовлетворительно».

### Критерии оценки кейса

*Ответ аспиранта на вопросы кейса оценивается по следующей шкале:*

Зачтено	<p>Ответы на вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.          Продемонстрированы навыки анализа, сравнения.          Делаются обоснованные выводы. Приводятся примеры из практики.</p>
Не зачтено	<p>Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний, не продемонстрированы навыки анализа, сравнения. Не приводятся примеры из практики.</p>

Этап: проведение промежуточной аттестации по модулю дисциплин

### Методические рекомендации по подготовке к кандидатскому экзамену

Организация и проведение кандидатских экзаменов в СурГУ регламентируется следующими документами:

- Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней»,
- Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.03.2014 г. №247 «Порядок прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечень»;
- Письмом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 октября 2014 г. №13-4139 «О подтверждении результатов кандидатских экзаменов»,
- СТО-2.12.11 «Порядок проведения кандидатских экзаменов».

Кандидатские экзамены являются формой промежуточной аттестации аспирантов и лиц, прикрепленных для сдачи кандидатских экзаменов (экстернов) без освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, их сдача обязательна для присуждения ученой степени кандидата наук.

Цель кандидатского экзамена по специальности 02.00.04 Физическая химия состоит в проверке приобретенных аспирантами и соискателями ученой степени кандидата наук знаний. Экзамен также ставит целью установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени кандидата химических наук, уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

К экзамену допускаются аспиранты и соискатели, не имеющие задолженности по дисциплинам учебного плана на момент сдачи экзамена.

Аспирант, не сдавший кандидатский экзамен по специальности, не считается завершившим обучение в аспирантуре.

Экзамен по специальности включает обсуждение теоретических вопросов и собеседование по теме диссертации (третий вопрос) в соответствии с программой кандидатского экзамена, утверждённой проректором по УМР СурГУ, в соответствии с «Порядком проведения кандидатского экзамена» (СТО-2.12.11-15), принятого Ученым Советом СурГУ 18 июня 2015 года, протокол № 6.

Для успешной сдачи экзамена аспиранту необходимо выполнить несколько требований:

- 1) регулярно посещать аудиторные занятия по дисциплине; пропуск занятий не допускается без уважительной причины;

2) в случае пропуска занятия аспирант должен быть готов ответить на экзамене на вопросы преподавателя, взятые из пропущенной темы;

3) аспирант должен точно в срок сдавать письменные работы на проверку и к следующему занятию удостовериться, что они зачтены;

4) готовясь к очередному занятию по дисциплине, аспирант должен прочитать соответствующие разделы в учебниках, учебных пособиях, монографиях и пр., рекомендованных преподавателем в программе дисциплины, и быть готовым продемонстрировать свои знания; каждое участие аспиранта в обсуждении материала на практических занятиях отмечается преподавателем и учитывается при ответе на экзамене.

### **Критерии оценки кандидатского экзамена**

Экзамен оценивается по четырехбалльной шкале с оценками: «отлично»; «хорошо»; «удовлетворительно»; «неудовлетворительно».

Экзаменуемый получает оценку «отлично», если он успешно справляется со всеми заданиями, предложенными в билете; демонстрирует отличное знание теоретического материала; хорошо ориентируется в положениях своего научного исследования.

В случае наличия небольших несоответствий при изложении теоретического материала экзаменуемый получает оценку «хорошо». Экзаменуемый должен хорошо ориентироваться в основных положениях своего научного исследования.

При недостаточной адекватности раскрытия теоретических вопросов ответ экзаменуемого оценивается отметкой «удовлетворительно». Экзаменуемый должен ориентироваться в основных положениях своего научного исследования.

Экзаменуемый получает оценку «неудовлетворительно», если он не справляется с заданиями билета, демонстрирует плохое владение теоретическим материалом или отказывается отвечать на экзаменационные вопросы, не может обсуждать основные положения своего научного исследования.

Получение положительных оценок (отлично, хорошо, удовлетворительно) позволяет сделать вывод о достаточной сформированности следующих компетенций: УК-1; ОПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4.