

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Саратовский национальный исследовательский государственный  
университет имени Н.Г. Чернышевского»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической  
работе, д-р филол. наук, профессор

Е.Г. Елина



« 30 » июня 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Современные физико-химические методы исследования**

Направление подготовки кадров высшей квалификации  
04.06.01 Химические науки

Направленность физическая химия

Квалификация (степень) выпускника  
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Очная

Саратов, 2016

## 1. Цели освоения дисциплины

**Целью** освоения дисциплины «Современные физико-химические методы исследования» является освоение теоретических основ и техники эксперимента современных физических методов исследования для характеристики и решения химических задач. В процессе освоения дисциплины у аспирантов должны сформироваться знания и умения, позволяющие использовать возможности этих методов в химических исследованиях, а также возможности сразу нескольких методов для получения данных о физических параметрах молекул и свойствах веществ.

### **Основными задачами курса являются:**

– ознакомление с основными закономерностями и возможностями современных физических методов и характеристикой прямых и обратных задач, для решения которых эти методы могут быть использованы;

– ознакомление с возможностями совокупного применения нескольких физических методов для определения физических параметров молекул и изучения свойств и строения химических веществ.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Дисциплина «Современные физико-химические методы исследования» (Б1.В.ОД.2.3) является обязательной, входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариантивной части ООП по направлению подготовки **04.06.01 «Химические науки»**, направленность – **физическая химия**. Дисциплина изучается в 5 семестре.

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе обучения в магистратуре при изучении общих и специальных дисциплин, а также при обучении в 1-4 семестрах аспирантуры при изучении таких дисциплин, как «Методы неравновесной и статистической термодинамики в химии», «Информационные технологии в научном исследовании», «Информационные ресурсы и базы данных», «Физико-химический анализ многокомпонентных систем». Взаимосвязь курса с другими дисциплинами ООП способствует углубленной подготовке аспирантов к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

## 3. Результаты обучения, определенные в картах компетенций и формируемые по итогам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Современные физико-химические методы исследования» направлен на формирование следующей компетенции:

– умение прогнозировать конечный результат исследования при выполнении профессиональных функций, опираясь на фундаментальные

основы химии, накопленный экспериментальный опыт в избранной области, современные наукоемкие технологии и аппаратный парк (ПК-1).

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

**знать:**

– общую классификацию современных физических методов и характеристику прямых и обратных задач, для решения которых эти методы могут быть использованы,

– теоретические основы и технику эксперимента применения методов масс-спектрометрии, определения электрических дипольных моментов, вращательной, колебательной (ИК и КР) и электронной (УФ) спектроскопии, массбауэровской, фотоэлектронной и оже-спектроскопии, ядерного магнитного и электронного парамагнитного резонанса (ЯМР и ЭПР), ядерного квадрупольного резонанса, дисперсии оптического вращения, кругового дихроизма, аномального рассеяния рентгеновских лучей, эффектов Керра и Фарадея,

– основные современные теоретические и экспериментальные подходы к решению отдельной исследовательской задачи, принципы функционирования аппаратного сопровождения эксперимента, методы и подходы идентификации и анализа свойств конечного продукта;

**уметь:**

– самостоятельно ставить задачу при исследовании физических параметров молекул, структуры и состава вещества,

– выбирать оптимальные пути и методы решения выше поставленной задачи,

– обсуждать исследований структуры и состава вещества, вести научную дискуссию по исследуемым вопросам физической химии,

– сопоставить собственный результат по решаемой задаче с накопленными данными в периодической печати, электронных ресурсах и других источниках научной и научно-технической информации;

**владеть:**

– теоретическими основами и техникой эксперимента основных физических методов исследования в химии,

– методами оценки физических параметров молекул и свойств веществ,

– навыками комплексного планирования эксперимента, фундаментальными основами рассматриваемых задач (процессов), современными методами их решения, выбора путей достижения конечного результата проводимого исследования.

#### **4. Структура и содержание дисциплины**

**4.1. Общая трудоемкость дисциплины** составляет 5 зачетных единиц: 180 часов, из них 72 часа лекционных занятий, 108 часов самостоятельной работы.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семе стр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по темам) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практи ческие	СР	
1	Тема 1. Предмет дисциплины «Физические методы исследования структуры и состава вещества». Общая характеристика физических методов	5	4	–	8	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
2	Тема 2. Методы масс-спектрометрии	5	4	–	8	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
3	Тема 3. Методы определения электрических дипольных моментов молекул	5	4	–	8	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
4	Тема 4. Методы определения геометрического строения молекул	5	8	–	10	Контрольные вопросы для самостоятельной работы, дискуссия
5	Тема 5. Методы колебательной ИК и КР спектроскопии	5	8	–	10	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
6	Тема 6. Методы электронной УФ спектроскопии	5	8	–	10	Контрольные вопросы для самостоятельной работы, дискуссия
7	Тема 7. Методы рентгеновской и фотоэлектронной спектроскопии	5	8	–	10	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
8	Тема 8. Методы магнитного резонанса	5	8	–	12	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
9	Тема 9. Методы квадрупольного и гамма-резонанса ядер	5	8	–	12	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
10	Тема 10. Методы исследования оптически активных веществ	5	8	–	12	Контрольные вопросы для

						самостоятельной работы, дискуссия
11	Тема 11. Методы изучения поляризуемости и магнитной оптической активности	5	4	–	8	Контрольные вопросы для самостоятельной работы
	<b>Итого</b>	<b>5</b>	<b>72</b>	<b>–</b>	<b>108</b>	<b>Зачет</b>

#### **4.2. Содержание дисциплины «Современные физико-химические методы исследования»**

##### **Предмет дисциплины «Современные физико-химические методы исследования». Общая характеристика физических методов.**

Прямая и обратная задачи методов. Спектроскопические методы исследования. Дифракционные методы. Оптические и другие методы. Характеристическое время метода. Значение физических методов для теоретической химии. Современный уровень и перспективы развития физических методов.

##### **Тема 1. Методы масс-спектрометрии**

**Процессы ионизации и принципиальные схемы масс-спектрометров.** Ионизация атомов и молекул. Процесс ионизации и типы ионов. Методы ионизации. Принципиальные схемы масс-спектрометров. Магнитный масс-спектрометр. Динамические масс-спектрометры. Спектрометр ион-циклотронного резонанса.

**Применение масс-спектрометрии.** Идентификация и установление строения веществ. Определение потенциалов ионизации молекул и появления ионов. Масс-спектральные термодинамические исследования. Масс-спектрометрия в химической кинетике.

##### **Тема 2. Методы определения электрических дипольных моментов молекул**

**Теоретические основы методов.** Электрический дипольный момент молекулы. Энергия молекулы во внешнем электрическом поле. Ориентационная поляризация молекул. Эффект Штарка и квантовомеханический подход к выводу ориентационной поляризации молекул. Диэлектрик в электрическом поле.

**Экспериментальные методики и применение данных по электрическим дипольным моментам молекул в химии.** Первый метод Дебая – определение электрического дипольного момента молекул паров веществ. Второй метод Дебая – определение электрических дипольных моментов молекул веществ в разбавленных растворах. Отклонение молекулярного пучка в неоднородном электрическом поле. Метод электрического резонанса. Использование данных по дипольным моментам в химии.

##### **Тема 3. Методы определения геометрического строения молекул**

**Микроволновой метод исследования вращательных спектров молекул.** Вращательные спектры поглощения молекул. Методика эксперимента в микроволновой вращательной спектроскопии. Методы расчета геометрических параметров молекул. Определение электрических дипольных моментов молекул. Исследование внутреннего вращения и инверсии молекул. Некоторые результаты микроволновых исследований.

**Чисто вращательные спектры комбинационного рассеяния.** Теоретические основы метода. Методика эксперимента вращательной спектроскопии КР. Определение геометрии молекул.

**Метод газовой электронографии.** Основные этапы развития газовой электронографии. Рассеяние электронов атомами. Упругое рассеяние электронов атомами. Неупругое рассеяние электронов атомами. Полная интенсивность атомного рассеяния. Рассеяние электронов молекулами. Молекулярная составляющая интенсивности рассеяния. Преобразование Фурье в газовой электронографии. Двухатомные молекулы. Кривые радиального распределения. Многоатомные молекулы. Методика эксперимента в газовой электронографии. Принципиальная схема электронографа. Микрофотометрирование. Выделение молекулярной составляющей интенсивности рассеяния. Расшифровка электронограмм. Влияние внутримолекулярных колебаний на конфигурацию молекул, определяемую методом газовой электронографии. Возможности метода газовой электронографии. Определение геометрии молекул при совместном использовании электронографических и спектроскопических данных. Некоторые стереохимические результаты электронографических исследований.

#### **Тема 4. Методы колебательной ИК и КР спектроскопии**

**Теоретические основы колебательной спектроскопии.** Квантовомеханическое представление колебательных спектров. Основы классической теории колебательных спектров. Практический расчет колебательных спектров.

**Симметрия молекул и нормальных колебаний.** Общие представления о симметрии молекул. Качественные представления о симметрии колебаний. Результаты теоретико-группового анализа колебаний. Резонанс Ферми. Эффекты кристалличности

**Анализ и интерпретация спектров. Определение симметрии и структуры молекул.** Выводы из сопоставления ИК и КР спектров. Поляризация полос в спектрах КР. Контуры вращательной структуры полос. Групповые или характеристические частоты. Изотопные эффекты.

**Другие применения колебательных спектров.** Определение силовых полей молекул. Корреляции силовых постоянных молекул с другими свойствами. Крутильные колебания и потенциальные барьеры внутреннего

вращения. Использование фундаментальных частот для расчета колебательных вкладов в термодинамические функции. Идентификация соединения и качественный анализ смесей. Количественный анализ. Исследование равновесий. Комплексы с водородными связями. Кинетические исследования. Колебательная спектроскопия высокомолекулярных соединений.

**Приборы и экспериментальная техника.** Техника и методики ИК спектроскопии. Принципы устройства и действия ИК спектрометров. Подготовка образцов различного типа. Дополнительные приспособления. Исследования специфических образцов. Нарушенное полное внутреннее отражение. Техника спектроскопии КР. Спектральная аппаратура и образцы. Резонансное и инверсное КР. Методы нелинейной спектроскопии КР.

### **Тема 5. Методы электронной УФ спектроскопии**

**Основы теории электронных спектров молекул.** Общая характеристика свойств электронных состояний. Номенклатура и символика электронных состояний. Классификация электронных переходов, их относительное положение. Правила отбора и интенсивность переходов.

**Применение электронных спектров.** Структурно-спектральные корреляции. Органические соединения. Неорганические и комплексные соединения. Аналитические применения. Качественный анализ и идентификация веществ. Количественный анализ.

**Техника и методики электронной спектроскопии.** Аппаратура абсорбционной спектроскопии. Подготовка образцов. Спектроскопия с дифференцированием, разностная спектроскопия и двухволновая спектроскопия. Спектры люминесценции. Теоретические основы. Практическое применение и техника люминесцентной спектроскопии.

### **Тема 6. Методы рентгеновской и фотоэлектронной спектроскопии**

**Физические основы методов и экспериментальная техника.** Общие принципы. Параметры и структура фотоэлектронных спектров. Химический сдвиг. Спин-орбитальная связь в молекулах и некоторые другие эффекты. Колебательная структура фотоэлектронных спектров. Интенсивность фотоэлектронных пиков. Глубина выхода фотоэлектронов. Техника и методика эксперимента. Аппаратура. Стандарты для учета зарядки образцов и калибровки спектрометров. Комплексные установки и методики. Рентгенофлуоресцентные спектрометры.

**Применение методов фотоэлектронной спектроскопии в химии.** Структурно-аналитические применения. Элементный анализ и идентификация соединений. Структурная информация. Количественный анализ. Теоретическое моделирование и объяснение химических сдвигов. Некоторые закономерности и корреляции химических сдвигов. Связь с эффективным зарядом и степенью окисления. Аддитивность химических

сдвигов. Корреляция химических сдвигов с данными других методов. Адсорбция, катализ и другие области применения.

### **Тема 7. Методы магнитного резонанса**

**Спектроскопия ЯМР (основы теории).** Физические принципы метода. Магнитный момент ядра и его взаимодействие с магнитным полем. Условие ядерного магнитного резонанса. Реализация условий магнитного резонанса. Химический сдвиг и спин-спиновое взаимодействие. Экранирование ядер электронами. Химические сдвиги сигналов ЯМР. Спин-спиновое взаимодействие и мультиплетность спектров ЯМР.

**Спектроскопия ЯМР (применение и техника эксперимента).** Применение в структурных исследованиях. Физико-химические применения. Динамический ЯМР. Техника и методика эксперимента. Спектрометры ЯМР. Двумерная спектроскопия ЯМР. Двойной резонанс. Образцы, растворители, стандарты.

**Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса.** Теоретические основы метода. Условие ЭПР. Положение резонансного сигнала и  $g$ -фактор. Электрон-ядерное взаимодействие и сверхтонкая структура спектра ЭПР. Электрон-электронное взаимодействие и тонкая структура спектров ЭПР анизотропных систем. Интенсивность, ширина и форма линии. Приложения спектроскопии ЭПР. Структурные исследования. Кинетические и другие исследования. Техника и экспериментальные методики спектроскопии ЭПР. Общие сведения. Методы двойного резонанса. Химическая поляризация ядер и электронов.

### **Тема 8. Методы квадрупольного и гамма-резонанса ядер**

**Ядерный квадрупольный резонанс.** Общие сведения. Электростатическое взаимодействие квадрупольного ядра с электрическим полем. Квадрупольные уровни энергии и переходы. Интенсивность, ширина и мультиплетность сигнала. Приложения и интерпретация спектров ЯКР. Частоты ЯКР. Структурные приложения. Интерпретация градиента неоднородного электрического поля на ядре. Корреляции спектральных параметров ЯКР с другими физико-химическими характеристиками. Аппаратура и методические особенности.

**Мессбауэровская спектроскопия.** Общая характеристика и теоретические основы метода. Параметры мессбауэровских спектров. Изомерный (химический) сдвиг. Квадрупольное расщепление. Сверхтонкая структура магнитных взаимодействий. Применение в химии. Эмпирические корреляции и структурные исследования. Динамические эффекты. Техника и особенности эксперимента.

### **Тема 9. Методы исследования оптически активных веществ**

**Дисперсия оптического вращения.** Линейно поляризованное излучение. Круговая поляризация света. Квантовомеханическое



рассмотрение оптической активности и спиральная модель молекулы. Симметрия молекул и оптическая активность. Кривые ДОВ. Эффект Коттона. Принципиальная схема эксперимента.

**Круговой дихроизм.** Поглощение лучей с различной круговой поляризацией. Связь кругового дихроизма и вращательной силы перехода. Схема эксперимента. Формирование лучей с круговой поляризацией.

**Применение спектрополяриметрии в химии.** Общие вопросы использования методов ДОВ и КД. Эмпирические закономерности. Правила Брюстера и октантов. Примеры использования ДОВ и КД. Определение абсолютной конфигурации. Доказательство конформационной подвижности. Влияние полярности растворителя. Исследование комплексных соединений.

**Аномальное рассеяние рентгеновских лучей – метод определения абсолютной конфигурации молекул.** Абсолютная конфигурация молекул в декартовой системе координат. Нормальное рассеяние и закон Фриделя. Рассеяние рентгеновских лучей в области поглощения атома. Аномальное рассеяние и определение абсолютной конфигурации молекул.

**Тема 10. Методы изучения поляризуемости и магнитной оптической активности**

**Релеевское рассеяние света.** Релеевское рассеяние света в газах и растворах. Схема и условия эксперимента.

**Эффект Керра.** Закон Керра. Методика эксперимента. Теория эффекта Керра. Применение метода релеевского рассеяния света и эффекта Керра. Определение главных значений эллипсоида поляризуемости молекул. Определение главных значений эллипсоида поляризуемости химической связи и группы атомов. Изучение конформаций и внутреннего вращения молекул.

**Эффект Фарадея.** Явление Фарадея. Схема эксперимента. Теория эффекта. Связь с эффектом Зеемана. Магнитный круговой дихроизм (МКД) и дисперсия магнитного оптического вращения (ДМОВ). Применение эффекта Фарадея в химии. Аддитивные свойства постоянной Вердэ. Изучение электронных переходов в комплексных соединениях с помощью МКД. Аналитические применения эффекта Фарадея.

## **5. Образовательные технологии**

При реализации учебной работы по освоению дисциплины «Современные физико-химические методы исследования» предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения аудиторных занятий в сочетании с самостоятельной работой с целью развития профессиональных навыков обучающихся. К активным и интерактивным формам проведения занятий относятся:

- 1) лекции с элементами дискуссии;

2) групповые дискуссии по вопросам для самостоятельной подготовки к разделам дисциплины, вырабатывающие у обучающегося навыки физико-химического мышления.

Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу аспирантов и руководство этой работой со стороны преподавателя.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов**

Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе с дальнейшим их обсуждением на аудиторных занятиях. В специальных случаях для самостоятельной подготовки аспирантам могут выдаваться задания, включающие набор многовариантных и индивидуальных задач, связанных с научно-исследовательской деятельностью аспиранта по утвержденной теме НКР (диссертации), предварительно согласованные с научным руководителем аспиранта. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных, библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

### **6.1. Виды самостоятельной работы**

<b>Раздел/Тема дисциплины</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Литература</b>
Тема 1. Предмет дисциплины «Физические методы исследования структуры и состава вещества». Общая характеристика физических методов	Проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы	[1], [2], электронные ресурсы
Тема 2. Методы масс-спектрометрии	Проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы	[1], [2], электронные ресурсы
Тема 3. Методы определения электрических дипольных моментов молекул	Проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы	[1], [2], электронные ресурсы
Тема 4. Методы определения геометрического строения молекул	Проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы Подготовка к дискуссии	Электронные ресурсы

Тема 5. Методы колебательной ИК и КР спектроскопии	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы.	[1], [4], электронные ресурсы
Тема. 6. Методы электронной УФ спектроскопии	Проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы Подготовка к дискуссии	[1], [4], электронные ресурсы
Тема 7. Методы рентгеновской и фотоэлектронной спектроскопии	Проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы	[1], [4], электронные ресурсы
Тема 8. Методы магнитного резонанса	Проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы	[1], электронные ресурсы
Тема 9. Методы квадрупольного и гамма-резонанса ядер	Проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы	[1], [4], электронные ресурсы
Тема 10. Методы исследования оптически активных веществ	Проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы Подготовка к дискуссии	[3], электронные ресурсы
Тема 11. Методы изучения поляризуемости и магнитной оптической активности	Проработка вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы	Электронные ресурсы
<b>Итого часов на самостоятельную работу: 108 часов</b>		

## **6.2. Контрольные вопросы для углубленного самостоятельного изучения и подготовки к групповым дискуссиям по дисциплине «Современные физико-химические методы исследования»**

1. Общая характеристика физических методов.
2. Прямая и обратная задачи физических методов.
3. классификация физических методов.
4. Методы масс-спектрометрии.
5. Процессы ионизации и принципиальные схемы масс-спектрометров.
6. Применение масс-спектрометрии.
7. Методы определения электрических дипольных моментов молекул.
8. Эффект Штарка и квантовомеханический подход к выводу ориентационной поляризации молекул.

9. Экспериментальные методики и применение данных по электрическим дипольным моментам молекул в химии.
  10. Микроволновой метод исследования вращательных спектров молекул.
  11. Вращательные спектры комбинационного рассеяния.
  12. Определение геометрии молекул.
  13. Метод газовой электронографии.
  14. Преобразование Фурье в газовой электронографии.
  15. Принципиальная схема электронографа.
  16. Микрофотометрирование.
  17. Определение геометрии молекул при совместном использовании электронографических и спектроскопических данных.
  18. Теоретические основы колебательной спектроскопии.
  19. Симметрия молекул и нормальных колебаний.
  20. Определение симметрии и структуры молекул.
  21. Использование фундаментальных частот для расчета колебательных вкладов в термодинамические функции.
  22. Техника и методики ИК спектроскопии.
  23. Техника спектроскопии КР.
  24. Основы теории электронных спектров молекул.
  25. Применение электронных спектров.
  26. Техника и методики электронной спектроскопии.
  27. Практическое применение и техника люминесцентной спектроскопии.
  28. Методы рентгеновской и фотоэлектронной спектроскопии.
  29. Параметры и структура фотоэлектронных спектров.
  30. Применение методов фотоэлектронной спектроскопии в химии.
- Корреляция химических сдвигов с данными других методов.
31. Спектроскопия ЯМР. Физические принципы метода.
  32. Магнитный момент ядра и его взаимодействие с магнитным полем.
  33. Спин-спиновое взаимодействие и мультиплетность спектров ЯМР.
  34. Применение спектроскопии ЯМР.
  35. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса.
  36. Общие сведения об ядерном квадрупольном резонансе.
  37. Корреляции спектральных параметров ЯКР с другими физико-химическими характеристиками.
  38. Общая характеристика и теоретические основы метода мессбауэровской спектроскопии.
  39. Дисперсия оптического вращения.
  40. Квантовомеханическое рассмотрение оптической активности и спиральная модель молекулы.

41. Симметрия молекул и оптическая активность. Кривые ДОВ. Эффект Коттона.
42. Круговой дихроизм. Связь кругового дихроизма и вращательной силы перехода.
43. Применение спектрополяриметрии ДОВ и КД в химии.
44. Определение абсолютной конфигурации молекул методом аномального рассеяния рентгеновских лучей.
45. Релеевское рассеяние света в газах и растворах.
46. Закон и теория эффекта Керра.
47. Явление и теория эффекта Фарадея. Аналитические применения эффекта Фарадея.
48. Магнитный круговой дихроизм (МКД).
49. Дисперсия магнитного оптического вращения (ДМОВ).
50. Изучение электронных переходов в комплексных соединениях с помощью МКД.

### **6.3. Порядок выполнения самостоятельной работы**

Самостоятельная подготовка к занятиям осуществляется регулярно по каждой теме дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины. Ко всем разделам дисциплины аспирантом осуществляется проработка прилагаемых вопросов, вынесенных на самостоятельное углубленное изучение с помощью основной и дополнительной литературы.

## **7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **7.1. Формы текущего контроля работы аспирантов**

- 1) Контрольные вопросы для углубленного самостоятельного изучения (ко всем темам дисциплины).
- 2) Групповые дискуссии.

### **7.2. Порядок осуществления текущего контроля**

Текущий контроль знаний, умений и владений аспирантов осуществляется регулярно, начиная со второй недели семестра, по контрольным вопросам для самостоятельной работы по всем темам дисциплины. Контроль и оценивание осуществляется в ходе групповых дискуссий с аспирантами.

Система текущего контроля успеваемости служит в дальнейшем наиболее качественному и объективному оцениванию в ходе промежуточной аттестации.

### **7.3. Промежуточная аттестация по дисциплине**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

### **7.4. Фонд оценочных средств**

Содержание фонда оценочных средств приведено в приложении.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная литература**

[1] Валова (Копылова) В.Д. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К». 2012. 224 с. ISBN 978-5-394-01751-3 (ЭБС «ИНФРА-М»)

[2] Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: учебное пособие. 2-е изд., пер. и доп. [Текст]. М.: Изд-во Юрайт. 2014. 495 с. ISBN 978-5-9916-2925-6 (ЭБС «ЮРАЙТ»)

### **Дополнительная литература**

[3] Казин В.Н., Орлова Т.Н., Тихонов И.В. Физико-химические методы анализа: лабораторный практикум [Текст]. Ярославль: ЯрГУ. 2011. 74 с. (ЭБС «РУКОНТ»)

[4] Шиповская А.Б. Методы выделения и физико-химические свойства природных полисахаридов: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]. ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского». Саратов: 2015. 64 с. (ЭБ учебно-методической литературы)

### **Электронные научные библиотеки и каталоги открытого доступа**

1. <http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека, система РИНЦ.

2. <https://scholar.google.ru/> (Google Scholar) – Поисковая система по научной литературе. Статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций.

3. <http://abc-chemistry.org/ru/> – Бесплатная научная химическая информация. Каталог бесплатных полнотекстовых журналов. В Каталог включены только те журналы, которые предоставляют постоянный бесплатный доступ к полным текстам статей, причем не менее чем к годовому комплекту.

4. <http://e.lanbook.com/> – Электронно-библиотечная система издательства «Лань».

5. <http://znanium.com/> – Электронная библиотечная система «Znanium.com».

6. <http://biblio-online.ru/> – Электронная библиотечная система издательства «Юрайт».

7. <http://ibooks.ru/> – Электронно-библиотечная система ibooks.ru.

8. <http://rucont.ru/> – Электронно-библиотечная система РУКОНТ.

9. <http://www.bibliorossica.com/> – Электронно-библиотечная система «БИБЛИОРОССИКА».

10. <http://library.sgu.ru/> - Сайт Зональной научной библиотеки им. В.А.Артисевич Саратовского государственного университета им.Н.Г.Чернышевского, в том числе:

11. <http://elibrary.sgu.ru/djvu/> - Электронная библиотека СГУ;  
[http://library.sgu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=ELBIB&P21DBN=ELBIB&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR=](http://library.sgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=ELBIB&P21DBN=ELBIB&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR=) Электронная библиотека учебно-методической литературы СГУ;

12. <http://library.sgu.ru/index.php?page=tttt> – Полнотекстовые ресурсы СГУ.

### **Программное обеспечение**

Для доступа в интернет используется компьютеры (аудитория № 28а) с лицензионной операционной системой (windows XP), бесплатные программы-браузеры (Mozilla и др.) для доступа к базам данных, научным библиотекам и каталогам данных.

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Современные физико-химические методы исследования»**

Для проведения занятий по дисциплине «Современные физико-химические методы исследования», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным проектором для демонстрации учебного материала;
- специализированный компьютерный класс с выходом в сеть Интернет;
- методические и периодические материалы для проведения самостоятельной работы по дисциплине;
- лаборатории физической химии, физико-химического анализа, композиционных материалов, нефтехимии и катализа, физикохимии полимеров, элементного и спектрального анализа, центр коллективного пользования СГУ, оснащенные современным оборудованием.

### **10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16–20);

- для глухих и слабослышащих:


обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжёлыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 04.06.01 «Химические науки», направленность «Физическая химия».

Автор программы

 Шиповская А.Б., д.х.н., доц., зав. кафедрой полимеров на базе ООО «АКРИПОЛ»

Программа одобрена на заседании базовой кафедры полимеров, протокол № 16 от 22 июня 2015 г.

Актуализированная программа одобрена на заседании кафедры полимеров на базе ООО «АКРИПОЛ», протокол № 16 от 29 июня 2016 г.

Зав. базовой кафедрой полимеров,  
д.х.н., доц.



А.Б. Шиповская

Директор Института химии,  
д.х.н., профессор



О.В. Федотова

