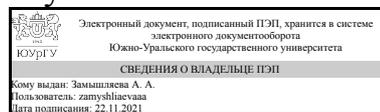


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Институт естественных и точных  
наук



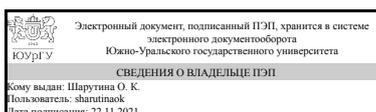
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины П.1.В.07.02 Современные физико-химические методы исследования элементоорганических и комплексных соединений для направления 04.06.01 Химические науки**  
**уровень аспирант тип программы**  
**направленность программы**  
**форма обучения очная**  
**кафедра-разработчик Теоретическая и прикладная химия**

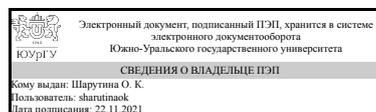
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, утверждённым приказом Минобрнауки от 29.07.2014 № 869

Зав.кафедрой разработчика,  
д.хим.н., проф.



О. К. Шарутина

Разработчик программы,  
д.хим.н., проф., заведующий  
кафедрой



О. К. Шарутина

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование знаний о современных физических и физико-химических методах исследования веществ, их возможностях и областях использования. Задачи: ознакомить с физическими основами современных методов исследования, устройством приборов, сформировать навыки использования современных физических методов исследования в научно-исследовательской работе, научить анализировать и интерпретировать полученные экспериментальные данные.

## Краткое содержание дисциплины

Содержание дисциплины включает в себя характеристику современного состояния физических методов исследования, которые используются в химии элементоорганических соединений. В программу включены спектральные методы (ЯМР, ИК, КР-, УФ-, ЭПР-спектроскопия, рентгеновская и фотоэлектронная спектроскопия), масс-спектрометрия, а также дифракционные методы установления строения соединений. Во время изучения дисциплины аспирантам рекомендуется не ограничиваться конспектами лекций, а использовать материалы из списка литературы. Проработка теоретического материала должна сопровождаться самостоятельным разбором и решением задач и упражнений, как заимствованных из различных учебных пособий, так и оригинальных журнальных публикаций (на русском и английском языках).

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знать: области применения современных физических и физико-химических методов исследования строения и свойств элементоорганических соединений;
	Уметь: выбирать метод исследования в соответствии с поставленной задачей;
	Владеть: навыками самостоятельного осуществления научной деятельности в лаборатории с применением современных методов исследования.
ПК-4.2 готовностью выполнять синтез и использовать современные методы для установления строения полученных соединений	Знать: физические основы современных методов исследования в химии элементоорганических соединений, достоинства и ограничения этих методов;
	Уметь: использовать современные методы для установления строения синтезированных соединений;
	Владеть: навыками анализа и интерпретации данных, полученных при исследовании соединений различными методами.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Научно-исследовательская деятельность (3 семестр), Научно-исследовательская деятельность (1 семестр), Научно-исследовательская деятельность (2 семестр)	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Научно-исследовательская деятельность (3 семестр)	Уметь выбирать для исследования необходимые методы, применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов.
Научно-исследовательская деятельность (2 семестр)	Знать современное состояние раздела химии по теме своей научно-исследовательской работы, а также основные методы, необходимые для научной работы по выбранной тематике.
Научно-исследовательская деятельность (1 семестр)	Знать об основных методах исследования, которые используются в химии элементоорганических соединений. Владеть методами сбора и обработки информации, необходимой для самостоятельного осуществления научно-исследовательской деятельности.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	38	38
Лекции (Л)	38	38
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	70	70
Подготовка реферата по выранной теме.	30	30
Подготовка к экзамену	6	6
Подготовка к текущему контролю (собеседования)	34	34
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Общая характеристика физико-химических и физических методов	4	4	0	0
2	Методы колебательной ИК и КР спектроскопии	8	8	0	0
3	Методы электронной УФ спектроскопии	4	4	0	0
4	Методы рентгеновской и фотоэлектронной спектроскопии	4	4	0	0
5	Методы магнитного резонанса. Спектроскопия ЯМР. Спектроскопия ЭПР	8	8	0	0
6	Методы масс-спектрометрии	4	4	0	0
7	Дифракционные методы исследования	6	6	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Общая характеристика физических и физико-химических методов. Прямая и обратная задачи. Классификация методов.	2
2	1	Значение физических методов для теоретической химии. Современный уровень и перспективы развития физических и физико-химических методов.	2
3	2	Теоретические основы колебательной спектроскопии. Понятие о различных типах колебаний в молекуле. Взаимодействие колебаний.	2
4	2	Анализ и интерпретация спектров. Характеристические или групповые частоты. Расположение основных групп характеристических частот. Зависимость характеристической частоты от ближнего окружения характеристической группы в молекуле. Изотопные эффекты	2
5	2	Применения колебательных спектров. Сопоставление ИК и КР спектров.	2
6	2	Приборы и экспериментальная техника ИК и КР спектроскопии.	2
7	3	Основы теории электронных спектров молекул. Общая характеристика свойств электронных состояний. Классификация электронных переходов. Правила отбора и интенсивность переходов.	2
8	3	Применение электронных спектров. Техника и методики электронной микроскопии.	2
9	4	Методы рентгеновской и фотоэлектронной спектроскопии. Физические основы и экспериментальная техника.	2
10	4	Применение методов фотоэлектронной спектроскопии в химии.	2
11-12	5	Спектроскопия ЯМР (основы теории).	4
13	5	Спектроскопия ЯМР (применение и техника эксперимента).	2
14	5	Спектроскопия ЭПР. Теоретические основы метода. Приложения спектроскопии ЭПР. Техника и экспериментальные методики ЭПР.	2
15-16	6	Масс-спектрометрия. Процессы ионизации и принципиальные схемы масс-спектрометров. Применение масс-спектрометрии.	4
17-18	7	Классификация дифракционных методов. Метод газовой электронографии. Нейтронография. Рентгеноструктурный анализ. Характеристика, возможности и ограничения методов.	4
19	7	Применение рентгеноструктурного анализа для установления структуры соединений.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к текущему контролю (собеседования)	Список основной и дополнительной литературы ПУМД и ЭУМД, а также поиск необходимой литературы аспирант осуществляет самостоятельно	30
Подготовка к экзамену	Список основной и дополнительной литературы ПУМД и ЭУМД, а также поиск необходимой литературы аспирант осуществляет самостоятельно	10
Подготовка реферата по выбранной теме.	Поиск информации для подготовки реферата аспирант осуществляет самостоятельно, использует оригинальные статьи в научных журналах, в том числе на английском языке, монографии и др. научную литературу	30

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Проблемная лекция	Лекции	На лекции проблемного характера преподаватель вместе с аспирантами решает проблемные задачи, которые возникли в результате научно-исследовательской деятельности.	18

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Обсуждение научных результатов, полученных сотрудниками кафедры ТиПХ с использованием физических и физико-химических методов исследования.

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Собеседование (текущий)	Вопросы по темам
Все разделы	ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Проверка реферата (текущий)	Темы рефератов
Все разделы	ПК-4.2 готовностью выполнять синтез и использовать современные методы для установления строения полученных соединений	Собеседование (текущий)	Вопросы по темам
Все разделы	ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Экзамен (промежуточная аттестация)	Вопросы к экзамену
Все разделы	ПК-4.2 готовностью выполнять синтез и использовать современные методы для установления строения полученных соединений	Экзамен (промежуточная аттестация)	Вопросы к экзамену

### 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Собеседования (текущий)	Собеседование по изучаемой теме проводится на лекции с целью контроля уровня владения аспирантом теоретическим материалом, его способности обсуждать изученный материал, вести дискуссию.	Зачтено: Аспирант достаточно хорошо владеет материалом, способен к обсуждению всех рассматриваемых вопросов. Не зачтено: Аспирант не владеет материалом, не готов к обсуждению рассматриваемых вопросов.
Проверка реферата (текущий)	Аспирант сдает реферат в печатном виде, оформленным согласно требованиям, разработанным на кафедре, не позднее, чем за 2 недели до окончания теоретического обучения. Оценивается содержание реферата, полнота соответствия теме, построение и порядок изложения материала, количество и качество изученных источников информации, а также оформление текста и	Отлично: Объем реферата не менее 30 листов, тема полностью раскрыта, изложение материала логичное, цитируются периодические научные журналы списка Web of Science, приводятся самостоятельно выполненные схемы, рисунки; оформление текста и библиографических ссылок соответствует требованиям. Хорошо: Объем реферата менее 30 листов, тема в основном раскрыта,

	библиографических ссылок.	изложение материала логичное, цитируются периодические научные журналы, приводятся самостоятельно выполненные схемы, рисунки; оформление текста и библиографических ссылок не всегда соответствует требованиям. Удовлетворительно: Объем не менее 20 листов, тема полностью не раскрыта, цитируются периодические научные журналы, приводятся не самостоятельно выполненные схемы, рисунки; оформление текста и библиографических ссылок не соответствует требованиям. Неудовлетворительно: Объем менее 20 листов, не цитируются периодические научные журналы, не приводятся схемы, рисунки.
Экзамен (промежуточная аттестация)	Экзамен проводится в форме защиты реферата, подготовленного аспирантом на предложенную тему. В ходе обсуждения аспиранту могут быть заданы дополнительные вопросы по лекционному материалу, с которыми можно ознакомиться заранее. При выставлении оценки за экзамен учитывается оценка, полученная аспиранту при проверке реферата.	Отлично: Презентация полно отражает содержание реферата, не содержит ошибок и опечаток, построена грамотно, логично; докладчик свободно владеет излагаемым материалом, отвечает на вопросы, способен участвовать в дискуссии. Хорошо: Презентация относительно полно соответствует содержанию реферата, содержит допустимое количество опечаток и ошибок; докладчик владеет излагаемым материалом, но затрудняется в ответах на вопросы. Удовлетворительно: Презентация выполнена небрежно, содержит ошибки, в том числе грубые; докладчик не вполне владеет излагаемым материалом, не может участвовать в дискуссии. Неудовлетворительно: Презентация не отражает содержание реферата. Докладчик не отвечает на вопросы.

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Собеседования (текущий)	Вопросы по темам. Вопросы к текущему контролю.pdf
Проверка реферата (текущий)	Темы рефератов. Темы рефератов.pdf
Экзамен (промежуточная аттестация)	Вопросы к экзамену. Вопросы к экзамену.pdf

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Жунке, А. Ядерный магнитный резонанс в органической химии [Текст] А. Жунке ; пер. с нем. О. С. Чицова, Ю. С. Шабарова. - М.: Мир, 1974. - 176 с. черт.

*б) дополнительная литература:*

1. Вилков, Л. В. Физические методы исследования в химии. Резонансные и электрооптические методы [Текст] Учеб. для хим. спец. вузов Л. В. Вилков, Ю. А. Пентин. - М.: Высшая школа, 1989. - 287 с. ил.
2. Иоффе, Б. В. Физические методы определения строения органических молекул Ленингр. гос. ун-т им. А. А. Жданова. - Л.: Издательство Ленинградского университета, 1976. - 344 с. ил.
3. Полякова, А. А. Масс-спектрометрия в органической химии [Текст] А. А. Полякова, Р. А. Хмельницкий. - Л.: Химия. Ленинградское отделение, 1972. - 367 с. черт.
4. Практикум по физической химии. Физические методы исследования [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Химия" Е. П. Агеев и др.; под ред. М. Я. Мельникова и др. - М.: Академия, 2014. - 525, [2] с. ил.
5. Свердлова, О. В. Электронные спектры в органической химии [Текст] О. В. Свердлова ; под ред. Н. Г. Бахшиева и Б. В. Иоффе. - Л.: Химия. Ленинградское отделение, 1973

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Журнал неорганической химии ежемес. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние химии и наук о материалах журнал. - М.: Наука, 1958-
2. Журнал общей химии науч.-теорет. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние химии и наук о мат-лах журнал. - СПб.: Наука, 1946-
3. Координационная химия ежемес. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние химии и наук о материалах, Ин-т общ. и неорган. химии им. Н. С. Курнакова журнал. - М.: Наука, 1975-
4. Известия Академии наук. Серия химическая Рос. акад. наук, Отд-ние химии и наук о мат-лах, Ин-т орган. химии им. Н. Д. Зелинского РАН журнал. - М., 1963-

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Применение ИК и ПМР спектроскопии при изучении строения органических молекул. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Томск : ТГУ, 2016. — 60 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/80246> — Загл. с экрана.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Применение ИК и ПМР спектроскопии при изучении строения органических молекул. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Томск : ТГУ, 2016. — 60 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/80246> — Загл. с экрана.

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Введенский, В. Ю. Физические методы исследования. Магнитные свойства. Курс лекций : учебное пособие / В. Ю. Введенский, А. С. Лилеев. — Москва : МИСИС, 2010. — 143 с. — ISBN 978-5-87623-318-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/51697">https://e.lanbook.com/book/51697</a> (дата обращения: 10.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Применение ИК и ПМР спектроскопии при изучении строения органических молекул : учебно-методическое пособие / составитель Л. Г. Самсонова. — Томск : ТГУ, 2016. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/80246">https://e.lanbook.com/book/80246</a> (дата обращения: 10.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Луков, В. В. Физические методы исследования в химии : учебное пособие / В. В. Луков, И. Н. Щербаков. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2016. — 216 с. — ISBN 978-5-9275-2023-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/114513">https://e.lanbook.com/book/114513</a> (дата обращения: 10.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Базыль, О. К. Введение в курс «Физические методы исследования в химии» : учебное пособие / О. К. Базыль. — 2-е изд. — Томск : ТГУ, 2016. — 132 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/91951">https://e.lanbook.com/book/91951</a> (дата обращения: 10.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лебедев, А. Т. Масс-спектрометрия в органической химии : учебное пособие / А. Т. Лебедев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Техносфера, 2015. — 704 с. — ISBN 978-5-94836-409-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/110953">https://e.lanbook.com/book/110953</a> (дата обращения: 10.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Краснокутская, Е. А. Спектральные методы исследования в органической химии : учебное пособие / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов. — Томск : ТПУ, [б. г.]. — Часть II : ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия — 2013. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/45172">https://e.lanbook.com/book/45172</a> (дата обращения: 10.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система	Козицина, А. Н. ЭПР-спектроскопия, электрохимические и комбинированные методы анализа : учебно-методическое пособие / А. Н. Козицина, А. В. Иванова.

		издательства Лань	— Екатеринбург : УрФУ, 2018. — 60 с. — ISBN 978-5-7996-2426-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/170229">https://e.lanbook.com/book/170229</a> (дата обращения: 10.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гуржий, В. В. Расшифровка кристаллических структур в программном комплексе OLEX2 : учебное пособие / В. В. Гуржий, А. А. Золотарев. — Санкт-Петербург : СПбГУ, 2017. — 79 с. — ISBN 978-5-288-05766-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/105360">https://e.lanbook.com/book/105360</a> (дата обращения: 10.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Thr Cambridge Cristallographic Data Centre(бессрочно)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	202 (1а)	Мультимедийный комплекс