

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и  
аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук  
(ГЕОХИ РАН)

ПРИНЯТО

Ученым советом ГЕОХИ РАН

Протокол № 8 от 22 октября 2014 г.



УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора ГЕОХИ РАН

И.К.Н. Колотов В.П.

22 октября 2014 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Лазерная аналитическая спектроскопия»

**Направления подготовки:** 04.06.01 - Химические науки

*(указывается код и наименование направления подготовки)*

**Направленности (профили) подготовки:** 02.00.02 «Аналитическая химия»

*(наименование направленности подготовки)*

**Квалификация:** Исследователь. Преподаватель-исследователь

**Форма обучения:** очная

**Вид итогового контроля:** Зачет

*(Зачет/Дифференцированный зачет/Экзамен)*

Москва 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки (уровень кадров высшей квалификации). Приказ Минобрнауки РФ №869 от 30 июля 2014г. (зарегистрирован в Минюсте России 20 августа 2014г., регистрационный № 33718).

Рабочая программа адаптирована для аспирантов ГЕОХИ РАН на основе программы доцента Горбатенко А.А.

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины является приобретение фундаментальных знаний и практических навыков, необходимых для профессиональной научно-исследовательской, инновационной и образовательной деятельности в области лазерной аналитической спектроскопии и возможности их использования на практике.

Задачи дисциплины:

применять лазерную аналитическую спектроскопию для решения конкретных научных и практических задач и интерпретировать полученные результаты.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Лазерная аналитическая спектроскопия» входит в часть ООП и относится к дисциплинам по выбору обучающихся, которые направлены на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальности.

## 3. Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Знать: основные методы научно-исследовательской работы.

Уметь: выделять и систематизировать основные идеи в научных публикациях; критически оценивать информацию вне зависимости от источника.

Владеть: навыками поиска, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования.

Для освоения дисциплины «Лазерная аналитическая спектроскопия» требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

- Физическая химия.
- Квантовая химия
- Аналитическая химия
- Математический анализ
- Колебания и волны. Оптика

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

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>УК-1</b>	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных	<b>Знать</b> : методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. <b>Уметь</b> : анализировать альтернативные

	областях	варианты решения исследовательских и практических задач. <b>Владеть:</b> навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
<b>ОПК-1</b>	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<b>Знать:</b> современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности <b>Уметь:</b> выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования.
<b>ОПК-2</b>	готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук	<b>Знать:</b> основные принципы организации работы в коллективе и способы разрешения конфликтных ситуаций/ <b>Уметь:</b> планировать научную работу, формировать состав рабочей группы и оптимизировать распределение обязанностей между членами исследовательского коллектива.
<b>ПК-1</b>	способность и готовность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов в области аналитической химии	<b>Знать:</b> современное состояние науки в области аналитической химии. <b>Владеть:</b> методами планирования, подготовки, проведения научно-исследовательской работы по направленности (02.00.02 Аналитическая химия).

#### 4. Структура 5. Структура и содержание дисциплины

**Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 часов.**

Вид работы	Всего
<b>Общая трудоемкость</b>	108
<b>Аудиторная работа:</b>	18
лекции	18
семинары	-
<b>Лабораторные работы</b>	-
<b>Самостоятельная работа</b>	90
<b>Вид итогового контроля</b>	зачет

## Содержание дисциплины, виды учебных занятий и формы их проведения

№ раздела	Наименование раздела	Кол. часов	
		Всего	Лекции
1	Лазерная аналитика	14	14
2	Лазерная диагностика	4	4
	Самостоятельная работа	90	
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>18</b>
Вид итогового контроля - зачет			

### Лекции

№ раздела	Наименование раздела	Содержание лекций
1	Лазерная аналитика	Введение. Принципы действия лазеров. Свойства лазерного излучения. Классификация лазеров.
		Методы измерения параметров лазерного излучения. Взаимодействие лазерного излучения с веществом
		Лазерный микрозонд. Лазерная абляция твердых тел.
		Лазерный пробоотбор. Аналитические применения лазерного испарения.
		Лазерная внутрирезонаторная спектроскопия (ВРЛС). Преимущества и ограничения метода ВРЛС
		Лазерная атомно-флуоресцентная спектрометрия (ЛАФС). Атомизаторы в методе ЛАФС
		Лазерная молекулярная флуориметрия (ЛМФ). Низкотемпературная ЛМФ
		Лазерные оптико-рефрактометрические методы. Применение термолинзовой спектрометрии в потоке
		Лазерная атомно-ионизационная спектрометрия (ЛАИС). Атомизаторы в методе ЛАИС
		Резонансная ионизационная спектроскопия (РИС). Механизмы ионизации. Сравнение атомизации при атмосферном давлении и в вакууме.
		Методы MALDI и SALDI. Принципиальные схемы лазерной десорбции и ионизации.
		Лазерная резонансно-ионизационная масс-спектрометрия. Сравнение чувствительности и селективности с другими методами лазерной спектроскопии.
		Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР). КР на поверхности (метод SERS)
2	Лазерная диагностика	Лазерная диагностика пламен и плазм. Сравнение лазерных и долазерных методов диагностики
		Лазерная диагностика окружающей среды. Диагностика аэрозольных загрязнений атмосферы
		Лидары. Сравнение стационарных и мобильных датчиков для контроля окружающей среды.
		Достижения в области лазерных источников света. Новые

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций. Основные виды самостоятельной работы: в читальном зале библиотеки, на рабочем месте с доступом к ресурсам Интернет по IP-адресам .

Основной контроль знаний осуществляется в процессе участия в обсуждениях, ответов на вопросы и др.).

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. О. Звелто. Принципы лазеров. С-Пб.: Лань, 2008
2. Аналитическая лазерная спектроскопия / под.ред. Н. Оменетто. М.:Мир, 1982.
3. Лазерная аналитическая спектроскопия / под.ред. В.С.Летохова.М.: Наука, 1986.
4. Д. Кремерс, Л. Радziemски. Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия. М.: Техносфера, 2009.
5. Сверхчувствительная лазерная спектроскопия / под.ред.Д. Клайджера. М.: Мир, 1986.
6. Ю.Я. Кузяков, К.А. Семенов, Н.Б. Зоров. Методы спектрального анализа. М.: МГУ, 1990.
7. W.Demtroder. Laser spectroscopy. Berlin: Springer Verlag, 2008

### Вспомогательная литература

1. Н.Б. Зоров, Ю.Я. Кузяков, О.А. Новодворский, В.И. Чаплыгин. Оптикогальванический эффект в пламенах атмосферного давления // Химия плазмы / Под ред. Б.М. Смирнова.М.: Энергоатомиздат, 1987., вып.13. С.131-163.
2. В. И. Гришко, В. П. Гришко, И. Г. Юделевиц. Лазерная аналитическая термооптическая спектрометрия. Новосибирск: ИНХ СО РАН, 1992.
3. В. И. Козинцев, М. Л. Белов, В. А. Гордничев, Ю. В. Федотов. Лазерный оптико-акустический анализ многокомпонентных газовых смесей.М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003
4. Р. Р. Агишев. Лидарный мониторинг атмосферы. М.: Физматлит. 2009.
5. Я. Рабек. Экспериментальные методы в фотохимии и фотофизике. М.: Мир, 1985.

### Периодическая литература

1. В библиотеке ГЕОХИ РАН доступна периодическая литература с 1947 г. Информация о Каталоге периодических изданий: [Электронный каталог печатных версий журналов в библиотеке ГЕОХИ с 1947 по наст.xlsx](#) . В каталоге 184 наименования печатных версий журналов в фонде ГЕОХИ РАН, из них 94-на иностр. языках. Библиотека располагает достаточным количеством наименований и экземпляров дополнительной литературы: официальными, общественно-политическими и научно-популярными периодическими изданиями, справочно-библиографическими изданиями, в том числе энциклопедиями, энциклопедическими словарями, отраслевыми словарями и справочниками, в том числе на иностранных языках, библиографическими пособиями, обеспечивая к ним доступ всех категорий пользователей библиотеки. Фонд дополнительной

- литературы помимо учебной литературы включает официальные, справочно-библиографические и специализированные периодические издания.
2. Через БЕН РАН доступна периодическая литература по межбиблиотечному абонементу практически из любого библиотечного фонда Институтов РАН и крупных библиотек России (ГПНТБ, РГБ и др.).

### **Интернет-ресурсы:**

Доступ к электронным научным информационным ресурсам осуществляется как в читальном зале библиотеки ГЕОХИ РАН, так и на рабочем месте по IP-адресам ГЕОХИ РАН:

1. [www.vmsso.ru](http://www.vmsso.ru)
2. <http://www.nist.gov/mass-spectroscopy.cfm>
3. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html>
4. <http://apps.webofknowledge.com/> -База данных Web of Science
5. <http://www.scopus.com/> - База данных SCOPUS
6. <http://www.sciencedirect.com/> - Журналы издательства Elsevier - Freedom Collection
7. <http://link.springer.com>- Журналы издательства Springer
8. <http://www.springerprotocols.com/> - Журналы издательства Springer Journals и SpringerProtocols
9. <http://e-library.ru> Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
10. <http://www.benran.ru/> с компьютеров библиотеки ГЕОХИ РАН открыт доступ к электронным ресурсам Библиотеки по естественным наукам РАН.
11. Физические методы исследования в химии.  
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/education-program/spec-phys/29.html>
12. Википедия. Свободная энциклопедия:  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Физическая\\_химия](https://ru.wikipedia.org/wiki/Физическая_химия)
13. <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/PCC/index.html> - Левченков С. И., Физическая и коллоидная химия: Конспект лекций.
14. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html> - Портал с лекциями, учебно-методическими материалами МГУ им. М.В.Ломоносова.
15. База данных NIST по атомным линиям и вероятностям переходов NIST Atomic Spectra Database (<http://www.nist.gov/pml/data/asd.cfm>)

## **7. Образовательные технологии**

Кроме очных лекций проводятся практические занятия на базе аналитических лабораторий ГЕОХИ, используется самостоятельная работа и выполнение расчетных заданий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

- Персональный компьютер (или ноутбук) с необходимым программным обеспечением для работы устройства, а также для демонстрации презентаций MS PowerPoint.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

8.1. Для освоения программы обучения и для выполнения научно-исследовательских работ по теме диссертации каждому аспиранту предоставлено индивидуальное рабочее место, оборудованное приточно-вытяжной вентиляцией,

водопроводом, водоотведением, воздуховодом. Аспиранты имеют возможность использовать материально-технические средства лабораторий, в которых выполняют квалификационные и диссертационные работы (оргтехника, включая персональный компьютер, реактивы, расходные материалы, лабораторная посуда, измерительное оборудование).

Основу материально-технической базы института составляет приборный парк. Список дорогостоящего оборудования составляет около 80 единиц (пектрометры эмиссионные с индуктивно-связанной плазмой, спектрометры эмиссионные с индуктивно-связанной плазмой, масс-спектрометры с ионной ловушкой, атомно-абсорбционные спектрометры, хроматографы жидкостные, хроматографы газовые и газо-жидкостные, микроскопы световые и оптические, микроанализаторы, видеокамеры, сканирующий электронный микроскоп, анализаторы размеров частиц, изотопный масс-спектрометр, микроанализатор рентгеноспектральной Cameca SX 100, рентгенофлуоресцентный спектрометр Axios Advanced, масс-спектрометры Triton, DELTA Plus XP, Element XR и многие др.)

8.2. Лекционная аудитория, оборудованная проекционным оборудованием и доступом в сеть «Интернет».

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

9.1. Форма контроля знаний:

9.1.1. Текущий контроль знаний в течение всего курса осуществляется с помощью контрольных вопросов.

9.1.2. Зачет по дисциплине в конце курса обучения.

9.2.. Оценочные средства (в виде устных вопросов, тем реферата)

9.2.1. Перечень примерных вопросов для текущего контроля знаний:

### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите основные преимущества и недостатки лазерных атомизаторов.
2. В каких аналитических методах спектроскопии может найти эффективное применение лазерный пробоотбор?
3. Как связаны используемый аналитический метод и оптимальные параметры лазерного излучения, используемого для пробоотбора?
4. Опишите основы метода лазерной атомно-флуоресцентной спектрометрии, какие атомизаторы используют в этом методе,
5. Перечислите основные процессы, протекающие при взаимодействии лазерного излучения с атомами,
6. Какие факторы влияют на аналитический сигнал при атомизации пробы в пламени.



7. Дайте характеристику основным методам дистанционного лазерного зондирования.
8. Какие два основных типа конфигурации лазерного сенсора вам известны?
9. Какой тип лазерного сенсора лучше подходит для установки на летательный аппарат?

**Тем9.5.2. Темы рефератов:**

- Лазерное испарение
- Лазерная атомная флуоресценция
- Лазерная молекулярная флуоресценция
- Лазерные оптико-рефрактометрические методы
- Оптико-акустическая спектроскопия
- Лазерная атомно-ионизационная спектрометрия
- Применение лазеров в масс-спектрометрии
- Методы лазерного дистанционного зондирования
- Спектроскопия комбинационного рассеяния

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ листа изменений или наименование элемента приложения	№ протокола Ученого Совета (секции Уч. Совета)	Дата заседания Ученого Совета (секции Уч. Совета)	Всего листов в документе	Подпись зам. директора по научной работе
	Рабочая программа обсуждена и принята на заседании Ученого совета ГЕОХИ РАН, протокол № 8	22 октября 2014 года	9	
--	Обновленный текст программы принят на заседании Ученого совета РАН, Протокол №11(8)	28 декабря 2016 года	9	