

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета,  
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Избранные методы аналитической лазерной спектроскопии**

**Уровень высшего образования:**  
Специалитет

---

**Направление подготовки (специальность):**  
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**  
Лазерная химия

**Форма обучения:**  
очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение

2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019

1. Наименование дисциплины (модуля) **Избранные методы аналитической лазерной спектроскопии**
2. Уровень высшего образования – **специалитет.**
3. Направление подготовки: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.**
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Компетенция</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>ОПК-1.С.</b> Способность решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов	<b>Уметь</b> анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы, <b>Уметь:</b> самостоятельно составлять план исследования <b>Владеть</b> навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения
<b>СПК-1.С.</b> Владение базовыми знаниями в области взаимодействия лазерного излучения с веществом и химических реакций, индуцируемых лазерным излучением. Способность использовать их при решении задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> теоретические основы физических и химических процессов, происходящих под воздействием лазерного излучения <b>Уметь:</b> выбирать методы исследования вещества с помощью лазерной спектроскопии и диагностики
<b>СПК-2.С.</b> Способность применять знание основных теоретических принципов методов лазерной спектроскопии и диагностики в практической деятельности	<b>Уметь:</b> выбирать методы аналитической лазерной спектроскопии для решения практических задач по анализу реальных объектов
<b>СПК-4.С.</b> Способность работать с современной лазерной и спектральной аппаратурой	<b>Знать:</b> теоретические основы работы современного научного оборудования для решения задач лазерной диагностики веществ

6. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 68 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (28 часов – занятия лекционного типа, 28 часов – занятия семинарского типа, 8 часов – индивидуальные консультации, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости), 40 часов составляет самостоятельная работа студента.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен освоить дисциплины «Физическая химия», «Аналитическая химия», «Математический анализ», «Колебания и волны. Оптика», «Основы квантовой механики».

**Знать:** основные понятия и теоремы математического анализа; основные явления, связанные с колебательными и волновыми процессами в электрических и оптических системах; основные законы и закономерности, определяющие направление и результат протекания процессов в гомогенных и гетерогенных системах; способы аналитического представления этих закономерностей.

**Уметь:** решать простейшие квантово-механические задачи; формулировать конкретные химические задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсах аналитической химии и физической химии; проводить математическую обработку результатов; обобщать полученные результаты.

**Владеть:** навыками практической работы на современных экспериментальных приборах; навыками поиска физико-химических данных в открытых источниках (в том числе, в информационных базах данных)

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п..	Всего
Тема №1. Лазерная абляция в сочетании с индуктивно-связанной плазмой. Решение проблемы	16	6	6		2		14	2		2

фракционирования.										
Тема №2. Фемтосекундная лазерно-искровая эмиссионная спектрометрия	11	4	4		2		10	1		1
Тема №3. Лазерные методы регистрации единичных атомов.	15	6	6		1		13	2		2
Тема №4. Гигантское комбинационное рассеяние света и КР-микроскопия.	14	6	6		1		13	1		1
Тема №5. Лидарные технологии и примеры дистанционного анализа.	16	6	6		2		14	2		2
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	36					4	4	32		32
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>28</b>	<b>28</b>		<b>8</b>	<b>4</b>	<b>68</b>	<b>40</b>		<b>40</b>

#### 9. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

#### 10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

1. База спектральных данных NIST <https://www.nist.gov/pml/atomic-spectra-database>
2. База спектральных данных Р. Куруца <https://www.cfa.harvard.edu/amp/ampdata/kurucz23/sekur.html>
3. Учебно-методические материалы на сайте кафедры: <https://laser.chem.msu.ru/>

#### 11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

### Основная литература

1. Лазерная аналитическая спектроскопия / под.ред. В.С.Летохова.М.: Наука, 1986.
2. Сверхчувствительная лазерная спектроскопия / под.ред.Д. Клайджера. М.: Мир, 1986.
3. Ю.Я. Кузяков, К.А. Семенов, Н.Б. Зоров. Методы спектрального анализа. М.: МГУ, 1990
4. Пупышев А. П., Суриков В. Т. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Образование ионов - Екатеринбург: УрО РАН, 2006.
5. Химический анализ в геологии и геохимии / под. ред. Г. Н. Аношина, - Новосибирск: Гео, 2016.

### Дополнительная литература

1. Н.Б. Зоров, Ю.Я. Кузяков, О.А. Новодворский, В.И. Чаплыгин. Оптогальванический эффект в пламенах атмосферного давления // Химия плазмы / Под ред. Б.М. Смирнова.М.: Энергоатомиздат, 1987., вып.13. С.131-163.
  2. Laser-induced plasmas. Theory and Applications / Ed. E. J. Hemsworth, New York: NOVA Science Publishers, 2011.
  3. Laser Applications in Environmental Monitoring / Eds. L. Fiorani and F. Colao, New York: NOVA Science Publishers, 2008.
  4. Labutin T.A., Lednev V.N., Ilin A.A., Popov A.M. Femtosecond Laser-Induced Breakdown Spectrometry // Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 2016, V.31, P.90-118.
- **Материально-техническое обеспечение:** специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

### 12. Язык преподавания – русский

#### 13. Преподаватели:

- 13.1. К.х.н, доц., Лабутин Тимур Александрович, кафедра лазерной химии химического факультета МГУ
- 13.2. К.х.н, доц., Попов Андрей Михайлович, кафедра лазерной химии химического факультета МГУ

### Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

### Контрольные вопросы к коллоквиуму:

Какие процессы происходят при лазерной абляции твердых материалов?

Какие факторы определяют эффективность абляции в сочетании с индуктивно-связанной плазмой?

Какие существуют подходы для уменьшения фракционирования?

Чем отличается фемтосекундная лазерная абляция от наносекундной? Опишите основные аналитические преимущества фемтосекундной лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии?

Какие пределы латерального и послойного разрешения достигнуты в фемтосекундной лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии?

Какие методы локального неразрушающего анализа существуют? Приведите примеры.

Какие методы используют для регистрации единичных атомов существуют?

Возможно ли использование лазерно-индуцированной флуоресценции для регистрации единичных атомов? Почему?

Что такое гигантское комбинационное рассеяние света? Какие механизмы используются для объяснения этого явления?

Какие два основных типа конфигурации лазерного сенсора вам известны?

Какой тип лазерного сенсора лучше подходит для установки на летательный аппарат?

#### **Перечень вопросов к экзамену:**

1. Лазерная абляция в сочетании с индуктивно-связанной плазмой. Решение проблемы фракционирования.
2. Фемтосекундная лазерно-искровая эмиссионная спектрометрия
3. Лазерные методы регистрации единичных атомов.
4. Гигантское комбинационное рассеяние света и КР-микроскопия.
5. Лидарные технологии и примеры дистанционного анализа.

#### **Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
<p>Знать: теоретические основы физических и химических процессов, происходящих под воздействием лазерного излучения</p> <p>Знать: теоретические основы работы современного научного оборудования для решения задач лазерной диагностики веществ</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>
<p>Уметь анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы,</p> <p>Уметь: самостоятельно составлять план исследования</p> <p>Уметь: выбирать методы исследования вещества с помощью лазерной спектроскопии и диагностики</p> <p>Уметь: выбирать методы аналитической лазерной спектроскопии для решения практических задач по анализу реальных объектов</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>
<p>Владеть навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене</p>