

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«20» мая 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Введение в специализацию «Лазерная химия»

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 №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

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 29 декабря 2018 года № 1770 (с изменениями по приказу № 1109 от 11.09.2019).

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикатор достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>ОПК-1.С. Способен решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов</p>	<p>ОПК-1.С.1. Воспринимает информацию химического содержания, систематизирует и анализирует ее, оценивает актуальность и степень новизны данных</p>	<p>Уметь анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы, Уметь: самостоятельно составлять план исследования Владеть навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения</p>
<p>СПК-1.С. Владеет базовыми знаниями в области взаимодействия лазерного излучения с веществом и химических реакций, индуцируемых лазерным излучением. Способен использовать их при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>СПК-1.С.1 использует знания о химизме процессов, происходящих под воздействием лазерного излучения, при выборе методов исследования</p>	<p>Знать: теоретические основы физических и химических процессов, происходящих под воздействием лазерного излучения Уметь: выбирать методы исследования вещества с помощью лазерной спектроскопии и диагностики</p>
<p>СПК-4.С. Способен работать с современной лазерной и спектральной аппаратурой</p>	<p>СПК-4.С.1 Проводит эксперимент с использованием лазерного оборудования с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p>Знать: принципы работы основных лазерных систем Владеть: навыками работы с основными лазерными системами</p>

3. 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 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 40 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 2 часа – групповые консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 32 часа составляет самостоятельная работа студента.

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

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

Знать: основные явления, связанные с колебательными и волновыми процессами в механических, электрических и оптических системах, а также методы их теоретического описания и способы использования в физических приборах; теоретические основы химических и современных инструментальных методов анализа, области их практического применения.

Уметь: формулировать и решать конкретные задачи на основе законов и закономерностей, освоенных в курсе аналитической химии; техникой аналитического эксперимента, навыками работы на современных аналитических приборах.

Владеть: навыками практической работы с физическими приборами; техникой аналитического эксперимента; навыками работы на современных аналитических приборах.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине	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 и, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
Тема 1. Основные понятия лазерной химии	12	4					4	8		8
Тема 2. Взаимодействие лазерного излучения с веществом	18	8		2			10	8		8
Тема 3. Применение лазеров в спектроскопии	20	12					12	8		8
Тема 4. Аналитическая лазерная спектроскопия	20	12					12	8		8
Промежуточная аттестация <u>зачет</u>	2					2	2			
Итого	72	36		2		2	40	32		32

6. 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.

7. 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/>

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbgmu.ru/>

Основная литература

1. О. Звелто. Принципы лазеров. С-Пб.: Лань, 2008
2. В. Демтредер. Лазерная спектроскопия: основные принципы и техника эксперимента. М. : Наука, 1985.
3. Индуцированные лазером химические процессы / под.ред. Дж. Стейнфелда. М.: Мир, 1984.

Дополнительная литература

1. Ю.Я. Кузяков, К.А. Семенов, Н.Б. Зоров. Методы спектрального анализа. М.: МГУ, 1990
2. D.L. Andrews. Lasers in chemistry. Berlin: Springer, 1990

Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами)

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели:

- 10.1. Д.ф.-м.н, заведующий кафедрой, Столяров Андрей Владиславович, кафедра лазерной химии химического факультета МГУ
- 10.2. Д.х.н, проф., г.н.с. Зоров Никита Борисович, кафедра лазерной химии химического факультета МГУ
- 10.3. 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 - зачета. На зачете проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.2.

Контрольные вопросы по теме № 1

Расскажите о принципах работы лазеров. Что такое активная среда?

Назовите различные способы накачки лазеров.

Какими свойствами обладает лазерный луч? Приведите характеристики лазерного излучения. Назовите различия лазерных и нелазерных источников света.

Как производят удвоение частоты генерации лазера?

Расскажите об основных принципах работы оптических параметрических генераторов

В каких лазерах можно получить сверхкороткие импульсы света? Световые импульсы какой длительности называются сверхкороткими?

Где могут найти применение лазеры сверхкоротких импульсов? Расскажите о технике безопасности при работе с лазерным излучением.

Расскажите о принципах работы Ti сапфирового лазера и его характеристиках. Какие газовые лазеры известны? Принципы их работы и области применения.

Как можно реализовать получение фемтосекундных лазерных импульсов? Какие лазеры для этого существуют? Что такое химические лазеры? Принцип их работы.

Расскажите о конструкции, преимуществах и применении микрочипового лазера?

Контрольные вопросы по теме № 2

Нарисуйте схему воздействия лазерного излучения с различной длительностью импульса на твердую поверхность. Кратеры какой формы образуются и почему?

Что представляет собой процесс лазеро-химического разделения изотопов в атомных парах?

Приведите примеры лазерной обработки материалов

Как можно управлять химическими реакциями с помощью фемтохимии?

Как осуществляется лазерная очистка вещества? Примеры проведения.

Контрольные вопросы по теме № 3

Расскажите об особенностях многофотонного возбуждения атомов и молекул. Приведите примеры практического применения. Расскажите об основах фотоионизационной лазерной спектроскопии. Приведите схемы возбуждения и ионизации атомов и молекул. Опишите применение лазерного излучения в масс-спектрометрии.

Основные процессы в методе комбинационного рассеяния. Что дает применение лазеров в этом методе? Расскажите об основных принципах метода когерентного антистоксова комбинационного рассеяния (КАРС).

Контрольные вопросы по теме лекции № 4

На чем основан лазерно-искровой эмиссионный метод анализа?

Расскажите о принципах методов лазерной атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Их особенности, аппаратное оформление и метрологические характеристики.

Что такое лазерный микрозонд? Преимущества и недостатки его использования в анализе.

Расскажите о преимуществах применения лазеров для локального и послойного анализа твердой пробы.

Что такое насыщение электронного перехода при воздействии лазера на определяемую частицу? Как влияет этот процесс на аналитический сигнал?

Расскажите об экспериментах по определению единичных атомов. Какие методы лазерной аналитической спектроскопии при этом использовали?

Назовите методы определения молекул, где применение лазеров дало ощутимый результат по сравнению с классическими методами.

Расскажите о принципах лазерного оптико-акустического метода и его аппаратном оформлении. Лазеры в качественном и количественном анализе молекул методом комбинационного рассеяния света. Какие типы рассеяния могут быть использованы в лидарах?

В чем состоит преимущество лазерных методов зондирования атмосферы?

Назовите методы, использующие лазеры для установления молекулярного и элементного состава объектов культурного наследия.

Перечислите требования к лазерному зонду для анализа объектов культурного наследия. Какие типы лазерных источников целесообразно использовать для этих целей.

Приведите примеры и расскажите о принципах использования лазеров для анализа биохимических объектов. Расскажите об особенностях метода ЛАММА для исследования биоорганических образцов.

Расскажите о методах многокомпонентного анализа газов для медицинской диагностики при использовании перестраиваемых диодных лазеров.

Приведите примеры новейших использований лазеров в аналитической практике и варианты перспективных разработок например лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии.

Опишите тенденции развития перспективных лазерных технологий для их применения в анализе.

Вопросы для зачета:

1. Принципы работы и свойства лазеров: активная среда, система накачки энергией, резонатор.
2. Характеристики лазерного излучения: интенсивность, монохроматичность, когерентность, поляризация, направленность.
3. Режимы работы лазеров: непрерывные лазеры, свободная генерация, модуляция добротности и получение гигантских импульсов, синхронизация мод.
4. Преобразование свойств лазерного излучения: методы преобразования частоты, энергии и модовой структуры лазерного излучения.
5. Техника безопасности при работе с лазерами.

6. Принципы действия и характеристики лазеров различных типов: твердотельные, жидкостные, газовые лазеры и лазеры на свободных электронах.
7. Взаимодействие лазерного излучения с веществом: лазерная абляция, лазерное возбуждение атомов и молекул.
8. Применение лазеров в прецизионной и аналитической спектроскопии.

Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

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

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)				
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

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ
Знать: актуальные направления исследований в области современной лазерной химии Знать: теоретические основы физических и химических процессов, происходящих под воздействием лазерного излучения Знать: принципы работы основных лазерных систем	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
Уметь: выбирать методы исследования вещества с помощью лазерной спектроскопии и диагностики Уметь анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме выпускной квалификационной работы Уметь: самостоятельно составлять план исследования	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете

Владеть: навыками работы с основными лазерными системами

Владеть навыками поиска, критического анализа, обобщения и систематизации научной информации, постановки целей исследования и выбора оптимальных путей и методов их достижения

мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете