

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)

Семинар по специализации «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 поддисциплине (модулю)
УК-7.С Способен использовать современные информационно-коммуникационные технологии в академической и профессиональной сферах	УК-7.С.1 Использует современные информационные технологии для обмена информацией в деловой и профессиональной сфере с учетом основных требований информационной безопасности	Владеть: навыками применения современных информационных технологий для обмена информацией в профессиональной сфере
ОПК-9.С. Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-9.С.4. Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и/или английском языках	Уметь: проанализировать литературные данные по заданной теме и доложить их представителям профессионального сообщества Владеть: навыками представления физико-химической информации в форме презентации научного доклада
СПК-1.С. Владение базовыми знаниями в области взаимодействия лазерного излучения с веществом и химических реакций, индуцируемых лазерным излучением. Способен использовать их при решении задач профессиональной деятельности	СПК-1.С.1 использует знания о химизме процессов, происходящих под воздействием лазерного излучения, при выборе методов исследования	Знать: теоретические основы физических и химических процессов, протекающих при взаимодействии лазерного излучения с веществом Уметь: применить знания о процессах взаимодействия лазерного излучения с веществом при решении задач профессиональной деятельности и представлении материала научного сообщения на заданную тему
СПК-5.С. Способен проводить квантово-химические и термодинамические расчеты с использованием современных программных комплексов и баз данных	СПК-5.С.2 Проводит расчеты с использованием современных программных продуктов и баз данных	Владеть: навыками применения современных информационных технологий для обмена информацией в профессиональной сфере

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 7 зачетных единиц, всего 252 часа, из которых 80 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (28 часов – занятия семинарского типа, 48 часов – индивидуальные консультации, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости), 172 часа составляет самостоятельная работа студента.

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

Обучающийся должен освоить обязательные дисциплины специализации «Лазерная химия»: «Введение в лазерную химию», «Применение лазеров в аналитической химии и экологическом контроле», «Лазерная спектроскопия», «Спецпрактикум по лазерной химии».

Знать: теоретические основы физических и химических процессов, происходящих под воздействием лазерного излучения, теоретические основы методов лазерной спектроскопии и диагностики, а также их практического применения, теоретические основы и принципы работы лазеров и их применения при решении прикладных задач, а также физические и математические модели, используемые в лазерной спектроскопии, их возможности и ограничения.

Уметь: выбирать методы исследования вещества с помощью лазерной спектроскопии и диагностики, выбирать методы аналитической лазерной спектроскопии для решения практических задач по анализу реальных объектов, интерпретировать спектроскопические данные о физико-химических процессах, полученных методами лазерной спектроскопии.

Владеть: навыками теоретического описания методов решения практических и исследовательских задач методами лазерной спектроскопии, навыками проведения экспериментальных исследований с помощью лазерных систем и навыками работы на современном научном оборудовании для решения задач научного исследования.

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации	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. Принципы работы лазеров	30		4		6		10	10	10	20
Тема 2. Лазерный синтез	30		4		6		10	10	10	20
Тема 3. Взаимодействие лазерного излучения с веществом	30		4		6		10	10	10	20
Тема 4. Прецизионная лазерная спектроскопия	30		4		6		10	10	10	20
Тема 5. Аналитическая лазерная спектроскопия	30		4		6		10	10	10	20
Тема 6. Лазерный пробоотбор	30		4		6		10	10	10	20
Тема 7. Лазерное зондирование атмосферы	32		4		6		10	10	10	20
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	36					4	10	32		32
Итого	252		28		42	4	80	102	70	172

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. Индуцированные лазером химические процессы / под.ред. Дж. Стейнфелда. М.: Мир, 1984.
3. Аналитическая лазерная спектроскопия / под.ред. Н. Оменетто. М.:Мир, 1982.
4. Лазерная аналитическая спектроскопия / под.ред. В.С.Летохова.М.: Наука, 1986.
5. Ю.Я. Кузяков, К.А. Семенов, Н.Б. Зоров. Методы спектрального анализа. М.: МГУ, 1990
6. Я. Рабек. Экспериментальные методы в фотохимии и фотофизике. М.: Мир, 1985.

Дополнительная литература

1. Laser Processing of Materials. Fundamentals, Applications and Developments. Ed. by P. Schaaf. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010
 2. K.I. Öberg. Photochemistry and Astrochemistry: Photochemical Pathways to Interstellar Complex Organic Molecules // Chem. Rev., 2016, V.116, Issue 17, P.9631-9663. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.5b00694>
 3. В.Н. Очкин. Спектроскопия низкотемпературной плазмы. М.: Физматлит, 2006.
 4. В.С. Летохов. Нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения. М.: Наука, 1990.
 5. Н.Н. Telle, A.G. Ureña, R.J. Donovan. Laser Chemistry: Spectroscopy, Dynamics and Applications. N.Y.: Wiley & Sons. 2007.
- Материально-техническое обеспечение: специальных требований нет, занятия проводятся в обычной аудитории, оснащенной доской и мелом (маркерами), техникой для демонстрации презентаций

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. 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.2.

Вопросы по теме № 1.

Какие методы контроля основных характеристик лазерного излучения Вы знаете?

Приведите примеры твердотельных, эксимерных, газовых, диодных и жидкостных лазеров. Каковы основные физико-химические процессы, обуславливающие генерацию в этих лазерах?

Примедите примеры способов накачки активной среды. Бывают ли лазеры на ударных волнах?

Опишите методы управления длительностью лазерного импульса и его длиной волны.

Вопросы по теме № 2.

Приведите примеры лазерного управления химическими реакциями.

Какие параметры лазерного излучения играют ключевую роль для повышения селективности химических реакций?

Каким образом детектируют промежуточные и конечные продукты химических реакций?

Опишите основные принципы, лежащие в основе селективного лазерного разделения изотопов. Какие методы разделения изотопов Вы знаете?

Приведите примеры лазерного синтеза функциональных материалов и мелкодисперсных порошков и наноструктур.

Как охлаждают атомы и молекулы до ультранизких температур? Приведите примеры.

Вопросы по теме № 3.

Взаимодействие молекул с лазерным излучением фемтосекундной длительности.

Взаимодействие лазерного излучения с твердыми веществами.

Опишите основные процессы, происходящие при воздействии лазерного излучения на вещество.

Приведите примеры селективного и неселективного воздействия лазерного излучения на вещество.

Что такое лазерная абляция? Чем она отличается от лазерной десорбции?

Вопросы по теме № 4.

Какие методы, повышающие точность определения положения спектральных линий и молекулярных постоянных, Вы знаете?

Опишите основные физические принципы, лежащие в основе лазерной спектроскопии, ограниченной доплеровским уширением.

Приведите примеры использования прецизионной лазерной спектроскопии в поиске эффективных путей лазерного охлаждения и оптимизации параметров газозных лазерных сред.

Что такое многоступенчатое лазерное возбуждение? Для каких целей его используют? Приведите примеры.

Вопросы по теме № 5.

Перечислите все известные Вам аналитические применения лазерной спектроскопии.

Опишите основные физические принципы этих методов.

Опишите инструментальную реализацию этих методов.

Какими метрологическими характеристиками обладают перечисленные Вами методы.

Вопросы по теме № 6.

Приведите примеры применения лазерного пробоотбора в аналитической практике.

Какие факторы влияют на параметры лазерной плазмы и возможность ее образования?

Какие сочетания лазерного пробоотбора со спектроскопическими методами анализа Вы знаете?

Перечислите основные преимущества и недостатки лазерного пробоотбора по сравнению с другими атомизаторами, используемыми в спектральном анализе.

Вопросы по теме № 7.

Приведите примеры лазерного зондирования атмосферы.

Какие методы используют для регистрации сигналов от удаленных объектов?

Как помогает адаптивная оптика при работе с удаленными объектами?

Приведите примеры использования лазеров для обнаружения и борьбы с космическим мусором и астероидной опасностью.

Вопросы для экзамена:

1. Характеристики лазерного излучения: когерентность, направленность, интенсивность, монохроматичность, поляризация. Типы лазеров, основные лазерные источники, используемые в практической деятельности и научных исследованиях.
2. Лазерный синтез и лазерное управление химическими реакциями. Лазерный синтез молекулярного Бозе-Эйнштейн конденсата. Лазерная фотохимия. Фотоассоциация ультрахолодных атомов.
3. Взаимодействие лазерного излучения с веществом: основные физические и химические процессы. Лазерная абляция, лазерное возбуждение атомов и молекул, лазерная обработка материалов, филаментация лазерного излучения.
4. Прецизионная лазерная спектроскопия: лазерная спектроскопия, ограниченная доплеровским уширением; лазерно-индуцированная флуоресценция; методы двойного резонанса; многофотонная спектроскопия; лазерная спектроскопия возбужденных состояний; внутривибрационная спектроскопия; многоступенчатая фотоионизационная спектроскопия; определение фундаментальных постоянных.
5. Аналитическая лазерная спектроскопия: лазерно-индуцированная флуоресценция; лазерная атомно-абсорбционная и атомно-ионизационная спектроскопия; комбинационное рассеяние света; резонансно-ионизационные методы; метрологические характеристики; примеры применения.
6. Лазерный пробоотбор в аналитической химии: процессы, протекающие при лазерном испарении, преимущества и недостатки лазерного пробоотбора по сравнению с другими методами отбора пробы; сочетания с аналитическими методами; примеры использования.

7. Лазерное зондирование атмосферы: лидары, применение лазеров в астрохимии и астрофизике.

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 непринципиального 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: теоретические основы физических и химических процессов, протекающих при взаимодействии лазерного излучения с веществом	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Уметь: проанализировать литературные данные по заданной теме и доложить их представителям профессионального сообщества Уметь: применить знания о процессах взаимодействия лазерного излучения с веществом при решении задач профессиональной деятельности и представлении материала научного сообщения на заданную тему	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене
Владеть: навыками применения современных информационных технологий для обмена информацией в профессиональной сфере Владеть: навыками представления физико-химической информации в форме презентации научного доклада Владеть: навыками применения современных информационных технологий для обмена информацией в профессиональной сфере	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на экзамене

