

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(государственный университет)»**



«УТВЕРЖДАЮ

**Проректор по учебной работе
и экономическому развитию**

_____ **Д.А. Зубцов**

Рабочая программа дисциплины (модуля)

по дисциплине: Современные методы исследований веществ и материалов
по направлению: Прикладные математика и физика (бакалавриат)
профиль подготовки: Химическая физика и свойства наноструктур
Факультет молекулярной и химической физики
кафедра химической физики
курс: 4
квалификация: бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7(Осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

практические и семинарские занятия: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 6 час.

Всего часов: 36, всего зач. ед.: 1

Программу составил: Н.Л. Стародубцева, канд. биол. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры

31 августа 2016 г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

А.А. Берлин

Начальник учебного управления

И.Р. Гарайшина

Декан факультета

В.М. Некипелов

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

изучение новых оптических и микроскопических методов при анализе и детектировании веществ и материалов.

Задачи дисциплины

- освоение студентами физических основ оптических и микроскопических методов исследований;
- приобретение базовых знаний о современных подходах на основе оптических методов идентификации структуры веществ, материалов, биоорганических соединений и их качественному и количественному анализу;
- оказание консультаций и помощи студентам в проведении собственных теоретических и экспериментальных исследований в области оптической спектроскопии.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к вариативной части образовательной программы.

Дисциплина «Современные методы исследований веществ и материалов» базируется на дисциплинах:

Общая и неорганическая химия;
Органическая химия;
Физические методы исследований;
Физические методы исследований: лабораторный практикум;
Введение в математический анализ;
Дифференциальные уравнения;
Основы химической физики;
Общая физика: лабораторный практикум;
Общая физика: оптика;
Основы химической физики: лабораторный практикум;
Многомерный анализ, интегралы и ряды.

Дисциплина «Современные методы исследований веществ и материалов» предшествует изучению дисциплин:

Научно-исследовательская работа.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- способность применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности (ОПК-2);
- способность понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации (ОПК-3);
- способность применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов (ОПК-4).

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы оптических методов детектирования;
- основы абсорбционной спектроскопии;
- основы спектроскопии комбинационного рассеяния
- основы оптической микроскопии.

уметь:

- применять полученные знания для выбора соответствующего оптического метода;
- производить обработку результатов исследований оптических и микроскопических исследований;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- теоретическими представлениями об оптических методах исследований;
- методикой выбора и оценки применимости метода для исследования вещества, материала;
- культурой постановки и моделирования экспериментальной задачи по тематике курса;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами веществ, материалов, биомacro-молекул.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу				
		Лекции	Практические и семинарские занятия	Лаборат. работы	Задания, курсовые работы	Самост. работа
1	Введение. Методологические основы оптических методов детектирования	2				
2	Абсорбционная спектроскопия в УФ и видимой области	2				1
3	Спектры поглощения макромолекул	2				1
4	Абсорбционная спектроскопия в ИК-области	2				
5	Анализ инфракрасных спектров макромолекул	2				1
6	Классическая (нерезонансная) спектроскопия комбинационного рассеяния (Рамановская)	2				1
7	Резонансная спектроскопия комбинационного рассеяния. Колебательная рамановская оптическая активность	2				1
8	Оптическая активность	2				
9	Классическая световая микроскопия в рамках геометрической оптик	2				1

10	Конфокальная микроскопия. Безлинзовая микроскопия	2				
11	Классическая флуоресцентная микроскопия	2				
12	Флуоресцентная микроскопия вне дифракционного барьера	2				
13	Флуоресцентно-резонансный перенос энергии	4				
14	Флуоресцентная спектроскопия одиночных молекул	2				
Итого часов		30				6
Подготовка к экзамену		0 час.				
Общая трудоёмкость		36 час., 1 зач.ед.				

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 7 (Осенний)

1. Введение. Методологические основы оптических методов детектирования

Исторический обзор, анализ эволюции представлений о веществе, историческая шкала развития методов разделения и исследования макромолекул, введение в методологию биологического исследования, представление о спектре современных методов физико-химического анализа макромолекул, обсуждение критериев применимости методов и обработки полученных результатов, биоинформационные методы. Особенности выделения макромолекул разных классов из сложных смесей.

2. Абсорбционная спектроскопия в УФ и видимой области

Теоретическое введение в абсорбционную спектроскопию (коэффициент экстинкции, спектральный диапазон). Спектрофотометры для измерений в УФ и видимой области. Общие закономерности поглощения макромолекул в УФ-диапазоне. Спектральные параметры мономерных звеньев полимеров и тонкая структура спектра. Изменение спектров аминокислот под влиянием внешних факторов (рН среды, протонирование ионогенных групп). Определение концентрации макромолекул по спектрам поглощения

3. Спектры поглощения макромолекул

Ультрафиолетовые спектры поглощения белков. Особенности структуры спектров белков по сравнению со спектрами смеси ароматических аминокислот, входящих в их состав. Методы расчета вклада светорассеяния в измеряемое поглощение. Оценка вклада мономерных звеньев, доступных внешнему воздействию, методом дифференциальной спектрофотометрии. УФ поглощение нуклеиновых кислот, хромофоры. Расчет гиперхромного эффекта при переходе от двухспиральных структур ДНК к односпиральной. Вклад взаимодействия оснований в гиперхромный эффект. Тепловая денатурация и ренатурация ДНК. Кривые плавления ДНК

4. Абсорбционная спектроскопия в ИК-области

Линейная ИК-спектроскопия и ее применение в исследовании макромолекул (определение вторичной структуры).

Спектрометры ИК диапазона. Дисперсионные спектрометры ближнего ИК диапазона. Спектрометры среднего и дальнего ИК диапазона с Фурье-преобразованием. Поглощение в тонких слоях, использование тяжелой воды, D₂O.

Квантово-механическое описание колебаний. Колебательные моды многоатомных макромолекул, амидные полосы белков

5. Анализ инфракрасных спектров макромолекул

Метод разложения инфракрасных спектров на компоненты. Определение вторичной структуры макромолекул (белки, синтетические полимеры, ДНК).

Дифференциальная ИК-спектроскопия. Инфракрасная спектроскопия, разрешенная во времени

6. Классическая (нерезонансная) спектроскопия комбинационного рассеяния (Рамановская)

Спектры комбинационного рассеяния и ИК поглощения. Рамановские спектрометры и микроскопы. Определение вторичной структуры макромолекул. Конформационная динамика в растворе и кристалле

7. Резонансная спектроскопия комбинационного рассеяния. Колебательная рамановская оптическая активность

8. Оптическая активность

Круговой дихроизм.

Теоретические основы. Спектрометры КД.

Использование метода КД в биохимических исследованиях.

КД спектры белков (определение вторичной структуры, мембранные белки, сворачивание белка). КД спектры РНК, ДНК и комплексов ДНК с белками. КД спектры углеводов.

Круговой дихроизм в далеком УФ (190-160 нм) с использованием синхротронного излучения. Глобулярные белки.

9. Классическая световая микроскопия в рамках геометрической оптик

Оптические методы визуализации внутренней структуры и микрорельефа поверхности объектов, представления об области применения и ограничениях, накладываемых физическими принципами функционирования на пространственное и временное разрешение рассматриваемых методов.

Основные положения геометрической оптики. Стандартный световой микроскоп. Дифракционное ограничение разрешающей способности. Проблема контраста. Микроскопия темного поля. Фазово-контрастная микроскопия. Поляризационный микроскоп

10. Конфокальная микроскопия. Безлинзовая микроскопия

Конфокальная микроскопия. Субволновое разрешение в рамках геометрической оптики.

Сканирующая микроскопия ближнего поля

11. Классическая флуоресцентная микроскопия

Механизм флуоресценции. Диаграмма Яблонского. Схема эпифлуоресцентного микроскопа. Одно- и двухфотонное возбуждение.

Аппаратура для измерения спектров флуоресценции при комнатной и низкой (770К) температурах. Сопоставление спектров флуоресценции пигментов в растворе и в клетке. Тушение флуоресценции

12. Флуоресцентная микроскопия вне дифракционного барьера

4Pi-конфокальная микроскопия, двухимпульсная стимулированная микроскопия, флуоресцентная микроскопия в стоячих волнах

13. Флуоресцентно-резонансный перенос энергии

14. Флуоресцентная спектроскопия одиночных молекул

От ансамбля к одной молекуле. Лазер-индуцируемая флуоресценция. Схемы мечения макромолекул

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, меловая доска, проектор, экран.

6. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Lakowitz J. R. Principles of Fluorescence Spectroscopy. 3 ed. Singapore: Springer Science + Business Media. 2006.
2. Лакович Д. Основы флуоресцентной спектроскопии. М.: Мир. 1986.
3. Fedorova O. A., Chernikova E. Y., Fedorov Y. V., Gulakova E. N., Peregudov A. S., Lyssenko K. A., Jonusauskas G., Isaacs L. Cucurbit[7]uril Complexes of Crown-Ether Derived Styryl and (Bis)styryl Dyes. // The Journal of Physical Chemistry B. 2009. V. 113. No30. P. 10149-10158.
4. Panchenko P. A., Fedorov Y. V., Perevalov V. P., Jonusauskas G., Fedorova O. A. Cation-Dependent Fluorescent Properties of Naphthalimide Derivatives with N-Benzocrown Ether Fragment. // J. Phys. Chem. A. 2010. V. 114. No12. P. 4118-4122.

Дополнительная литература

1. Бек М., Надьпал И. Исследование комплексообразования спектрофотометрическими методами. М: Мир. 1989.
2. Nancollas G. H., Tomson M. B. Guidelines for the determination of stability constants. // Pure Appl. Chem. 1982. V. 54. No12. P. 2675-2692.
3. Клар Э. Полициклические углеводороды. М: Химия. 1971.
4. Нурмухаметов Р. Н. Поглощение и люминесценция ароматических соединений. М: Химия. 1971.
5. Казицына Л. А., Куплетская Н. Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. М.: Высшая школа. 1971.
6. Преч Э. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных М.: Мир. БИНОМ. Лаборатория знаний. 2006. 438 с.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студент, изучающий дисциплину, должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения дисциплины, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;
- ведения конспекта занятий;
- напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по итогам обучения

Приложение

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

по направлению: Прикладные математика и физика (бакалавриат)
профиль подготовки: Химическая физика и свойства наноструктур
Факультет молекулярной и химической физики
кафедра химической физики
курс: 4
квалификация: бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7(Осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: Н.Л. Стародубцева, канд. биол. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Освоение дисциплины направлено на формирование у обучающегося следующих общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

способность применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности (ОПК-2);

способность понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации (ОПК-3);

способность применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов (ОПК-4).

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Современные методы исследований веществ и материалов» обучающийся должен:

знать:

- основы оптических методов детектирования;
- основы абсорбционной спектроскопии;
- основы спектроскопии комбинационного рассеяния
- основы оптической микроскопии.

уметь:

- применять полученные знания для выбора соответствующего оптического метода;
- производить обработку результатов исследований оптических и микроскопических исследований;
- делать качественные выводы при переходе к предельным условиям в изучаемых проблемах;
- эффективно использовать информационные технологии и компьютерную технику для достижения необходимых теоретических и прикладных результатов.

владеть:

- теоретическими представлениями об оптических методах исследований;
- методикой выбора и оценки применимости метода для исследования вещества, материала;
- культурой постановки и моделирования экспериментальной задачи по тематике курса;
- навыками теоретического анализа реальных задач, связанных со свойствами веществ, материала, биомacro-молекул.

3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Перечень контрольных вопросов для сдачи дифференцированного зачета в 7-ом семестре:

1. Методологические основы оптических методов детектирования
2. Абсорбционная спектроскопия в УФ и видимой области
3. Спектры поглощения макромолекул
4. Абсорбционная спектроскопия в ИК-области
5. Анализ инфракрасных спектров макромолекул.
6. Классическая (нерезонансная) спектроскопия комбинационного рассеяния (Рамановская).

7. Резонансная спектроскопия комбинационного рассеяния. Колебательная рамановская оптическая активность.
8. Оптическая активность. Круговой дихроизм.
9. Использование метода КД в биохимических исследованиях.
10. Оптическая микроскопия. Классическая световая микроскопия в рамках геометрической оптики.
11. Конфокальная микроскопия. Безлинзовая микроскопия
12. Классическая флуоресцентная микроскопия
13. Флуоресцентная микроскопия вне дифракционного барьера.
14. Флуоресцентно-резонансный перенос энергии.
15. Флуоресцентная спектроскопия одиночных молекул.

4. Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 бала - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 бала - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 бала - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 бал - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на зачете не должен превышать одного астрономического часа.