

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИФВТ
А.Н. Яковлев
« ___ » _____ 2016 г.

**БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
СПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗА
МАТЕРИАЛОВ**

Направление (специальность) ООП 12.04.02 «Оптотехника»
Номер кластера (для унифицированных дисциплин) _____

Профиль(и) подготовки (специализация, программа) _____
«Фотонные технологии и материалы»

Квалификация (степень) магистр
Базовый учебный план приема 2016 г.
Курс 2 семестр 5
Количество кредитов 6
Код дисциплины **М1.ВМ4.1.2**

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч	16
Практические занятия, ч	32
Лабораторные занятия, ч	16
Аудиторные занятия, ч	64
Самостоятельная работа, ч	152
ИТОГО, ч	216

Вид промежуточной аттестации экзамен
Обеспечивающее подразделение Кафедра лазерной и световой техники

Заведующий кафедрой _____ А.Н. Яковлев
(ФИО)

Руководитель ООП _____ В.И. Корепанов
(ФИО)

Преподаватель _____ д.ф.-м.н., проф. В.И. Корепанов,
к.ф.-м.н., доц. Е.Ф. Полисадова
(ФИО)

2016 г.

1. Цели освоения модуля (дисциплины)

Цели освоения дисциплины: формирование у обучающихся знаний, умений и навыков, обеспечивающие достижение целей Ц1, Ц3, Ц5 образовательной программы *в области обучения, воспитания и развития, соответствующие целям ООП*. Дисциплина нацелена на подготовку магистрантов к:

- научно-исследовательской деятельности, направленной на изучение основных физико-химических процессов, протекающих в различных источниках света и оптических материалах при поглощении и испускании излучения;
- деятельности, направленной на разработку нетрадиционных методов спектрального элементного анализа материалов с применением электронных и лазерных пучков;
- деятельности в междисциплинарных областях, связанных с проведением измерений, обработкой и анализом результатов измерений спектрально-кинетических характеристик свечения, разработкой методов измерения свечения с временным разрешением.

ЦД1. Готовность выпускников к применению знаний о физических основах эмиссионных, абсорбционных, люминесцентных методов спектрального анализа для решения научно-технических задач в промышленности и научных исследованиях.

ЦД2. Готовность выпускников к выбору оптимальной методики проведения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного, люминесцентного спектрального анализа любых проб и образцов для решения конкретных технических задач, к оценке технических характеристик спектрометрического оборудования.

ЦД3. Готовность выпускников к проведению атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного, люминесцентного спектрального анализа на современном спектрально-аналитическом оборудовании, научному анализу спектральных данных.

2. Место модуля (дисциплины) в структуре ООП

Дисциплина *«Спектральные методы исследования и анализа материалов»* относится к вариативной части междисциплинарного профессионального модуля магистерской подготовки (М1.ВМ4.1.2).

Дисциплине *«Спектральные методы исследования и анализа материалов»* предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- Физика конденсированных оптических сред;
- Оптические и световые измерения;
- Информационные технологии в светотехнике и оплотехнике.

Для успешного освоения дисциплины студенты должны знать основы физики конденсированного состояния вещества, строение атома, твердого тела, понимать физические основы таких оптических явлений как дифракция, интерференция, рассеяние света, знать законы геометрической оптики, уметь

проводить оптические и световые измерения, владеть программами для обработки оптических сигналов.

Содержание разделов дисциплины «Спектральные методы исследования и анализа материалов» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- Расчет и проектирование оптико-электронных систем;
- Лазерные технологические установки и комплексы;
- Корпускулярно-фотонные технологии.

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения (компетенции и из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р1 (ОПК-2, ПК-3, ПК-7)	31.1	Физические основы эмиссионных, абсорбционных, люминесцентных методов спектрального анализа; тенденция развития спектральных методов анализа	У1.1	Выбрать оптимальный метод спектрального анализа для решения конкретных технических задач	В1.1	Научного анализа спектральных данных
	31.2	Методику проведения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного, люминесцентного спектрального анализа любых проб и образцов;		Выбрать источник возбуждения спектра для решения конкретной аналитической задачи; подготовить пробу для анализа; получить и расшифровать спектрограмму; определить элементы входящие в состав анализируемой пробы и их концентрацию	В1.2	Владеть навыками проведения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного, люминесцентного спектрального анализа

	31.3	Элементную базу и характеристики аппаратуры для проведения спектрального анализа и методы обработки полученных результатов, подходы к анализу данных	У2.2	Выбирать оборудование для проведения спектрального анализа материалов; критически оценивать полученные экспериментальные результаты	В1.3	Оценки технических характеристик спектрометрического оборудования для решения аналитических задач
--	------	--	------	---	------	---

В результате освоения дисциплины «Спектральные методы исследования и анализа материалов» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Результат
РД1	Знать физические основы эмиссионных, абсорбционных, люминесцентных методов спектрального анализа;
РД2	Знать методику проведения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного, люминесцентного спектрального анализа любых проб и образцов;
РД3	Знать элементную базу и характеристики аппаратуры для проведения спектрального анализа и методы обработки полученных результатов, подходы к анализу данных
РД4	Уметь выбрать оптимальный метод спектрального анализа для решения конкретных технических задач
РД5	Уметь выбрать источник возбуждения спектра для решения конкретной аналитической задачи; подготовить пробу для анализа; получить и расшифровать спектрограмму; определить элементы входящие в состав анализируемой пробы и их концентрацию
РД6	Владеть навыками научного анализа спектральных данных
РД7	Владеть навыками проведения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного, люминесцентного спектрального анализа
РД8	Владеть навыками оценки технических характеристик спектрометрического оборудования для решения аналитических задач

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина построена по модульному принципу. Каждый модуль является автономной частью дисциплины и содержит элементы теоретического, практического обучения, самостоятельную работу по изучению дисциплины. Трудоемкость освоения каждого модуля оценивается

в кредитах. Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 кредитов. Дисциплина состоит из 5 модулей:

Структура дисциплины

№	Наименование модуля	Трудоемкость модуля в кредитах	Виды занятий и их трудоемкость в часах			
			Лекции	Лаб. работы	Практ. занятия	Сам. работа
1	Методы и техника абсорбционной, эмиссионной и люминесцентной спектрометрии.	1,5	6	4	8	32
2	Спектроскопия атомов	1	2	4	6	30
3	Спектроскопия молекул	1	2	4	6	30
4	Спектроскопия конденсированных сред	1	4	4	8	30
5	Радиоспектроскопия и ее применение	0,5	2	-	4	30
Итого		6	16	16	32	152

Введение. Цели и задачи курса. Краткая характеристика и классификация спектральных методов исследования и анализа материалов. Спектры испускания, поглощения, рассеяния.

Раздел 1. Методы и техника абсорбционной, эмиссионной и люминесцентной спектрометрии.

Тема 1. Спектральные приборы и их основные узлы. Принцип работы и основные оптические характеристики анализаторов частоты диспергирующего типа (угловая, линейная и обратная линейная дисперсия; спектральная полоса пропускания; разрешение и разрешающая сила; светосила). Освещение щели. Типовые оптические схемы монохроматоров. Полихроматоры. Интерференционные и растровые анализаторы частоты.

Тема 2. Приемники излучения. Виды, параметры и характеристики приемников излучения, области применения. Многоэлементные приемники излучения. Схемы питания.

Тема 3. Методы и техника абсорбционной спектрометрии.

Спектрофотометры. Оптоволоконная спектрометрия. Дифференциальная и производная спектрофотометрия. Импульсная абсорбционная спектрофотометрия.

Тема 4. Методы и техника люминесцентной спектрометрии. Оптические схемы возбуждения и регистрации люминесценции. Аппаратура и техника

измерения люминесценции. Градуировка измерительного тракта по длинам волн, по спектральной чувствительности. Люминесцентная спектрометрия с временным разрешением. Импульсная катодолюминесценция.

Лекции:

1. Введение. Методы и техника абсорбционной спектрометрии.
2. Методы и техника люминесцентной спектрометрии.

Практические занятия:

1. Призма. Дифракционная решетка. Определение угловой ширины спектра, угловой дисперсии.
2. Оптические схемы спектральных аппаратов.
3. Основные характеристики спектральных аппаратов. Увеличение спектрального аппарата. Относительное отверстие. Нормальная ширина щели.
4. Выбор способа освещения щели.

Лабораторные работы:

1. Методы и техника измерения спектров поглощения оптических материалов.
2. Методы и техника измерения спектров отражения оптических материалов.

Раздел 2. Спектроскопия атомов

Тема 1. Теоретические основы атомной спектроскопии. Электронные переходы, атомные орбитали, правила отбора. Типы энергетических уровней и переходов. Интенсивность и ширина спектральных линий. Структура атомных спектров. Получение и графическое представление спектров. Основы общей систематики сложных спектров. Рентгеновские спектры. Явление Зеемана и магнитный резонанс. Явление Штарка. Моменты ядер и их спектроскопическое исследование. Области применения атомно-спектрального анализа. Основные метрологические характеристики методов анализа.

Тема 2. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Понятие эмиссионно-спектрального анализа. Классификация методов по способу атомизации. Источники атомизации и возбуждения в ЭСА (пламенная, дуговой разряд, искровой разряд, высокочастотный разряд, лазерное излучение, индуктивно-связанная плазма, лазерный микрозонд). Схемы спектрометров. Качественный эмиссионно-спектральный анализ. Таблицы и обозначения спектральных линий. Количественный эмиссионно-спектральный анализ. Уравнение Ломакина-Шейбе. Самопоглощение и самообращение спектральных линий. Физико-химические процессы на поверхности электродов. Понятие аналитической спектральной линии. Гомологичность спектральных линий. Основное уравнение количественного эмиссионно-спектрального анализа. Помехи в эмиссионно-спектральном анализе.

Тема 3. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Классификация методов атомно-абсорбционной спектроскопии по способу атомизации. Атомизаторы

(пламенная, графитовая кювета Львова, графитовые печи Кинга и Массмана). Источники света в атомно-абсорбционной спектроскопии (лампы с полым катодом, безэлектродные разрядные лампы, источники сплошного спектра). Схема атомно-абсорбционного спектрофотометра. Количественный анализ в ААС. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Помехи в ААС.

Тема 4. Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Типы электронных переходов в атомах. Классификация методов по способу атомизации (пламенная, электротермическая). Схема атомно-флуоресцентного спектрометра. Особенности атомно-флуоресцентной спектроскопии. Атомизаторы, источники света, помехи.

Лекции:

1. Теоретические основы атомной спектроскопии.

Практические занятия:

1. Спектры атомов и ионов.
2. Возбуждение спектральных линий. Интенсивность линий.
3. Вероятности перехода и правила отбора.
4. Спектроскопия редкоземельных ионов.

Лабораторные работы:

1. Эмиссионная спектрометрия атомов при испарении пробы сильноточным электронным пучком.

Раздел 3. Спектроскопия молекул

Тема 1. Электронное строение молекул. Электронные переходы в молекулах. Молекулярные орбитали. Виды движения в молекуле, природа вращательных, колебательных спектров. Адиабатические потенциальные кривые. Принцип Франка-Кондона. Вероятности переходов в молекулах.

Тема 2. Абсорбционная спектроскопия молекул. Классификация электронных переходов в молекулах. Особенности поглощения многоатомных молекул. Поглощение молекул в ультрафиолетовой и видимой областях спектра. Инфракрасная спектроскопия колебательных и вращательных спектров молекул. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Основы молекулярного анализа.

Тема 3. Люминесценция молекул. Определение люминесценции и классификация по способам возбуждения, длительности и механизмам, области применения. Основные характеристики и закономерности люминесценции (спектры излучения, правило Стокса, интенсивность, тушение люминесценции). Законы затухания свечения. Электронные переходы и типы люминесценции в молекулах. Характеристики люминесцирующих молекул.

Лекции:

1. Электронное строение молекул
2. Абсорбционная спектроскопия молекул

Практические занятия:

1. Вращательные и колебательные спектры молекул.
2. Характеристики переходов и интенсивности в случае спектров поглощения и испускания.
3. Характеристики переходов и интенсивности в случае спектров комбинационного рассеяния.

Лабораторные работы:

1. Градуировка измерительного тракта спектрофлюориметра
2. Люминесценция молекул кислорода

Раздел 4. Спектроскопия конденсированных сред

Тема 1. Электронное строение кристаллов. Зонная модель кристаллофосфоров. Статистика электронов. Фундаментальное, решеточное и обусловленное дефектами поглощение. Электронное строение и вид спектров поглощения экситонов, примесных центров, центров окраски. Формула Смакулы. Температурная зависимость полуширины полос.

Тема 2. Люминесценция конденсированных сред. Виды переходов с испусканием люминесценции в кристаллах. Происхождение локальных уровней в зонной схеме. Собственная и примесная люминесценция кристаллов. Основные представления о процессах возбуждения (селективное и неселективное). Собственная люминесценция полупроводниковых и диэлектрических кристаллов. Примесная люминесценция (внутрицентровая, рекомбинационная, межпримесная) полупроводниковых и диэлектрических кристаллов. Люминесценция наноструктур, гетероструктур и других объектов.

Тема 3. Кинетика люминесценции в кристаллах. Кинетики химических реакций. Скоростные уравнения при внутрицентровых процессах люминесценции. Кинетика рекомбинационной люминесценции кристаллофосфоров. Зонная модель рекомбинационной люминесценции кристаллофосфоров. Диффузионная модель рекомбинационной люминесценции кристаллофосфоров.

Тема 4. Анализ и обработка результатов измерений люминесценции. Конфигурационные координаты. Положение максимумов. Стоксов сдвиг. Форма полос люминесценции при различных степенях электрон-фононных взаимодействий. Методы разложения спектров на элементарные составляющие. Анализ механизмов передачи энергии центрам свечения. Анализ спектрально-кинетических характеристик люминесценции.

Тема 5. Применение люминесценции

Промышленные люминофоры. Принципы изготовления кристаллофосфоров. Активаторы и соактиваторы. Компенсации заряда. Основные этапы синтеза люминофоров. Люминофоры для газоразрядных ламп. Катодолюминофоры. Электролюминофоры. Светодиоды. Рентгенолюминофоры. Светосоставы постоянного действия. Сцинтилляторы. Лазерные материалы. Применение в химии, геологии, минералогии, биологии, медицине, в сельском хозяйстве и пр.

Лекции:

1. Электронное строение кристаллов.
2. Люминесценция конденсированных сред.

Практические занятия:

1. Описание кинетики люминесценции в конденсированных средах. Определение кинетических параметров затухания свечения с помощью прикладных программ.
2. Метод Аленцева-Фока разложения спектров фотолюминесценции на элементарные составляющие.
3. Анализ и обработка результатов измерений люминесценции в программе ORIGIN.
4. Проработка статей по спектроскопии (семинар).

Лабораторные работы:

1. Спектры нестационарного поглощения в оптических материалах
2. Фотолюминесценция кристаллов сцинтилляционных материалов
3. Импульсная катодолюминесценция оптических материалов

Раздел 5. Радиоспектроскопия и ее применение

Микроволновая спектроскопия. Радиочастотная спектроскопия. Применение в исследованиях, в медицине и т.д.

Лекции:

1. Радиоспектроскопия и ее применение.

Практические занятия:

1. Неоптические методы спектрального анализа (семинар). Доклад по индивидуальной тематике.

5. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

5.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- опережающая самостоятельная работа;
- перевод текстов с иностранных языков;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- подготовка к контрольной работе и коллоквиуму, к зачету, экзамену;

- подготовка к докладу по индивидуальной теме.

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации
- работа над междисциплинарным проектом
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

5.2. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- Теоретический коллоквиум;
- Представление доклада на заданную тему;
- Выступление на конференциях с докладом.

6. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Теоретический коллоквиум	РД1-РД8
Семинар с презентацией по индивидуальной тематике	РД1-РД8
Защита лабораторных работ	РД1-РД8
Экзамен	РД1-РД8

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств) (*с примерами*):

Вопросы для самоподготовки к коллоквиуму:

1. Происхождение линейчатых спектров.
2. Спектры атомов.
3. Спектры ионов.
4. Молекулярные спектры.
5. Электронные спектры.
6. Люминесценция твердого тела.
7. Возбуждение вещества и интенсивность спектральных линий.
8. Ширина и форма спектральной линии.
9. Газовый разряд, как источник света в спектральном анализе.
10. Источники сплошного излучения.
11. Использование лазера для возбуждения пробы.
12. Возбуждение люминесценции электронным пучком.
13. Методы введения вещества в источники света.
14. Призмённые спектральные аппараты: принципы работы, оптические схемы.

- | | |
|--|---|
| <p>15. Дифракционные спектральные аппараты: принципы работы, оптические схемы.</p> <p>16. Основные характеристики и параметры спектральных аппаратов: рабочая область спектра, линейная дисперсия, угловая дисперсия, увеличение, спектральная ширина щели, разрешающая способность, светосила.</p> <p>17. Способы освещения щели.</p> <p>18. Методы измерений спектров.</p> <p>19. Градуировка по длинам волн. Определение дисперсии.</p> | <p>20. Измерение относительной спектральной чувствительности фотоприемников.</p> <p>21. Идентификация спектральных полос и линий.</p> <p>22. Эмиссионный качественный анализ.</p> <p>23. Абсорбционный качественный анализ.</p> <p>24. Эмиссионный количественный анализ.</p> <p>25. Абсорбционный количественный анализ.</p> <p>26. Лазерная аналитическая спектроскопия.</p> <p>27. Импульсный катодолюминесцентный анализ.</p> |
|--|---|

7. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Спектральные методы анализа. Практическое руководство : учебное пособие для вузов / В. И. Васильева [и др.]; под ред. В. Ф. Селемеева, В. Н. Семенова. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 412 с.
2. Демтрёдер В. Современная лазерная спектроскопия : учебное пособие : пер. с англ. / В. Демтрёдер. — 4-е изд.. — Долгопрудный: Интеллект, 2014. — 1072 с.
3. Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика : учебное пособие / под ред. Ф. Ф. Литвина. — Москва: Инфра-М, 2013. — 263 с.: ил. — Высшее образование. Бакалавриат. — Библиогр.: с. 257-258.

4. Ельяшевич М. А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Атомная спектроскопия / М. А. Ельяшевич; авт. предисл. Л. А. Грибов. — 6-е изд.. — Москва: Либроком, 2012. — 415 с.
5. Ельяшевич М. А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия / М. А. Ельяшевич; авт. предисл. Л. А. Грибов. — 6-е изд.. — Москва: Либроком, 2012. — 528 с.
6. Ельяшевич М. А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Общие вопросы спектроскопии / М. А. Ельяшевич; авт. послесл. Л. А. Грибов. — Москва: URSS, 2012. — 240 с.
7. [Корепанов, Владимир Иванович](#) Импульсный люминесцентный анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Корепанов; Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 5.9 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2008. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m186.pdf>

Дополнительная литература:

8. Спектральные методы исследования в органической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012
Ч. 1: Электронная и инфракрасная спектроскопия. — 1 компьютерный файл (pdf; 2.6 МВ). — 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m426.pdf>
9. Спектральные методы исследования в органической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012
Ч. 2: ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия. — 1 компьютерный файл (pdf; 1.9 МВ). — 2013.
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m249.pdf>
10. Спектральные методы исследований [Электронный ресурс] : учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра технической физики (№ 23) (ТФ) ; сост. В. Ф. Мышкин ; Д. А. Ижойкин. — 1 компьютерный файл (pdf; 3.9 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m296.pdf>
11. Сильверстейн Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений : пер. с англ. / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. — 558 с.
12. Тучин В. В. Оптика биологических тканей: методы рассеяния света в медицинской диагностике : пер. с англ. / В. В. Тучин. — Москва: Физматлит, 2013. — 812 с.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Указывается материально-техническое обеспечение дисциплины: технические средства, лабораторное оборудование и др.

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
-------	---	------------------------------------

1	Импульсный спектрометр, изготовленный на базе сильноточного ускорителя электронов ГИН-600, оснащенный автоматизированными системами с выводом данных на персональный компьютер;	10 к., 036 ауд. 16 к., 124 ауд. 2 уст.
2	Азотный лазер	16 к., 124 ауд. - 1 уст.
2	Оптоволоконный спектрометр Avantes AvaSpec-2048 на базе AvaBench-75 платформы с симметричной оптической скамьей Черни-Тёрнера и 2048 элементной CCD детекторной матрицы, работающей в спектральном диапазоне 200 – 1100 нм с обратной линейной дисперсией 1,2 нм/мм.	10 к., 036 ауд. 16 к., 124 ауд. 2 спектрометра
3	Спектрофотометр Perkin Elmer для исследования спектров поглощения, люминесценции, возбуждения.	10 к. 036 ауд., 1 установка

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 12.04.02 «Опготехника» и профилю подготовки «Фотонные материалы и технологии».

Программа одобрена на заседании кафедры лазерной и световой техники (протокол № 220 от «19» __02__ 2015 г.).

Автор(ы):

проф. каф. ЛиСТ д.ф.-м.н.
Корепанов В.И
доц. каф. ЛиСТ к.ф.-м.н.
Полисадова Е.Ф.

Рецензент(ы) _____ проф. каф. ВЭСЭ В.Ю. Яковлев