

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор-директор ИФВТ  
\_\_\_\_\_ А.Н. Яковлев  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МЕТОДЫ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА**

Направление ООП: **200400 «Опtotехника»**  
Профиль подготовки: **«Методы и техника импульсных оптико-физических исследований»**  
Квалификация (степень): магистр  
Базовый учебный план приема 2013 г.  
Курс 2; семестр 3;  
Количество кредитов: 4  
Код дисциплины

Виды учебной деятельности	Временной ресурс
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	8
Лабораторные занятия, ч	32
Аудиторные занятия, ч	48
Самостоятельная работа, ч	96
ИТОГО, ч	144

Вид промежуточной аттестации диф.зачет

Обеспечивающее подразделение\_кафедра лазерной и световой техники

Заведующий кафедрой к.ф-м.н., доцент Яковлев А.Н.

Руководитель ООП д.ф-м.н., профессор Лисицын В.М.

Преподаватель д.ф-м.н., профессор Олешко В.И.

2013 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины магистрант приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Ц1, Ц2, Ц3 образовательной программы «Методы и техника импульсных оптико-физических исследований».

Целью изучения дисциплины является подготовка специалиста обладающего знаниями современного состояния методов атомной спектроскопии. Основная цель преподавания дисциплины - изучение основных методов атомного спектрального анализа (эмиссионного и абсорбционного), научить определять элементный состав вещества по атомным (ионным) спектрам испускания и поглощения.

Дисциплина нацелена на подготовку магистрантов к:

- *научно-исследовательской деятельности*, направленной на изучение основных физико-химических процессов, протекающих в различных источниках света и факторов, влияющих на интенсивность спектральных линий;
- *деятельности, направленной на разработку нетрадиционных методов спектрального элементного анализа материалов* с применением высокоточных электронных пучков.
- *деятельности в междисциплинарных областях*, связанных с:
  - проведением измерений, обработкой и анализом результатов измерений спектральных характеристик свечения эрозионной плазмы, формируемой лазерными импульсами;
  - разработкой экспрессных методов анализа примесей в энергетических материалах.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к профессиональному циклу магистерской подготовки (М2.В.2).

Дисциплине (модулю) «Методы спектрального анализа» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- «Источники света»;

Содержание разделов дисциплины (модуля) «Методы спектрального анализа» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КО-РЕКВИЗИТЫ):

- «Теория люминесценции»
- «Методы и техника регистрации оптических процессов»
- «Физика и техника мощных радиационных воздействий»

### 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, (коды)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р.1	3.1.1	основных физико-химических процессов, протекающих в источниках света и факторов, влияющих на интенсивность спектральных линий	У.1.1	проводить фундаментальные и прикладные исследования, направленные на разработку новых источников света для атомного спектрального анализа	В.1.1	применения полученных знаний для решения конкретных аналитических задач
	3.1.3	основных и специализированных методов и оборудования для атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии	У.1.3	использовать современные импульсные электронные ускорители для исследования элементного состава металлов	В.3.1	работы с литературными источниками и <i>Internet</i> -сайтами с использованием специализированных баз знаний
Р.2	3.2.1	работы и устройства импульсных высокоэнергетических ускорителей электронов со взрывоэмиссионными катодами	У.2.1	выбирать оборудование для измерения спектральных, кинетических и пространственных характеристик свечений, возникающих при испарении твердых тел мощными электронными пучками	В.2.1	работы с современным оборудованием для решения научно-технических и технологических задач
Р.3	3.3.1	Теории люминесценции	У.3.1	формулировать научно-технические задачи	В.3.1	работы с измерительной оптической техникой
	3.3.2	Теории плазмодинамических источников излучения	У.3.2	разрабатывать математические и физические модели процессов, развивающихся в нетрадиционных источниках света для спектрального анализа	В.3.2	навыками проведения эксперимента с учетом выбора оптимальных методов и оборудования для элементного анализа материалов
	3.3.3	физики и техники мощных радиационных воздействий	У.3.3	самостоятельно обучаться новым методам исследований	В.3.3	рационального определения условий экспериментов, обработки, систематизации и анализа получен-

						ных результатов
Р.4	3.4.1	методов регистрации кинетических и спектральных характеристик эрозионной плазмы анодного факела	У.4.1	использовать оптические приборы для решения задач аналитической спектроскопии	В.4.1	типовыми методиками выполнения оптических измерений различных величин и характеристик
	3.4.2	методов и техники импульсных оптико-физических исследований	У.4.2	осуществлять корректный выбор элементов оптических систем, источников и приемников оптического излучения	В.4.2	работы с импульсной оптической техникой
	3.4.3	методов спектрального анализа	У.4.3	получать и расшифровывать спектрограммы свечения эрозионной плазмы, образующейся при испарении твердых тел электронным пучком	В.4.3	методами определения спектрально-кинетических характеристик эрозионной плазмы
Р.5	3.5.1	методов научно-технического творчества	У.5.1	Планировать эксперимент для получения данных с целью решения определенной научно-технической задачи	В.5.1	работы с приборами и установками для экспериментальных исследований
	3.5.2	передового отечественного и зарубежного опыта в области лазерной искровой спектроскопии	У.5.2	модернизировать и совершенствовать методики получения и обработки экспериментальных данных	В.5.2	критического подхода при анализе экспериментальных данных
	3.5.3	информационных технологий	У.5.3	систематизировать данные экспериментальных исследований	В.5.3	оформление статей, отчетов, рефератов
Р.6	3.6.1	традиционных и нетрадиционных методов исследования оптических материалов	У.6.1	интегрировать знания различных способов измерений и обработки материалов	В.6.1	опытом использования в процессе проведения исследований научно-технической информации

В результате освоения дисциплины (модуля) «Методы спектрального анализа» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

**Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

№ п/п	Результат
РД1	применять научно-технические знания фундаментальных процессов, развивающиеся в источниках света для решения аналитических задач

РД2	выбрать источник возбуждения спектра, подготовить пробу для анализа, получить и расшифровать спектрограмму, определить элементы, входящие в состав анализируемой пробы и их концентрацию
РД3	обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области аналитической спектроскопии;
РД4	проводить фундаментальные и прикладные исследования, направленные на разработку новых источников света для атомной спектроскопии

## 1. Структура и содержание дисциплины

### Раздел I. Источники света для эмиссионного анализа.

Атомизация и возбуждение. Интенсивность спектральных линий и фона. Ширина спектральных линий. Самопоглощение и самообращение. Зависимость интенсивности спектральных линий от концентрации элемента в пробе. Относительная интенсивность линий разных элементов. Факторы, влияющие на интенсивность линий. Дуговой разряд. Искровой разряд. Разряд в полом катоде.

*Виды учебной деятельности:*

*Лекция №1. Источники света для атомного спектрального анализа.*

*Лабораторная работа №1. Подготовка дифракционного спектрографа к работе.*

**Раздел II. Нетрадиционные источники света в атомном спектральном анализе.** Лазерный атомный спектральный анализ. Атомизация и возбуждение вещества лазерным излучением. Электронно-лучевые атомизаторы и источники света в спектральном анализе. Преимущества и недостатки применения лазеров и мощных электронных пучков в атомном спектральном анализе. Аналитические характеристики.

*Лекция №2. Лазерный и электронно-пучковый атомный спектральный анализ.*

*Лабораторная работа №2. Выбор условий для фотографирования спектров (фокусировка щели спектрографа, выбор времени экспозиции и ширины щели, фотографирование спектров через диафрагму Гартмана).*

### Раздел III. Качественный и количественный анализ.

Классификация методов качественного эмиссионного анализа. Спектрографический анализ. Спектрометрический анализ. Условия проведения. Регистрация спектра. Расшифровка спектрограмм. Способы определения длины волны спектральной линии. Идентификация линий. Количественный эмиссионный спектральный анализ.

Стандартные образцы. Аналитические пары линий. Методы определения неизвестной концентрации.

*Лекция №3. Качественный и количественный анализ.*

*Лабораторная работа № 3. Качественный атомно-эмиссионный анализ металлических проб на заданные элементы.*

#### **Раздел IV. Атомно-абсорбционный спектральный анализ.**

Основы атомно-абсорбционного спектрального анализа. Атомные спектры поглощения. Атомизаторы. Источники света в ААСА. Мешающие влияния. Спектральные помехи. Химические влияния. Ионизационные помехи. Количественный ААСА. Ошибки ААСА.

*Лекция №4. Атомно-абсорбционный спектральный анализ.*

*Лабораторная работа №4. Атомный спектральный анализ металлов с испарением пробы сильноточным электронным пучком.*

### **5. Образовательные технологии**

При изучении дисциплины «Методы спектрального анализа» используются следующие образовательные технологии:

Таблица 3

#### **Методы и формы организации обучения**

ФОО	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.,	СРС
Методы				
IT-методы	х	х	х	х
Работа в команде	х	х		
Методы проблемного обучения	х	х		
Обучение на основе опыта	х	х	х	
Опережающая самостоятельная работа	х	х		х
Проектный метод				
Поисковый метод		х		х
Исследовательский метод	х	х		х

## **6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **6.1. 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:*

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- подготовка к лабораторным работам;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к контрольной работе и коллоквиуму, к зачету, экзамену;

*Творческая самостоятельная работа включает:*

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- написание реферата;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;

### **6.2. Содержание самостоятельной работы по дисциплине**

*Темы, выносимые на самостоятельную проработку.*

- Классификация методов атомного спектрального анализа.
- Теоретические основы эмиссионного спектрального анализа.
- Теоретические основы абсорбционного спектрального анализа.
- Аппаратура для проведения атомно-абсорбционного анализа.
- Аппаратура для проведения атомно-эмиссионного анализа.
- Источники атомизации и возбуждения пробы.
- Интенсивность спектральных линий и фона.
- Методики и оборудование для приготовления образца к атомно-эмиссионному спектральному анализу (диспергирование, растворение, шлифовка и т.д.).
- Качественный и количественный анализ.
- Стандарты для атомно-эмиссионного спектрального анализа.
- Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия.
- Атомно-абсорбционный спектральный анализ с испарением пробы сильноточным электронным пучком.

### *Примерные темы рефератов.*

- Атомно-абсорбционные методы анализа нефтей.
- Эмиссионный спектральный анализ нефтепродуктов.
- Методы оптической спектроскопии и люминесценции в анализе природных и сточных вод.
- Атомно-абсорбционный спектральный анализ с применением высокоэнергетических электронных пучков.
- Лазерный спектральный анализ.
- Спектральный анализ элементов примесей в горных породах.
- Современные методы контроля материалов черной металлургии.

### *Темы, прорабатываемые с помощью Интернет-тренажеров:*

- Аналитическая лазерная спектроскопия.
- Плазмодинамические источники оптического излучения.
- Источники света для атомно-эмиссионного спектрального анализа.

### **6.3. Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- в ходе текущей и промежуточной аттестаций;
- в процессе выполнения и защиты лабораторных работ;
- по результатам защиты рефератов.

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать:

- основную и дополнительную литературу по дисциплине.
- учебно-методические материалы, размещенные на персональном сайте преподавателя;

### **7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины**

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
1. Контрольные работы (две в течение семестра)	РД1, РД2, РД3, РД4
2. Выполнение и защита результатов лабораторных работ	
3. Выполнение и защита рефератов	
4. Диф. зачет	



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

- контрольные вопросы, задаваемых при выполнении и защитах лабораторных работ;
- вопросы для самоконтроля;
- вопросы, выносимые на экзамены и зачеты.

Примеры вопросов для самоконтроля

1. Какие физические процессы лежат в основе методов атомной спектроскопии?
2. Перечислите основные оптические методы атомной спектроскопии.
3. Что является источником возбуждения атомов в атомно-эмиссионной спектроскопии?
4. Перечислите основные типы атомизаторов в атомно-эмиссионной спектроскопии. Какие из них пригодны для анализа растворов, какие – для анализа твердых проб?
5. В чем состоят основные причины отклонения градуировочных графиков в атомно-эмиссионной спектроскопии от линейной зависимости?
6. Что такое самопоглощение и самообращение спектральной линии?
7. Что такое спектрографические буферы? (модификаторы матрицы)? Приведите примеры мофикаторов матрицы для: а) подавления ионизации атомов; б) облегчения диссоциации термически устойчивых оксидов.
8. Составьте схему основных физико-химических процессов, происходящих в пламени.
9. Что является аналитическим сигналом в атомно-абсорбционной спектроскопии? Как он связан с концентрацией определяемого элемента?
10. Перечислите основные виды атомизаторов, применяемых в атомно-абсорбционной спектроскопии.
11. Почему в атомно-абсорбционной спектроскопии необходимо использовать достаточно монохроматические источники излучения?
12. Перечислите основные преимущества и недостатки атомно-абсорбционного метода анализа по сравнению с эмиссионным анализом.
13. В чем сущность явления излучения фона в атомно-эмиссионной спектроскопии?
14. Какой метод – атомно-эмиссионной или атомно-абсорбционной спектроскопии целесообразно использовать для качественного анализа? Почему?
15. Элементы какой группы возбуждаются и дают эмиссионный спектр в пламени горючей смеси «пропан – бутан – воздух»: а) щелочные металлы; б) редкоземельные элементы (La, Ce и др.); в) редкие металлы (Mo, W, V и др.); г) галогены?
16. Что понимают под разрешающей способностью спектрального прибора?
17. Что называют гомологической парой линий?
18. На чем основан качественный спектральный анализ.

## **8. 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.

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная литература**

1. Олешко В.И. Спектральный элементный анализ с использованием мощных электронных пучков. Томск. 2012.-96 с.
2. Атомно-абсорбционный анализ: учеб. пособие / А. А. Ганеев - СПб. : Лань, 2011. 303 с.
3. Кремерс Д., Радziemски Л. Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия. - М.: Техносфера., 2009. 360с
4. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Атомная спектроскопия / 5-изд. 2009, УРСС. 416 с

### **Дополнительная литература**

1. Пупышев А. А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ / - 2009. - 782 с.
2. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Общие вопросы спектроскопии / 3-изд. 2006, УРСС. 240 с.
3. Барсуков В.И. Атомный спектральный анализ. 2005 год. 132 с.
4. Дробышев А. И. Основы атомного спектрального анализа [Текст] : учеб.пособие / А.И.Дробышев. - СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 1997. - 199 с.

**Интернет-ресурсы:**

<http://www.avantes.net/avalibs.php.htm> – сайт компании "Avantes", поставщика автоматизированных спектрометров, в том числе для лазерной атомно-эмиссионной спектрометрии.

<http://www.perkinelmer.com> - сайт компании "Perkin Elmer", поставщика оптических эмиссионных спектрометров

[http://www.donnu.edu.ua/chem/student/methodic/atom\\_absorption\\_spectroscopy.pdf](http://www.donnu.edu.ua/chem/student/methodic/atom_absorption_spectroscopy.pdf)

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
	Научно-учебная лаборатория импульсной оптической спектрометрии. Оборудование: Импульсный спектрометр с наносекундным временным разрешением. В состав спектрометра входят: 1. Импульсный ускоритель электронов на базе ГИН-600. 2. Монохроматор МДР-23. 3. Цифровой фотоаппарат SONY $\alpha$ 500. 4. Спектральные лампы ЛСП-1 с блоком питания. 5. Цифровые осциллографы - TDS -2014 и DPO – 3034. 6. Спектрометр AvaSpec 2048-2. 7. Цилиндр Фарадея. 8. Пьезодатчик. 9. Фотоэлектронные умножители: ФЭУ - 97, 118 10. Компьютер. 11. Азотный лазер NL-100 (4 нс; 0,7 мДж). 12. Оптический микроскоп МБС-10. 13. Микровизор проходящего света mVizo – 101.	10 кор., 036 ауд., 1 установка.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 200400 «Опготехника» и профилю подготовки «Методы и техника импульсных оптико-физических исследований»

Программа одобрена на заседании кафедры  
лазерной и световой техники

(протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2013 г.).

Автор \_\_\_\_\_ Олешко В.И.

Рецензент \_\_\_\_\_