

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИФВТ  
 \_\_\_\_\_ А.Н.Яковлев  
 « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

### БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Профессиональная подготовка на иностранном языке</b>			
<b>Модуль THEORY OF LUMINESCENCE (ТЕОРИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ)</b>			
Направление (специальность) ООП		<b>12.04.02 Оптотехника</b>	
Профиль(и) подготовки (специализация, программа)		«Опτικο-электронные приборы и системы»	
Квалификация (степень)		МАГИСТР	
Базовый учебный план приема (год)		2016	
Курс	1	Семестр	1
Количество кредитов		3	
Код дисциплины		М1.БМ1.3	

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по ОФ
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	24
Лабораторные занятия, ч	
Аудиторные занятия, ч	32
Самостоятельная работа, ч	76
<b>ИТОГО, ч</b>	<b>108</b>

Вид промежуточной аттестации	ЗАЧЕТ
Обеспечивающая кафедра	ЛИСТ

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

Руководитель ООП \_\_\_\_\_ д.ф.-м.н., профессор Корепанов В. И.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.ф.-м.н., доцент Карнаухова А.А.

2016 г.

## 1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов представления об основных положениях и современном состоянии теории люминесценции, закономерностях и механизмах испускания люминесценции при различных способах возбуждения, основах взаимодействия излучения с веществом, люминесцентных материалах; экспериментальной оптике. Приобретаемые знания, умения и навыки должны обеспечивать достижение целей основной образовательной программы ТПУ по направлению «Оптотехника» при подготовке бакалавров, а в первую очередь — целей Ц.2 и Ц.3\*.

После изучения курса «Теория люминесценции» студент должен:

знать:

- Основные характеристики люминесценции.
- Строение кристаллофосфоров и виды электронных переходов с испусканием люминесценции.
- Особенности протекания люминесцентных процессов при различных способах возбуждения.

уметь:

- Экспериментально определять энергетические, спектральные и кинетические характеристики люминесценции.
- Определять по известным характеристикам люминесценции и их зависимостям от внешних факторов тип механизма испускания люминесценции.

## 2 Место в структуре ООП

Дисциплина «Theory of luminescence» (Теория люминесценции) является одной из профессиональных составляющих в курсе подготовки магистров по направлению «Оптотехника» и имеет код М1.БМ1.3.

Пререквизитами для изучения дисциплины являются следующие дисциплины: «Математика», «Физика», «Основы оптики».

Содержание разделов дисциплины «Theory of luminescence» (Теория люминесценции) согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (кореквизиты): «Физика конденсированных оптических сред», «Источники излучения, световые и оптические приборы».

---

\* — Используемые здесь и далее коды целей обучения, результатов обучения и формируемых компетенций берется из основной образовательной программы (ООП) ТПУ по подготовке бакалавров по направлению «Оптотехника»

### 3 Результаты освоения дисциплины

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

Таблица 1

#### Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Формируемые компетенции в соответствии с ООП	Результаты освоения дисциплины Р.1 – Р.5, Р.12 в соответствии с ООП ТПУ по направлению Опотехника
3.1.1, 3.2.3, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.3, 3.4.2, 3.5.2, 3.5.3, 3.12.1	<p><i>Магистр должен знать:</i></p> <p>Основные законы взаимодействия излучения с веществом, основные закономерности формирования люминесценции, структуру и свойства люминесцентных материалов, особенности протекания люминесцентных процессов при различных способах возбуждения, терминологию профессионального технического иностранного языка</p>
У.1.1, У.1.2, У.2.2, У.2.3, У.12.2	<p><i>Магистр должен уметь:</i></p> <p>самостоятельно выбирать наиболее подходящие методы и оборудование для исследований, анализировать получаемую информацию, ясно и четко выражать свои мысли, аргументировано отстаивать свою позицию, воспринимать информацию из зарубежных источников</p>
В.1.3, В.2.1, В.3.1, В.4.1, В.4.3, В.12.1, В.12.2	<p><i>Магистр должен владеть:</i></p> <p>навыками поиска информации в Интернете и специализированных библиотеках, анализа и систематизирования научно-технической информации, навыками общения на иностранном языке</p>

В результате освоения дисциплины «Теория люминесценции» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

#### Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Результат
РД.1	Готовность обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области светотехники, фотонных технологий и материалов.
РД.2	Способность делать оценку и выбор перспективных направлений

	исследований в области «Светотехники» и «Фотоники»
РД.3	Способность оценивать состояние научно-технической проблемы, формулировать цели, задачи научных исследования в области светотехники, фотонных технологий и материалов
РД.4	Способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала, оценке тенденции развития техники и технологии в современном обществе.
РД.5	Способность к инновационной инженерной деятельности.

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.2 Содержание дисциплины по разделам

#### *Раздел 1. Введение в дисциплину*

Введение в дисциплину, ее цели и задачи. Природа люминесценции. Классификации люминесценции. Применения люминесценции.

#### *Раздел 2. Законы люминесценции*

Основные процессы люминесценции (поглощение света, возбуждение, преобразование энергии, изучение). Спектральные и кинетические закономерности люминесценции.

#### *Раздел 3. Особенности люминесценции при различных видах возбуждения*

Различия физических процессов при возбуждении люминесценции оптическим излучением, рентгеновским, гамма-излучением, пучками электронов.

#### *Раздел 4. Люминесценция кристаллофосфоров*

Строение кристаллофосфоров и виды электронных переходов с испусканием люминесценции. Понятие центра люминесценции. Активаторы и соактиваторы.

#### *Раздел 5. Техника и методы люминесцентного анализа*

Элементы установок для измерения люминесцентных характеристик. Время-разрешающая техника люминесцентных измерений.

#### *Раздел 6. Аттестация*

Представление студентами тем, вынесенных на самостоятельную работу, в виде презентаций.

4.2 Структура дисциплины по разделам, формам организации и контролю обучения

№	Название раздела / темы	Ауд. раб. час.		СРС час	Итого	Формы текущего контроля и аттестации
		ЛК	ПР			
1	Введение в дисциплину	1	2	2	5	Дискуссия (Применение люминесценции в окружающей действительности), решение задач (перевод единиц измерения, расчет Стоксова сдвига)
2	Законы люминесценции	1	4	8	13	Работа в группах «Влияние фосфоресценции на эффективность работы детектора ИИ» Контрольная работа* «Описание спектров люминесценции»
3	Особенности люминесценции при различных видах возбуждения	2	6	6	14	Решение задач «Оценка радиационного нагрева исследуемого материала»
4	Люминесценция кристаллофосфоров	2	6	6	14	Работа в группах «Активаторы в минералах»
5	Техника и методы люминесцентного анализа	2	4	4	10	Контрольная работа «Знание терминологии»
6	Аттестация	0	2	6	8	Защита презентаций
	<b>Итого</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>64</b>	

\*При сдаче письменных работ при необходимости со студентом проводится индивидуальное собеседование

Таблица 3

#### 4.3 Распределение компетенций по разделам дисциплины

В представленной таблице отмечены разделы дисциплины, на которых студент получает наибольшее количество информации, направленное на формирование компетенций.

№	Формируемые компетенции	Разделы дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
1	З.1.1		+	+	+		
2	З.2.3				+		
3	З.3.1	+	+	+	+		
4	З.3.2			+		+	
5	З.4.2					+	
6	З.5.2	+	+				+
7	З.5.3	+					+
8	З.12.1	+	+	+	+	+	+
9	У.1.1		+		+		+
10	У.1.2			+		+	
11	У.2.2			+	+	+	
12	У.2.3	+	+	+			
13	У.12.2		+		+		+
14	В.1.3						+
15	В.2.1					+	
16	В.3.1					+	
17	В.4.1		+	+			
18	В.4.3		+	+			
19	В.12.1	+	+		+	+	+
20	В.12.2		+		+		+

## 5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Теория люминесценции» используются следующие образовательные технологии:

Таблица 3

### Методы и формы организации обучения

Методы и форма активизации деятельности	Виды учебной деятельности		
	ЛК	ПР	СРС
Дискуссия	+	+	
Использование компьютера	+	+	+
Командная работа		+	
Опережающая СРС			+
Индивидуальное обучение			+
Проблемно-ориентированное обучение	+		+
Обучение на основе опыта			+

Приветствуется и поощряется инициатива студентов в выборе тематик для самостоятельного освоения материала.

## 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,
- изучение по литературным источникам на английском языке, в том числе, с использованием интернет ресурсов материалов, отраженных в содержании разделов дисциплины.
- подготовка к практическим занятиям
- подготовка к контрольной работе
- подготовка выступления с использованием презентационного оборудования

### 6.2. Содержание самостоятельной работы по дисциплине

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- Тушение люминесценции / Quenching of luminescence
- Применение электролюминесценции / Application of electroluminescence
- Разложение спектра на элементарные полосы методом Алентева-Фока / Decomposition of a spectrum by the Alentsev-Fock method
- Люминофоры для ламп дневного света / Luminophors for fluorescent tubes
- Светодиоды / Light emitting diodes
- Долгозатухающие фосфоры / Long-persistent phosphors
- Запасающие фосфоры / X-ray storage phosphors
- Фосфоры для оптических дисплеев / Phosphors for optical displays
- Сцинтилляторы / Scintillators
- Билюминесценция / Bioluminescence
- Применение триболюминесценции / Application of triboluminescence
- Радиационное старение кристаллофосфоров / Radiation degradation of phosphors
- Антистоксов сдвиг / Anti-Stokes shift
- Люминесценция квантовых точек / Luminescence of quantum dots
- Термостимулированная люминесценция и кривые высвечивания / Thermostimulated luminescence and glow curves
- Особенности возбуждения люминесценции электронным пучком / Peculiarities of cathode excitation of luminescence
- Виды переноса энергии возбуждения (миграционный, резонансный) / Types of excitation energy transfer (migrational, resonant)

### 6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- проведение двух контрольных работ,
- оценка за активную работу и опрос на практических занятиях

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

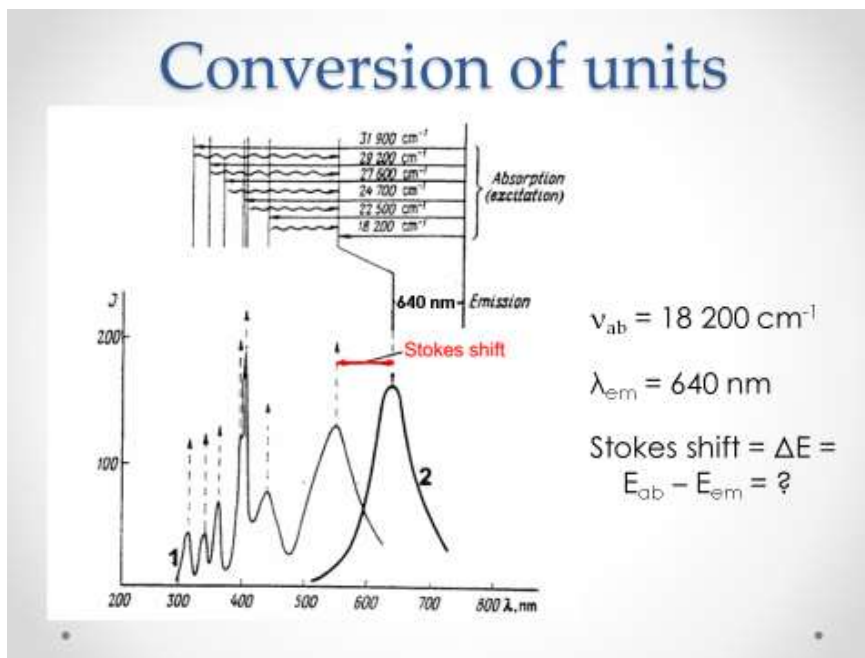
Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Контрольная работа № 1	РД.1 - РД.5
Контрольная работа № 2	РД.1 - РД.5
Зачет	РД.1 - РД.5



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

### 7.1 Примеры задач



### 7.2 Примеры заданий для работы в группах

Влияние фосфоресценции на эффективность работы детектора ИИ

## Impact of phosphorescence

Total intensity of luminescence  $I = I_{fast} + I_{slow}$

$$I_{fast} = I_{ofast} \cdot \exp(-t/\tau)$$

$$I_{slow} = I_{oslow} / (1+t)$$

$I_{ofast} = 1000\text{ arb.u.}$   
 $I_{oslow} = 10\text{ arb.u.}$   
 Decay constant  $\tau = 10^{-6}\text{ s}$   
 Time between pulses  $\Delta t = 10^{-2}\text{ s}$

How many pulses can be resolved until the phosphorescence hides the peaks?

## Активаторы в минералах

Read the text; find information needed to fill in the table. Analyse the results.

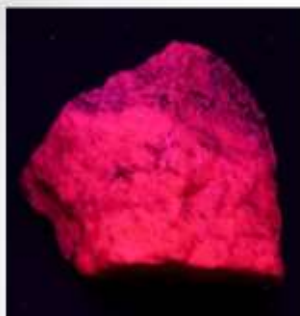
### Willemite



Willemite, zinc silicate, formula  $Zn_2SiO_4$ . As an ore material, willemite is mostly insignificant. However the deposits at Franklin, New Jersey are a glorious exception. Here thousands of tons of the mineral have been mined and the mineral fluoresces a brilliant green in short wave ultraviolet radiation. The fluorescence is caused by partial replacement of zinc by manganese. Extensive tests have shown that maximum intensity of fluorescence occurs at a manganese concentration of 1%. This specimen of willemite in the picture is from Franklin, New Jersey, and is shown fluorescing under short wave ultraviolet radiation

\*4

### Calcite



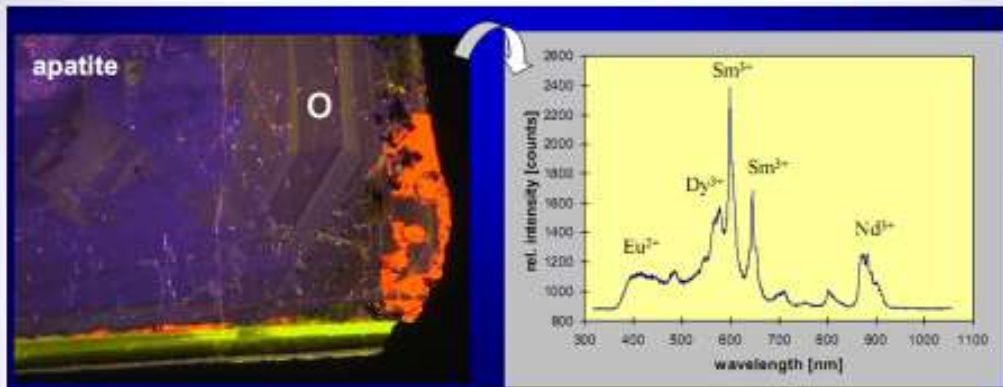
Calcite from Franklin, New Jersey is renowned for its red fluorescence under short wave ultraviolet radiation. Tests have shown that calcium (Ca) can be replaced by di-valent manganese (Mn) and that it is this manganese activator that causes the red fluorescence. Fluorescence is brightest at a manganese concentration of about 1%. The ore body at Franklin contains a significant concentration of manganese and calcite from outside the limits of the ore body does not fluoresce. A co-activator, probably lead, is also necessary to absorb the ultraviolet radiation and transfer the energy to the manganese. Though this specimen of calcite comes from Langban, Sweden it is likely that its red fluorescence is also caused by partial replacement of calcium by di-valent manganese.

...

<i>Activator</i>	<i>Minerals</i>	<i>Colour Effect</i>

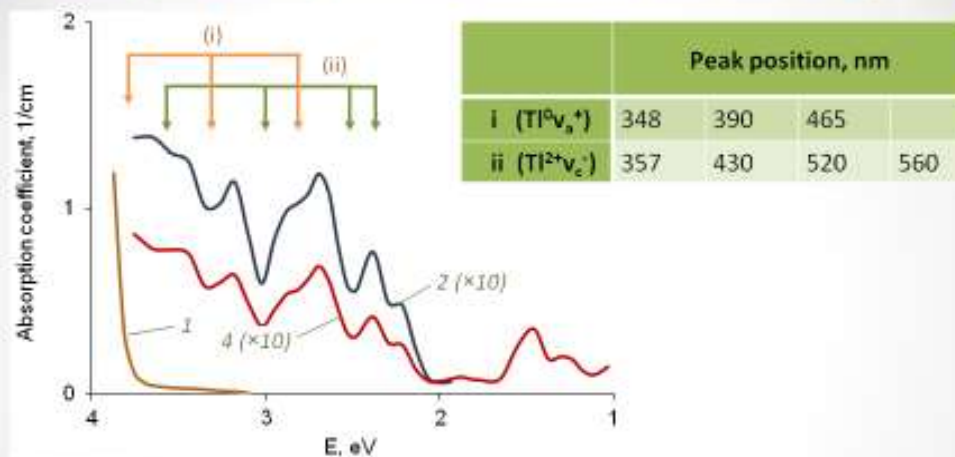
7.1 Примеры заданий контрольной работы «Описание спектров»

## Cathodoluminescent analysis of apatite

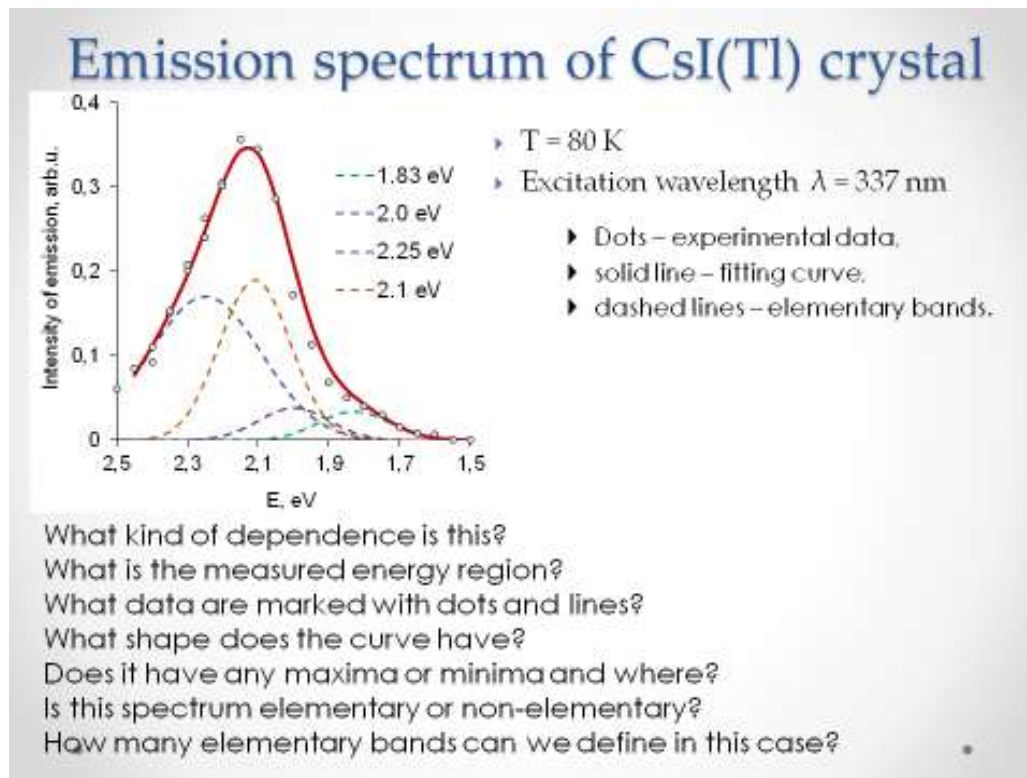


- What physical quantity was measured?
- What physical quantity it depends on?
- How such dependence is usually called?
- What are the regions of measurements?
- What shape does the curve have?
- Are there any maxima and what are their positions and intensities?
- What elements do they correspond?
- How can we match peaks in a spectrum and chemical elements?

## Absorption spectrum of CsI(Tl) crystal



- What kind of dependence is this?
- What is the measured energy region?
- What shape does the curve have?
- Does it have any maxima and where?
- Is this spectrum elementary or nonelementary?
- To what centers of emission do these absorption bands correspond?



### 7.1 Примеры тем презентаций

1. Тушение люминесценции / Quenching of luminescence
2. Применение электролюминесценции / Application of electroluminescence
3. Разложение спектра на элементарные полосы методом Аленцева-Фока / Decomposition of a spectrum by the Alentsev-Fock method
4. Люминофоры для ламп дневного света / Luminophors for fluorescent tubes
5. Светодиоды / Light emitting diodes
6. Долгозатухающие фосфоры / Long-persistent phosphors
7. Запасающие фосфоры / X-ray storage phosphors
8. Фосфоры для оптических дисплеев / Phosphors for optical displays
9. Сцинтилляторы / Scintillators
10. Биолюминесценция / Bioluminescence
11. Применение триболюминесценции / Application of triboluminescence
12. Радиационное старение кристаллофосфоров / Radiation degradation of phosphors
13. Антистоксов сдвиг / Anti-Stokes shift
14. Люминесценция квантовых точек / Luminescence of quantum dots
15. Термостимулированная люминесценция и кривые высвечивания / Thermally stimulated luminescence and glow curves
16. Особенности возбуждения люминесценции электронным пучком / Peculiarities of cathode excitation of luminescence
17. Виды переноса энергии возбуждения (миграционный, резонансный) / Types of excitation energy transfer (migrational, resonant)

## 8. Рейтинг качества освоения дисциплины

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

1. Phosphor Handbook (2006), ed William M. Yen et al. CRC Press: Boca Raton, USA.
2. K.S. Song and R.T. Williams (1993) Self Trapped Excitons, ed M. Carbona et al. Springer Series of Solid State Sciences 105. Berlin: Springer.
3. B.I. Stepanov and V.P. Gribkovskii. (1968) Theory of luminescence, ed S. Chomet. Translated by Scripta Technica Ltd., London: Iliffe.
4. M. Gaft, R. Reisfeld, G. Panczer. Modern luminescence spectroscopy of minerals and materials (2005), Springer, 356 p.
5. [www.geo.uw.edu.pl/ERASMUS/files/Basics\\_of\\_luminescence.pdf](http://www.geo.uw.edu.pl/ERASMUS/files/Basics_of_luminescence.pdf) J. Götze, Cathodoluminescence in geosciences. Short course. Warsaw University, March 09-12 2004.
6. J. Götze. Potential of cathodoluminescence (CL) microscopy and spectroscopy for the analysis of minerals and materials. Analytical and Bioanalytical Chemistry (2002) 374, pp 703–708.



7. [www.chem.ucsb.edu/coursepages/archive/fall03/274-Stucky/Lec15.pdf](http://www.chem.ucsb.edu/coursepages/archive/fall03/274-Stucky/Lec15.pdf)  
Galen Stucky, An Overview of Solid State Materials Chemistry. University of California.
8. [www.britannica.com/EBchecked/topic/351229/luminescence](http://www.britannica.com/EBchecked/topic/351229/luminescence) (09.2014)
9. <http://www.kgg.org.uk> (09.2014)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Учебная аудитория	Корпус 16, ауд. 235

Программа составлена на основе СУОС ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 12.04.02 «ОпTOTехника» и профилю подготовки «Фотонные технологии и материалы», «Светотехника и источники света».

Программа одобрена на заседании кафедры лазерной и световой техники ИФВТ (протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_ 2016 г.).

Автор \_\_\_\_\_ А.А. Карнаухова

Рецензент \_\_\_\_\_ Е.Ф. Полисадова