

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 19.12.2024 15:35:26  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ФОТОМЕТРИЯ**

Направление подготовки  
**16.03.01 Техническая физика**  
Направленность программы бакалавриата  
**Цифровая физика материалов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **механический**

Кафедра **теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

2024

Б1.В.ДВ.01.01

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины .....	5
4. Содержание дисциплины. ....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий. ....	6
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины.....	6
4.3. Занятия лекционного типа.....	6
4.4. Занятия семинарского типа. ....	8
4.4.1. Семинары, практические занятия. ....	8
4.4.2. Лабораторные работы. ....	8
4.5. Самостоятельная работа обучающихся. ....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине. ....	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины. ....	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. ....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	14
10.1. Информационные технологии. ....	14
10.2. Программное обеспечение. ....	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	14
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы. ....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	15
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	16

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Для освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<b>ПК-2</b> Способен применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных методов, аппаратных и программных средств	<b>ПК-2.3.</b> Использование фотометрических методов измерения и контроля	<b>Знать:</b> основы и задачи фотометрии (ЗН-1); <b>Уметь:</b> выбирать способы и методы измерения световых величин (У-1).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы бакалавриата (Б1.В.ДВ.01.01) и изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Изучение дисциплины «Фотометрия» опирается на курсы лекций «Физика», «Физико-химические методы анализа», «Математика», «Электротехника и электроника». Полученные в процессе изучения дисциплины «Фотометрия» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>3/108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>72</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	-
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36 (2)
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	-
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>36</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>КР, Зачёт</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение. Объективные и субъективные методы измерения. Роль спектральных измерений.	2	-	-	4	ПК-2
2	Метрологические основы фотометрии	4	-	10	4	ПК-2
3	Основные законы измерения световых величин	4	-	8	10	ПК-2
4	Методы фотометрии	4	-	10	10	ПК-2
5	Спектральные измерения	4	-	8	8	ПК-2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>-</b>

##### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ПК-2.3	Введение. Объективные и субъективные методы измерения. Роль спектральных измерений. Метрологические основы фотометрии. Основные законы измерения световых величин. Методы фотометрии. Спектральные измерения.

##### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<b>Введение. Объективные и субъективные методы измерения. Роль спектральных измерений.</b> Основные определения. Что изучает фотометрия. Виды излучений.	2	Лекция
2	<b>Метрологические основы фотометрии.</b> Общая классификация измерений и погрешности при их выполнении. Образцовые меры. Общие	4	Лекция-визуализация (ЛВ)

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	понятия об эталонах. Классификация. Первичный эталон единицы силы света. Образцовые средства измерений. Поверочная схема для средств измерений световых величин. Светоизмерительные лампы. Приемники излучения. Глаз как приемник излучения. Основные характеристики физических приемников излучения. Фотоэлементы с внутренним фотоэффектом. Фотоэлементы с внешним фотоэффектом, фотоэлектронные умножители.		
3	<b>Основные законы измерения световых величин.</b> Закон квадратов расстояний. Закон косинусов. Закон Ламберта. Правило Гальбота.	4	ЛВ
4	<b>Методы фотометрии.</b> Способы создания полей сравнения в визуальных светоизмерительных приборах. Измерение силы света. Визуальный метод. Измерение силы света объективным методом. Измерение характеристик пространственного светораспределения. Особенности измерения светораспределения световых приборов дальнего действия. Графическое изображение характеристик световых приборов. Градуировка объективных люксметров. Измерение светового потока. Определение светового потока по данным измерений пространственного распределения. Определение светового потока с помощью светомерного шара. Измерение яркости. Визуальный метод. Объективный метод. Измерение яркости по освещенности оптического изображения. Определение габаритной яркости. Измерение коэффициентов пропускания и отражения. Измерение пропускания оптически прозрачных материалов, светорассеивающих материалов. Определение коэффициента отражения для рассеяно отражающих материалов, зеркально отражающих материалов.	4	ЛВ
5	<b>Спектральные измерения.</b> Основные типы спектральных приборов. Характеристики спектральной аппаратуры. Диспергирующие системы. Спектральные приборы и их характеристики: источники излучения, монохроматоры, кюветы. Схемы спектрофотометров. Градуировка спектральных приборов по длинам волн и определение длины волны неизвестной спектральной линии. Определение ширины щели и ширины спектра.	4	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
	Способы освещения щели. Измерение относительного спектрального распределения энергии излучения по спектру фотоэлектрическим методом и методом фотографической фотометрии. Измерение спектральных коэффициентов пропускания и отражения. Измерение относительной спектральной чувствительности приемников излучения. Измерение цветовой температуры. Измерение спектров люминесценции. Измерение спектров возбуждения люминофоров.		

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

Учебным планом не предусмотрены.

##### 4.4.2. Лабораторные работы.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	<b>Определение яркостных и цветовых характеристик жидкокристаллических дисплеев.</b> Студенты проводят несколько измерений яркости свечения жидкокристаллических дисплеев в разных точках при помощи яркомера. Определяют равномерность распределения яркости по площади экрана. Измеряют спектры свечения дисплеев с помощью спектрофлуориметра и рассчитывают по ним координаты цветности на компьютере. Сравнивают полученные результаты для нескольких различных дисплеев.	10	2	
3	<b>Измерение интенсивности отраженного света металлическими зеркалами.</b> Студенты получают несколько образцов металлических зеркал. При помощи спектрофотометра	8		

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
	измеряют их спектры зеркального отражения. Рассчитывают коэффициенты отражения на компьютере. Сравнивают результаты для всех исследованных образцов.			
4	<p><b>Исследование влияния светофильтра на интенсивность излучения люминофора.</b></p> <p>Студенты получают образец люминофора и несколько различных светофильтров. С помощью спектрофлуориметра измеряют спектр фотолюминесценции исходного люминофора, после чего повторяют измерение, помещая светофильтры между люминофором и спектрофлуориметром. Сравнивают полученные результаты и определяют влияние светофильтров на спектры и интенсивность люминесценции.</p>	4		
4	<p><b>Определение оптической плотности жидких и твердых систем.</b></p> <p>Студенты получают образцы цветных стекол и растворов. При помощи спектрофотометра измеряют их спектры поглощения. Рассчитывают оптическую плотность и сравнивают полученные результаты для исследованных образцов.</p>	2		
4	<p><b>Фотометрическое определение меди в люминофоре ZnS:Cu.</b></p> <p>Студенты получают образец люминофора ZnS:Cu и растворяют его в азотной кислоте. В соответствии со стандартной методикой получают окрашенное соединение меди в растворе и определяют его оптическую плотность на спектрофотометре. Измеряют оптическую плотность стандартных растворов с известным содержанием меди и строят по полученным данным градуировочный график, по которому определяют содержание меди в исследуемом люминофоре.</p>	4		



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
5	<p><b>Измерение спектров излучения люминофоров.</b></p> <p>Студенты получают несколько образцов различных люминофоров и измеряют их спектры фотолюминесценции с помощью спектрофлуориметра. По измеренным спектрам рассчитывают на компьютере координаты цветности исследованных люминофоров и наносят полученные точки на цветовой график. Сравнивают полученные результаты.</p>	8		

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Субъективные методы в фотометрии.	4	Опрос по реферативной части КР
2	Фотометрические характеристики поверхности тел: коэффициенты пропускания и отражения диэлектриков, металлов, полупроводников. Влияние шероховатости поверхности.	4	Опрос по реферативной части КР
3	Излучение спектров ламповых люминофоров. Сравнительные характеристики дисплеев с ЖК, СИД, ГР и ЭЛТ индикаторами.	10	Опрос по реферативной части КР
4	Применение методов фотометрии в астрономии. Современные фотометрические приборы и их использование в научных исследованиях. Фотометрия в биологии и медицине: методы и примеры исследований. Развитие фотометрических методов и их роль в обеспечении точности и достоверности результатов измерений.	10	Опрос по реферативной части КР
5	Спектральные измерения твёрдых тел в инфракрасном диапазоне: особенности и применение. Использование спектроскопии комбинационного рассеяния света для изучения твёрдых веществ. Современные технологии спектральных измерений твёрдых тел и их роль в научных исследованиях и промышленности.	8	Опрос по реферативной части КР

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.spbti.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме защиты курсовой работы и сдачи зачёта.

К зачёту допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачёт предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются двумя вопросами из различных разделов дисциплины.

Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачёте:

### **Вариант № 1**

1. Как энергия светового излучения связана с длиной его волны?
2. Какие существуют цветовые системы координат? Что такое треугольник цветности?

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачтено».

## 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

### а) печатные издания:

1. Алексеев, В.Н. Количественный анализ : Учебник для нехимических спец. вузов / В. Н. Алексеев; под ред. П. К. Агасяна. - 5-е изд., - Москва : Альянс, 2013. - 504 с. : ил. - ISBN 978-5-903034-30-7.
2. Михайлов, О.М. Фотометрия и метрология дисплеев : учебное пособие / О. М. Михайлов, М. М. Сычев, К. А. Огурцов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2015. - 117 с. : ил. - Библиогр.: с. 115.
3. Пупышев, А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ / А. А. Пупышев. - Москва : Техносфера, 2009. - 782 с. : ил. - (Мир химии). - Библиогр.: с. 743 - 782. - ISBN 978-5-94836-231-1.

### б) электронные издания:

1. Булатов, М.И. Фотометрические методы анализа : Учебное пособие / М.И. Булатов, Т.Э. Маметнабиев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра аналитической химии. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2008. – 92 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.11.2024). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
2. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ : Учебник для вузов по специальности "Химия" / Под редакцией Л. Н. Москвина. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург, 2020. - 584 с. - ISBN 978-5-8114-5931-5 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 11.11.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Вершинин, В.И. Аналитическая химия : Учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. - 3-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2019. - 428 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-4121-1 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 11.11.2024). - Режим доступа: по подписке.
4. Сычев, М.М. Измерение яркостных характеристик излучения дисплея при помощи спектроколориметра "ТКА-ВД" : методические указания / М. М. Сычев, К. А. Огурцов, О. М. Михайлов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2015. - 17 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.11.2024). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
5. Определение цветовых координат люминофоров и их смесей: метод. указания / Н.В. Захарова, М.М. Сычев, В.Г. Корсаков [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра теоретических основ материаловедения, Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2011. – 23 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 11.11.2024). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

- учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <https://media.spbti.ru>

- **Электронная библиотека СПбГТИ(ТУ) (на базе ЭБС «БиблиоТех»)**

Принадлежность – собственная СПбГТИ(ТУ).

Договор на передачу права (простой неисключительной лицензии) на использования результата интеллектуальной деятельности ООО «БиблиоТех»

ГК№0372100046511000114\_135922 от 30.08.2011

Адрес сайта – <http://bibl.tti-gti.ru/>

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

[www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

[www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство ИОР (Великобритания);

[www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Фотометрия» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению;

СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования;

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение

пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Операционная система Microsoft Windows 10 Professional;
- Microsoft Office Std, Академическая лицензия, сублицензионный договор №02(03)15 от 20.01.2015, с 20.01.2015 бессрочно;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security;
- Apache OpenOffice.org (Apache 2.0) / LibreOffice (GNU LGPL 3+, MPL2.0).
- PTC Mathcad (ГК №19 от 13.10.08 г. на предоставление академической лицензии на MathCAD University Department Perpetual-200 Floating).

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.
5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. [http://patika.ru/Epasenet\\_patentnie\\_poisk.html](http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html) - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worldddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основное оборудование: столы – 15 шт.; стулья - 29 шт.;

маркерная доска, демонстрационный экран, проектор, компьютер.

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.**

Основное оборудование: столы – 10 шт.; стулья - 19 шт.;

маркерная доска; демонстрационный экран, мультимедийный проектор, компьютер. ИК-микроскоп со спектрофотометром Nicolet FTIR 3600.

Микроскоп люминесцентный ЛЮАМ. Твёрдомер РТП 5011.

Твёрдомер ТШ-2. Универсальный твердомер HBRV-187.5.

Микроскоп сканирующий зондовый «СММ-2000», Анализатор размеров частиц Coulter model N4MD. 3D-сканер Shining3D Model Einscan-SE.

**Лаборатория спектральных измерений:**

Основное оборудование: Спектрофотометр СФ-56, Спектроколориметр ТКА-ВД.

Яркомер ФПЧ-УХЛ4. Лазерный микроанализатор LMA -10. Спектрометр атомно-абсорбционный МГА-915. Дифрактометр рентгеновский Nikolet. Микроинтерферометр МИИ-4У42. Весы WA-21. Установка для измерения краевых углов смачивания и поверхностной энергии. Установка для измерения характеристик электрохромных устройств. Две ультразвуковые ванны УЗУ-0.25. Магнитные мешалки ММ-5.

**Лаборатория химических и термических исследований:**

Основное оборудование: Набор химической посуды и реактивов. рН-метр.

Образцы материалов для проведения испытаний на коррозионную стойкость.

Вытяжной шкаф. Электропечи камерные СНОЛ 3/11 – 2 шт.

Сушильный шкаф ШС-80-01 СПУ. Весы аналитические электронные ВЛР 200.

Закалочная ванна. Сварочный аппарат Ресанта САИ 250. DLP 3D-принтер ANYCUBIC PHOTON 4. Воронка Холла. Шаровая мельница. Вибропривод.

**Лаборатория спектральных измерений:**

Основное оборудование: Спектрофлюориметр AvaSpec 3648.

Исследовательский радиометр IL 1700. Спектрофотометр СФ-46.

Спектроколориметр ТКА-ВД. Яркомер ФПЧ-УХЛ4. RLC метр E7-20.

Вольтметр универсальный электрометрический В7Э-42.

Комплекс измерительный K505. Источник калиброванных напряжений,

Электрометр Keithley. Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-123.

Мегомметр ПС-1. Источник питания постоянного тока Б5-44.

**Лаборатория химических и термических исследований:**

Основное оборудование: Набор химической посуды и реактивов, весы.

Вытяжные шкафы. Сушильный шкаф. Вакуумный сушильный шкаф.

Трубчатая печь сопротивления ПТ-1,2-70. Бидистилляторы стеклянные БС.

Дистилляторы ДЭ-4.

**Помещение для самостоятельной работы.**

Основное оборудование: столы – 54 шт.; стулья - 54 шт.;

маркерная доска, проектор, демонстрационный экран;

компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет» – 24 шт.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Фотометрия»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-2	<b>Способен применять эффективные методы исследования физико-технических объектов, процессов и материалов, проводить стандартные и сертификационные испытания технологических процессов и изделий с использованием современных методов, аппаратных и программных средств</b>	промежуточный

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-2.3.</b> Использование фотометрических методов измерения и контроля.	<b>Знает:</b> основы и задачи фотометрии (ЗН-1);	Ответы на вопросы №1,3-15,17-18, 24, 33,37 к зачёту. Курсовая работа.	Имеет представление об основах метрологии и обеспечения единства измерений в фотометрии.	Знает характеристики излучения, эталоны и основные методы их измерения.	Знает отличительные особенности эталонов, единиц измерения и взаимосвязь характеристик излучения.
	<b>Умеет:</b> выбирать способы и методы измерения световых величин (У-1).	Ответы на вопросы №2, 16, 19-23,25-32,34-36,38,39 к зачёту. Курсовая работа.	Имеет представления о практическом применении теоретической метрологии, о методах и приборах измерения световых величин.	Может предложить метод и прибор для измерения световых величин для заданного материала или изделия.	Знает отличительные особенности фотометрических методов измерения световых величин, виды приборов, их принцип действия, устройство и как осуществляется поверка.



Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

Промежуточная аттестация по курсу «Фотометрия» проводится по результатам защиты курсовой работы и сдачи зачёта.

Для получения зачёта должен быть достигнут «пороговый» уровень сформированности компетенций.

**3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**  
**Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:**

**Теоретический вопрос:**

1. Основы и задачи метрологии. Обеспечение единства измерений.
2. Практическое применение разработок теоретической метрологии.
3. Международная система единиц.
4. Что такое поток излучения, в каких единицах он измеряется?
5. Что такое коэффициенты отражения, поглощения и пропускания?
6. Фотометрия и её метрологическое обеспечение.
7. Как устроен эталон единицы силы света?
8. В каких единицах измеряется сила света, световой поток, освещенность, светимость, яркость, световая энергия, световая экспозиция? Размерность этих единиц, как они взаимосвязаны?
9. Как энергия светового излучения связана с длиной его волны?
10. Каков диапазон длин волн видимого света?
11. Дисперсия света и цвет тел.
12. Какие существуют цветовые системы координат? Что такое треугольник цветности?
13. Релятивистская теория некоторых оптических явлений.
14. Принцип Гюйгенса в толковании Френеля.
15. Оптическая пирометрия.
16. Как устроен оптический пирометр?
17. Основные законы геометрической оптики.
18. Основные приёмы фотометрических измерений.
19. Теория фотометрического метода.
20. Методы дифференциальной фотометрии.
21. Фотометрический метод анализа.
22. Как осуществляется поверка средств измерения световых величин?
23. Как устроены светоизмерительные лампы?
24. Что такое интегральная и спектральная чувствительность приемника излучения?
25. Как устроены фотоэлементы с внешним и внутренним фотоэффектом?
26. Как устроен фотоумножитель?
27. Как формулируются законы Ламберта и Тальбота?
28. Какие существуют методы создания полей сравнения в визуальных светоизмерительных приборах?
29. Какие существуют приборы для визуального измерения силы света?
30. Как сила света измеряется объективным методом?
31. Как измеряют световой поток с помощью светомерного шара?
32. Как производится измерение яркости визуальным и объективным методами?
33. Что такое габаритная яркость?
34. Как измеряют коэффициент пропускания для оптически прозрачных материалов?
35. Как измеряют коэффициент пропускания для светорассеивающих материалов?
36. Как классифицируют спектральные приборы?
37. Что такое разрешающая способность спектрального прибора?
38. Как устроен монохроматор?
39. Как определяют квантовый и энергетический выходы люминесценции?

#### **4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.

Выполнение курсовой работы по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 044-2012. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Курсовой проект. Курсовая работа. Общие требования.

#### **5. Курсовая работа.**

##### **5.1 Часть № 1 (расчётная)**

##### **Варианты заданий по курсовой работе:**

##### **Вариант №1**

Задача №1. Лампа, подвешенная к потолку, дает в горизонтальном направлении силу света  $I = 50$  кд. Какой световой поток  $\Phi$  падает на картину площадью  $S = 0,6 \text{ м}^2$ , висящую вертикально на стене на расстоянии  $r = 1,5$  м от лампы, если на противоположной стене находится большое зеркало на расстоянии  $a = 1,8$  м от лампы?

Задача №2. Над центром круглого стола диаметром  $D = 1,5$  м висит лампа с силой света  $I = 80$  кд. Найти изменение освещенности  $E$  края стола при постепенном подъеме лампы в интервале  $0,3 < h < 1,1$  м каждые  $0,2$  м. Построить график  $E = f(h)$ .

Задача №3. В центре круглого стола диаметром  $D = 1,5$  м стоит настольная лампа из одной электрической лампочки, расположенной на высоте  $h_1 = 30$  см от поверхности стола. Над центром стола на высоте  $h_2 = 1,9$  м от его поверхности висит люстра из четырех таких же лампочек. В каком случае получится большая освещенность на краю стола (и во сколько раз): когда горит настольная лампа или когда горит люстра?

##### **5.2 Часть № 2 (аналитическая)**

Реферативная часть включает написание обзора на заданную тему.

##### **Темы курсовых работ:**

1. Яркость и контраст разных средств отображения информации (дисплеев).
2. Сравнительные характеристики дисплеев с ЖК, СИД, ГР и ЭЛТ индикаторами.
3. Опыт измерения пространственного распределения коэффициентов  $\beta$  и показателей  $q$  яркости при диффузном отражении.
4. Сертификация средств отображения информации на рабочих местах.
5. Методы (и установки) для измерения оптических параметров средств отображения информации индивидуального и коллективного пользования.
6. Измерения и испытания оптико-электронных элементов средств отображения информации.
7. Фотометрия – основа метрологического обеспечения эргономики дисплеев.
8. Цветность, мощность и индикатриса излучения дисплея с ЖКИ.
9. Белый цвет и стандартное белое излучение.
10. Испытание изделий на соответствие в системе технического регулирования световых и цветовых измерений.
11. «Средства отображения информации коллективного пользования». Требование к визуальному отображению информации и способы измерения.
12. Диффузный осветитель – имитатор внешнего мешающего излучения (б/н).
13. Эргономические требования к работе с визуальными дисплеями, основанными на плоских панелях.
14. “Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ)” Требования к дисплеям при наличии отражений.
15. Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ)”. Требования к отображаемым цветам.

16. Фотометрические характеристики поверхности тел: коэффициенты пропускания и отражения диэлектриков, металлов, полупроводников. Влияние шероховатости поверхности.
17. Виды освещения.
18. Фотометрия в астрономии.
19. Оптические пирометры. Типы, устройство, классификация, применение.
20. 3D mapping. История, виды, применение.
21. Монохроматор. Виды, принцип работы.
22. Освещенность рабочего места.
23. Теплый белый и холодный белый свет. Способы создания. Влияние на человека.
24. История светодиодного освещения.
25. Глаз человека. Работа зрительного аппарата. Эволюция глаза.