

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Шехонин А.А.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012  
\_\_\_\_\_ м.п.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б.3.1.12 Оптические измерения**

Направление подготовки 200400 Оптотехника

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Профиль подготовки бакалавра Прикладная и компьютерная оптика, Проектирование  
и метрология оптико-электронных приборов,  
Оптические технологии и материалы,  
Оптико-электронные приборы и системы

Форма обучения очная

Выпускающие кафедры Прикладной и компьютерной оптики, Компьютеризации  
и проектирования оптических приборов, Оптических  
технологий, Оптико-электронных приборов и систем

Кафедра-разработчик рабочей программы Прикладной и компьютерной оптики

Семестр	Трудоем- кость час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
5	136	17	–	34	85	экзамен
Итого	136	17	–	34	85	экзамен

Санкт-Петербург

2012 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО
3. Структура и содержание дисциплины
4. Формы контроля освоения дисциплины
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы преподавания
- Приложение 3. Технологии и формы обучения
- Приложение 4. Оценочные средства и методики их применения
- Приложение 5. Таблица планирования результатов обучения

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 200400 Опотехника

Программу составили:

Кафедра Прикладной и Компьютерной Оптики

\_\_\_\_\_ Кирилловский В.К., д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ Точилина Т.В., к.т.н., доцент

Эксперт:

Ведущий научный сотрудник Института лазерной физики НПК «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова»

\_\_\_\_\_ А.П. Жевлаков, к.ф.-м.н., ст.н.с.

Программа одобрена на заседании УМК факультета оптико-информационных систем и технологий

Председатель УМК оптико-информационных систем и технологий

\_\_\_\_\_ И.А. Коняхин, д.т.н., профессор

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение следующих результатов образования (РО):

### **знания:**

**на уровне представлений:** обобщенная систематизация классических и современных методов и средств оптических измерений оптических систем и элементов, классические и современные принципы оценки и измерений оптических систем и элементов; классификация направлений измерения параметров оптических систем и элементов, основы создания принципиально новых методов и аппаратуры; методы и средства радикального расширения диапазона измерений при многократном повышении точности и снижении погрешностей, существенное повышение чувствительности и оперативности оптических измерений. Методы синтеза инновационных схемных решений методов и средств измерений в связи с требованиями к качеству и параметрам систем различного назначения. Современный подход, математический аппарат, алгоритмы и программы для высокоточного измерения параметров и количественных характеристик оптических систем и элементов, обработки данных при измерительных наблюдениях и исследованиях, интерпретации полученных результатов;

**на уровне воспроизведения:** традиционные и современные критерии качества оптических поверхностей и систем; принципы и схемы различных методов измерений оптических элементов и систем различного типа и назначения. Методы и аппаратура оптических измерений первого, второго и третьего поколения, принципиальной различие в их построении и возможностях;

**на уровне понимания:** понятие о методах и принципах измерения параметров и характеристик оптических систем и элементов, принципы синтеза современных методов и средств оптических измерений в соответствии с поставленными научными и практическими задачами;

### **умения:**

**теоретические:** анализировать функциональные и принципиальные схемы оптических контрольно-измерительных устройств и обосновывать требования к их оптическим и метрологическим характеристикам;

**практические:** работы на основных измерительных оптических приборах для геометрических, фотометрических и интерференционных измерений;

**навыки:** работы на аппаратуре оптических измерений, выполнения измерений, обработки данных измерительных наблюдений, получения результатов измерений и оценки погрешностей; представление об основных пакетах компьютерных программ для обработки результатов оптических измерений.

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

### **общекультурных**

ОК-1 – способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;

ОК-7 – способность к личностному развитию и повышению профессионального мастерства;

ОК-8 – способность критически оценивать результаты своей деятельности, определять пути их улучшения;

### **профессиональных**

ПК-1 – способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ПК-4 – способность выполнять экспериментальные работы, обрабатывать и эффективно представлять полученные результаты;

ПК-5 – способность соблюдать требования метрологии, стандартизации, сертификации при осуществлении профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина «Оптические измерения» относится к циклу профессиональных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание системы классических и современных методов и средств оптических измерений, принципы и схемы различных методов измерений оптических элементов и систем различного типа и назначения. Методы и аппаратура оптических измерений первого, второго и третьего поколения, визуальные, электронные и компьютерные; умение определять стратегию исследования, безошибочно определять направление выбора либо синтеза методов и аппаратуры для исследования оптических систем и измерения параметров их элементов, Умение выбирать оптимальное направление исследования, методы и аппаратуру достижения наилучших результатов наиболее эффективными и экономичными средствами; владение навыками работы на основных измерительных оптических приборах для геометрических, фотометрических и интерференционных измерений.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Введение в специальность», «Основы оптики», «Прикладная оптика», «Оптические материалы и технологии» и служит основой для освоения дисциплин «Методы исследования и контроля качества оптических систем», «Приборы для научных исследований», «Компьютерные методы оптического контроля».

В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в разделе «Цели освоения дисциплины»:

№ п/п	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<i>Общекультурные компетенции</i>			
1.	ОК-1 – способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения	Введение в специальность, Основы оптики, Прикладная оптика, Оптические материалы и технологии	Методы исследования и контроля качества оптических систем, Приборы для научных исследований, Компьютерные методы оптического контроля
2.	ОК-7 – способность к личностному развитию и повышению профессионального мастерства	Введение в специальность, Основы оптики, Прикладная оптика, Оптические материалы и технологии	Методы исследования и контроля качества оптических систем, Приборы для научных исследований, Компьютерные методы оптического контроля
3.	ОК-8 – способность критически оценивать результаты своей деятельности, определять пути их улучшения	Введение в специальность, Основы оптики, Прикладная оптика, Оптические материалы и технологии	Методы исследования и контроля качества оптических систем, Приборы для научных исследований, Компьютерные методы оптического контроля

№ п/п	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<i>Профессиональные компетенции</i>			
4.	ПК-1 – способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Введение в специальность, Основы оптики, Прикладная оптика, Оптические материалы и технологии	Методы исследования и контроля качества оптических систем, Приборы для научных исследований, Компьютерные методы оптического контроля
5.	ПК-4 – способность выполнять экспериментальные работы, обрабатывать и эффективно представлять полученные результаты	Введение в специальность, Основы оптики, Прикладная оптика, Оптические материалы и технологии	Методы исследования и контроля качества оптических систем, Приборы для научных исследований, Компьютерные методы оптического контроля
6.	ПК-5 – способность соблюдать требования метрологии, стандартизации, сертификации при осуществлении профессиональной деятельности	Введение в специальность, Основы оптики, Прикладная оптика, Оптические материалы и технологии	Методы исследования и контроля качества оптических систем, Приборы для научных исследований, Компьютерные методы оптического контроля
7.	ПК-11 – способность выполнять оптические, фотометрические и электрические измерения по стандартным методикам, а также обрабатывать полученные результаты	Введение в специальность, Основы оптики, Прикладная оптика, Оптические материалы и технологии	Методы исследования и контроля качества оптических систем, Приборы для научных исследований, Компьютерные методы оптического контроля
8.	ПК-12 – способность оформлять отчетные материалы по результатам работ	Введение в специальность, Основы оптики, Прикладная оптика, Оптические материалы и технологии	Методы исследования и контроля качества оптических систем, Приборы для научных исследований, Компьютерные методы оптического контроля

№ п/п	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
9.	ПК-13 – способность осуществлять настройку, наладку, юстировку и опытную проверку оптических, оптико-электронных и лазерных узлов и устройств	Введение в специальность, Основы оптики, Прикладная оптика, Оптические материалы и технологии	Методы исследования и контроля качества оптических систем, Приборы для научных исследований, Компьютерные методы оптического контроля

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 136 часов.

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Метрологические основы и теоретическая база методов и аппаратуры оптических измерений	9	–	18	42	69
2	Теоретические основы и аппаратное обеспечение измерения параметров качества изображения и аберраций	8	–	16	43	67
<b>ИТОГО:</b>		<b>17</b>	<b>–</b>	<b>34</b>	<b>85</b>	<b>136</b>

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

##### Раздел 1. «Метрологические основы и теоретическая база методов и аппаратуры оптических измерений».

- 1.1. Теория и методы оптических измерений
  - 1.1.1. Основные понятия метрологии.
  - 1.1.2. Теория оптических измерений.
  - 1.1.3. Основные принципы оптических измерений.
  - 1.1.4. Классификация методов оптических измерений: методы, основанные на анализе оптического изображения, на анализе формы волнового фронта, на анализе световых потоков.
  - 1.1.5. Роль и характер оптического изображения при измерениях.
  - 1.1.6. Теория чувствительности оптических измерительных наводок.
  - 1.1.7. Расчет чувствительности наводок, исходя из параметров оптического измерительного прибора.

- 1.1.8. Выбор характеристик оптической системы, для измерительного прибора, исходя из значения допустимой погрешности наведения.
- 1.2. Оптические измерительные приборы
  - 1.2.1. Объекты и задачи измерения, измерительные схемы и особенности их функциональной структуры.
  - 1.2.2. Типовые узлы оптических измерительных приборов (коллиматор, автоколлиматор, микроскоп, автоколлимационный микроскоп и другие).
  - 1.2.3. Функциональные блоки оптических измерительных приборов (устройства наведения, отсчетные устройства, осветительные устройства, приемники изображения, компьютерные комплексы и другие).
  - 1.2.4. Приборы производственного контроля.
  - 1.2.5. Структура оптических измерительных схем и их унификация.
  - 1.2.6. Источники погрешностей оптических измерений, связанные с измерительными приборами, и пути их устранения.
- 1.3. Измерения параметров оптических материалов
  - 1.3.1. Измерения параметров оптических материалов (методы, схемы, обработка данных): показателя преломления, пропускания, светорассеяния, неоднородности, двойного лучепреломления.
- 1.4. Измерения геометрических параметров оптических деталей
  - 1.4.1. Измерения геометрических параметров оптических деталей и узлов (методы, схемы, обработка данных): толщины линз, воздушных промежутков, радиусов кривизны, углов призм и клиньев, формы поверхности, децентрировки.
  - 1.4.2. Измерения толщины и показателей преломления оптических покрытий.

## **Раздел 2. «Теоретические основы и аппаратное обеспечение измерения параметров качества изображения и аберраций».**

- 2.1. Интерференционные измерения
  - 2.1.1. Интерференционные измерения (методы, схемы, обработка данных): принципы интерферометрии; типовые схемы интерферометров; виды интерференционных картин; расшифровка интерферограмм.
  - 2.1.2. Измерения: погрешностей формы оптических поверхностей, аберраций и ошибок изготовления оптических систем и элементов, дефектов оптических материалов, показателей преломления, длины, параметров тонких пленок.
- 2.2. Измерение характеристик оптических систем
  - 2.2.1. Измерение характеристик оптических систем (методы, схемы, обработка данных): фокусных расстояний, увеличения, апертур, дисторсии, светопропускания, аберраций, децентрировки.
  - 2.2.2. Измерения аберраций оптических систем: теневой метод Фуко, метод Гартмана.
- 2.3. Исследования качества оптического изображения
  - 2.3.1. Исследования качества оптического изображения (методы, схемы, обработка данных): характеристики и критерии качества изображения; измерение разрешающей способности, функций рассеяния, модуляционных передаточных функций.

### 3.2. Лекции

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Тема лекции
1.	1	3	Теория и методы оптических измерений
2.	1	2	Оптические измерительные приборы
3.	1	2	Измерения параметров оптических материалов
4.	1	2	Измерения геометрических параметров оптических деталей
5.	2	2	Интерференционные измерения
6.	2	4	Измерение характеристик оптических систем
7.	2	2	Исследования качества оптического изображения
Итого:		<b>17</b>	

### 3.3. Практические занятия

Не предусмотрены.

### 3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Наименование лаборатории	Трудоемкость, часов
1.	1	Измерение показателя преломления и дисперсии на рефрактометрах	Лаборатория «Оптические измерения»	6
2.	1	Измерение радиуса кривизны оптической поверхности на кольцевом сферометре и на автоколлимационном микроскопе	Лаборатория «Оптические измерения»	6
3.	1	Измерение углов оптических элементов на автоколлиматоре и на гониометре	Лаборатория «Оптические измерения»	6
4.	2	Измерение толщины тонких пленок на микроинтерферометре	Лаборатория «Оптические измерения»	5
5.	2	Измерение фокусных расстояний оптических систем с помощью фокометра Аббе, методом Фабри-Юдина и с помощью фококоллиматора. Установка трех зрительных труб на бесконечность и измерение фокусного расстояния оптического элемента	Лаборатория «Оптические измерения»	6
6.	2	Измерение оптических характеристик объектива и телескопического прибора на оптической скамье	Лаборатория «Оптические измерения»	5
Итого:				<b>34</b>



### 3.5. Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид СРС	Трудоемкость, часов
Раздел 1	1.	Изучение теоретического материала. Текущее тестирование	12
	2.	Подготовка к лабораторным работам	10
	3.	Оформление отчета по лабораторным работам	10
	4.	Самостоятельное выполнение дополнительных/творческих работ	10
Раздел 2	5.	Изучение теоретического материала. Текущее тестирование	13
	6.	Подготовка к лабораторным работам	10
	7.	Оформление отчета по лабораторным работам	10
	8.	Самостоятельное выполнение дополнительных/творческих работ	10
Итого:			<b>85</b>

### 3.6. Домашние задания, типовые расчеты и т.п.

Не предусмотрены.

### 3.7. Рефераты

Не предусмотрены.

### 3.8. Курсовые работы по дисциплине

Не предусмотрены.

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль освоения дисциплины проводится в соответствии с бально-рейтинговой системой (БАРС) с временным интервалом накопления баллов 2 недели и включает в себя текущую аттестацию и промежуточный контроль.

**Текущая аттестация** студентов производится раз в 2 недели лектором и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

- тестирование;
- выполнение и защита отчета лабораторных работ;
- выполнение домашних заданий;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – своевременная сдача тестов, отчетов к лабораторным работам и письменных домашних заданий.

**Рубежная аттестация** студентов производится по окончании модуля в следующей форме:

- выполнение дополнительных/творческих работ.

**Промежуточный контроль** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, тесты и методы контроля, позволяющие оценить РО по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 4.

Критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения приведены в Приложениях 4 и 5 к Рабочей программе.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: НИУ ИТМО, 2011. – 158 с.
2. Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник задач. Часть 1. Измерение геометрических параметров. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 107 с.
3. Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Учебное пособие по лабораторному практикуму. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 117 с.
4. Зверев В.А., Кривоустова Е.В., Точилина Т.В. Оптические материалы. Часть 1. – СПб: СПбГУ ИТМО. – 2009. – 244 с.
5. Оптические измерения [Электронный учебник]. – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО. (<http://cde.ifmo.ru>).
6. Электронно-библиотечная система. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] Кирилловский, В.К. Современные оптические исследования и измерения. – Лань, 2010. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=555](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=555)

б) дополнительная литература:

7. Андреев А.Н., Гаврилов Е.В., Ишанин Г.Г., Кирилловский В.К. и др.: учеб. пособие. Оптические измерения. – М.: Университетская книга; ЛОГОС. – 2008. – 416 с.
8. Кирилловский В.К., Ле Зуи Туан. Оптические измерения. Часть 6. Инновационные направления в оптических измерениях и исследованиях оптических систем. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО. – 2008. – 131 с.
9. Кирилловский В.К. Оптические измерения. Часть 5. Аберрации и качество изображения. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО. – 2006. – 107 с.
10. Кирилловский В.К. Оптические измерения. Часть 4. Оценка качества оптического изображения и измерение его характеристик. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО. – 2005. – 67 с.
11. Кирилловский В.К. Оптические измерения. Часть 3. Функциональная схема прибора оптических измерений. Типовые узлы. Оптические измерения геометрических параметров. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО. – 2005. – 67 с.
12. Еськова Л.М., Кривоустова Е.В. Оптические измерения. Задачник. – СПб: СПбГУ ИТМО. – 2005. – 111 с.
13. Кирилловский В.К. Оптические измерения. Часть 2. Теория чувствительности оптических измерительных наводок. Роль оптического изображения. Учебное пособие. – СПб: СПб ГИТМО (ТУ). – 2003. – 60 с.
14. Кирилловский В.К. Оптические измерения. Часть 1. Введение в общие вопросы. Точность оптических измерений. Учебное пособие. – СПб: СПб ГИТМО (ТУ). – 2003. – 43 с.

в) программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

15. Электронный учебник «Оптические измерения» в системе ДО «Academic NT».
16. Электронные презентации по дисциплине «Оптические измерения» в системе ДО «Academic NT».
17. Электронные тесты по дисциплине «Оптические измерения» в системе ДО «Academic NT».
18. Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к

- лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: НИУ ИТМО, 2011. – 158 с. (<http://books.ifmo.ru/?out=books&year=2011>).
19. Зверев В.А., Кривоустова Е.В., Точилина Т.В. Оптические материалы. Часть 1. – СПб: СПбГУ ИТМО. – 2009. – 244 с. (<http://books.ifmo.ru/?out=books&year=2009>).
  20. Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Учебное пособие по лабораторному практикуму – СПб: СПбГУ ИТМО. – 2009. – 117 с. (<http://books.ifmo.ru/?out=books&year=2009>).
  21. Кирилловский В.К., Ле Зуй Туан. Оптические измерения. Часть 6. Инновационные направления в оптических измерениях и исследованиях оптических систем. – СПб: СПбГУ ИТМО. – 2008. – 131 с. (<http://books.ifmo.ru/?out=books&year=2008>).
  22. Кирилловский В.К. Оптические измерения. Часть 5. Аберрации и качество изображения. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО. – 2006. – 107 с. (<http://aco.ifmo.ru/student/library.html>).
  23. Кирилловский В.К. Оптические измерения. Часть 4. Оценка качества оптического изображения и измерение его характеристик. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО. – 2005. – 67 с. (<http://aco.ifmo.ru/student/library.html>).
  24. Кирилловский В.К. Оптические измерения. Часть 3. Функциональная схема прибора оптических измерений. Типовые узлы. Оптические измерения геометрических параметров. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО. – 2005. – 67 с. (<http://aco.ifmo.ru/student/library.html>).
  25. Кирилловский В.К. Оптические измерения. Часть 2. Теория чувствительности оптических измерительных наводок. Роль оптического изображения. Учебное пособие. – СПб: СПб ГИТМО (ТУ). – 2003. – 60 с. (<http://aco.ifmo.ru/student/library.html>).
  26. Кирилловский В.К. Оптические измерения. Часть 1. Введение в общие вопросы. Точность оптических измерений Учебное пособие. – СПб: СПб ГИТМО (ТУ). – 2003. – 43 с. (<http://aco.ifmo.ru/student/library.html>).

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Лекционные занятия:
  - а. комплект электронных презентаций/слайдов,
  - б. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).
2. Практические занятия:  
не предусмотрены.
3. Лабораторные работы
  - а. Лаборатория «Оптические измерения», оснащенная рефрактометрами ИРФ-22 и ИРФ-23; микроинтерферометром МИИ-4; кольцевым сферометром ИЗС-7; автоколлимационным микроскопом; автоколлиматором ГОИ; гониометром ГС-5; тремя зрительными трубами; фокометрами Аббе и Фабри-Юдина; фококоллиматором; оптическими скамьями ОСК-2 и ОСК-3 с комплектами приспособлений.
4. Прочее
  - а. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Оптические измерения» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 200400 «Оптотехника». Дисциплина реализуется на факультете оптико-информационных систем и технологий Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики кафедрой прикладной и компьютерной оптики.

Дисциплина нацелена на формирование общекультурных компетенций:

- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- способность к личностному развитию и повышению профессионального мастерства (ОК-7);
- способность критически оценивать результаты своей деятельности, определять пути их улучшения (ОК-8);

профессиональных компетенций выпускника:

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-1);
- способность выполнять экспериментальные работы, обрабатывать и эффективно представлять полученные результаты (ПК-4);
- способность соблюдать требования метрологии, стандартизации, сертификации при осуществлении профессиональной деятельности выпускника (ПК-5).

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами и аппаратурой измерения параметров и характеристик оптических систем и элементов в процессе их производства и эксплуатации.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме тестов, выполнения домашних заданий, выполнения и защиты лабораторных работ, рубежный контроль в форме выполнения дополнительных/творческих работ и промежуточный контроль в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 136 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (17 часов), лабораторные (34 часа) занятия и (85 часов) самостоятельной работы студента.

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

### Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

#### I. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

**Информационные технологии:** использование электронных образовательных ресурсов (электронный учебник, комплект электронных презентаций и тестов по дисциплине, размещенных в системе AcademicNT) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям (разделы дисциплины 1–2).

**Работа в команде:** совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ по разделу 1 «Метрологические основы и теоретическая база методов и аппаратуры оптических измерений» и разделу 2 «Теоретические основы и аппаратурное обеспечение измерения параметров качества изображения и аберраций».

**Проблемное обучение:** стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

**Междисциплинарное обучение:** использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте задачи усвоения лекционного материала, выполнения лабораторных работ и подготовки к их защите (разделы дисциплины 1–2).

**Опережающая самостоятельная работа:** изучение студентами нового материала, необходимого для выполнения лабораторных работ до его изучения в ходе аудиторных занятий.

#### II. Виды и содержание учебных занятий

##### Раздел 1. Метрологические основы и теоретическая база методов и аппаратуры оптических измерений

**Теоретические занятия (лекции) – 9 часов.**

**Лекция 1. Информационная лекция.** Теория и методы оптических измерений. Ответы на вопросы.

**Лекция 2. Информационная лекция.** Оптические измерительные приборы. Ответы на вопросы.

**Лекция 3. Информационная лекция.** Измерения параметров оптических материалов. Ответы на вопросы.

**Лекция 4. Информационная лекция.** Измерения геометрических параметров оптических деталей. Ответы на вопросы.

**Практические и семинарские занятия.**

Не предусмотрены.

**Лабораторный практикум – 18 часов, 3 работы.**

1. Наименование работы: «Измерение показателя преломления и дисперсии на рефрактометрах».

Форма выполнения: в группах по 2 человека, работа на реальном оборудовании.

Цель работы: измерение углов выхода лучей на приборе ИРФ-23 и нахождение показателя преломления призмы, а также коэффициента дисперсии; измерение показателя преломления и коэффициента дисперсии испытуемой жидкости на приборе ИРФ-22; оценка предела случайной составляющей погрешности на приборе ИРФ-23.

Используемое оборудование: рефрактометры ИРФ-22 и ИРФ-23.

2. Наименование работы: «Измерение радиуса кривизны оптической поверхности на кольцевом сферометре и на автоколлимационном микроскопе».

Форма выполнения: в группах по 2 человека, работа на реальном оборудовании.

Цель работы: измерение радиуса кривизны сферических поверхностей линз и пары пробных стекол на кольцевом сферометре; измерение радиуса кривизны шарика методом обыкновенных (однократных) измерений на автоколлимационном микроскопе; нахождение предела случайной погрешности визирования; вычисление порога чувствительности наводок.

Используемое оборудование: кольцевой сферометр ИЗС-7; автоколлимационный микроскоп; набор сферических поверхностей и пробных стекол.

3. Наименование работы: «Измерение углов оптических элементов на автоколлиматоре и на гониометре».

Форма выполнения: в группах по 2 человека, работа на реальном оборудовании.

Цель работы: измерение угла призмы и клина на автоколлиматоре и гониометре; измерение пирамидальности прямоугольной призмы; нахождение предела случайной погрешности визирования; вычисление порога чувствительности наводок.

Используемое оборудование: автоколлиматор ГОИ; гониометр ГС-5; набор призм и клиньев.

#### **Управление самостоятельной работой студента.**

Формы управления самостоятельной работой студента: консультации по содержанию теоретического материала, оформлению и защите лабораторных работ.

### **Раздел 2. Теоретические основы и аппаратное обеспечение измерения параметров качества изображения и аберраций**

#### **Теоретические занятия (лекции) – 8 часов.**

**Лекция 5. Информационная лекция.** Интерференционные измерения. Ответы на вопросы.

**Лекция 6. Информационная лекция.** Измерение характеристик оптических систем. Ответы на вопросы.

**Лекция 7. Информационная лекция.** Исследования качества оптического изображения. Ответы на вопросы.

#### **Практические и семинарские занятия.**

Не предусмотрены.

#### **Лабораторный практикум – 16 часов, 3 работы.**

4. Наименование работы: «Измерение толщины тонких пленок на микроинтерферометре».

Форма выполнения: в группах по 2 человека, работа на реальном оборудовании.

Цель работы: измерение толщины тонких пленок на микроинтерферометре МИИ-4; оценить погрешность измерения; найти характеристику точности метода визирования; рассчитать пределы измерения толщины пленок с помощью МИИ-4.

Используемое оборудование: микроинтерферометром МИИ-4; набор образцов тонких пленок.

5. Наименование работы: «Измерение фокусных расстояний оптических систем с помощью фокометра Аббе, методом Фабри-Юдина и с помощью фококоллиматора. Установка трех зрительных труб на бесконечность и измерение фокусного расстояния оптического элемента».

Форма выполнения: в группах по 2 человека, работа на реальном оборудовании.

Цель работы: измерение фокусных расстояний оптических систем с помощью фокометра Аббе, фококоллиматора и методом Фабри-Юдина; найти характеристику точности визирования; оценка погрешностей измерения; установка зрительных труб на бесконечность; измерение фокусного расстояния линзы и оценка погрешности измерения; найти положение плоскости наилучшего изображения зрительной трубы; вычислить характеристику точности метода фокусировки и сравнить ее с порогом чувствительности продольных наводок.

Используемое оборудование: три зрительные трубы; фокометры Аббе и Фабри-Юдина; фококоллиматор; набор исследуемых объективов.

6. Наименование работы: «Измерение оптических характеристик объектива и телескопического прибора на оптической скамье».

Форма выполнения: в группах по 2 человека, работа на реальном оборудовании.

Цель работы: измерение видимого увеличения телескопического прибора; измерение размера и удаления выходного зрачка, определение размера входного зрачка объектива и телескопического прибора; определение функции линейного виньетирования объектива при наибольшем и наименьшем относительном отверстии; проверка диоптрийной шкалы окуляра; измерение разрешающей способности объектива и телескопического прибора наблюдением штриховой миры; измерение углового поля телескопического прибора в пространстве предметов; измерение фокусного расстояния и заднего фокального отрезка объектива.

Используемое оборудование: оптические скамьи ОСК-2 и ОСК-3 с комплектами приспособлений.

#### **Управление самостоятельной работой студента.**

Формы управления самостоятельной работой студента: консультации по содержанию теоретического материала; методам решения задач; оформлению и защите лабораторных работ.

#### **Курсовые работы**

Не предусмотрены.

### ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

#### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 136 часов, из них 51 час аудиторных занятий и 84 часа, отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины осуществляется в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов СПбГУ ИТМО (БаРС).

Формы контроля и критерии оценивания приведены в Приложениях 4 и 5 к Рабочей программе.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
<b>Раздел 1. «Метрологические основы и теоретическая база методов и аппаратуры оптических измерений»</b>			
Подготовка к лекции № 1	Самостоятельное изучение вопросов 1.1.1–1.1.8	3	См. подразделы 1.1.1–1.1.6, 1.2.4, 1.2.5, электронного учебника «Оптические измерения». – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО и презентации лекций по дисциплине; раздел 1 учебно-методического пособия Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: НИУ ИТМО, 2011.
Подготовка к лекции № 2	Самостоятельное изучение вопросов 1.2.1–1.2.6	3	См. подразделы 1.2.1, 1.2.3, 1.2.6, 1.1.7–1.1.11 электронного учебника «Оптические измерения». – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО и презентации лекций по дисциплине; раздел 1 учебно-методического пособия Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: НИУ ИТМО, 2011.



Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
Подготовка к лекции № 3	Самостоятельное изучение вопросов 1.3.1	3	См. подразделы 1.3.1–1.3.7 электронного учебника «Оптические измерения». – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО и презентации лекций по дисциплине; раздел 2 учебно-методического пособия Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: НИУ ИТМО, 2011.
Подготовка к лекции № 4	Самостоятельное изучение вопросов 1.4.1	3	См. подразделы 1.4.1–1.4.6 электронного учебника «Оптические измерения». – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО и презентации лекций по дисциплине; раздел 2 учебно-методического пособия Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: НИУ ИТМО, 2011.
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	Изучение теоретического материала.	10	См. описания лабораторных работ учебного пособия: Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Учебное пособие по лабораторному практикуму. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009.
Оформление отчетов по лабораторным работам	Заполнение таблиц, выполнение вычислений, формулировка выводов, оформление отчета.	10	См. описания лабораторных работ учебного пособия: Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Учебное пособие по лабораторному практикуму. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009.
Самостоятельное выполнение дополнительных/ творческих работ	Самостоятельное выполнение дополнительных/ творческих работ, приведенных в учебном пособии	10	См. учебно-методические пособия: Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник задач. Часть 1. Измерение геометрических параметров. Учебно-

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
			методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010; Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: НИУ ИТМО, 2011.
Итого по разделу 1		<b>42 часа</b>	
<b>Раздел 2. «Теоретические основы и аппаратное обеспечение измерения параметров качества изображения и аберраций»</b>			
Подготовка к лекции № 5	Самостоятельное изучение вопросов 2.1.1, 2.1.2	4	См. подразделы 2.1.1–2.1.3 электронного учебника «Оптические измерения». – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО и презентации лекций по дисциплине; раздел 4 учебно-методического пособия Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: НИУ ИТМО, 2011.
Подготовка к лекции № 6	Самостоятельное изучение вопросов 2.2.1, 2.2.2	4	См. подразделы 2.2.1, 2.2.2 электронного учебника «Оптические измерения». – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО и презентации лекций по дисциплине; раздел 3 учебно-методического пособия Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: НИУ ИТМО, 2011.
Подготовка к лекции № 7	Самостоятельное изучение вопросов 2.3.1	5	См. подразделы 2.3.1–2.3.5 электронного учебника «Оптические измерения». – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО и презентации лекций по

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
			дисциплине; разделы 3 и 4 учебно-методического пособия Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: НИУ ИТМО, 2011.
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	Изучение теоретического материала.	10	См. описания лабораторных работ учебного пособия: Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Учебное пособие по лабораторному практикуму. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009.
Оформление отчетов по лабораторным работам	Заполнение таблиц, выполнение вычислений, формулировка выводов, оформление отчета.	10	См. описания лабораторных работ учебного пособия: Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Учебное пособие по лабораторному практикуму. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009.
Самостоятельное выполнение дополнительных/ творческих работ	Самостоятельное выполнение дополнительных/ творческих работ, приведенных в учебном пособии	10	См. учебно-методические пособия: Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник задач. Часть 1. Измерение геометрических параметров. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010; Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: НИУ ИТМО, 2011.
Итого по разделу 2		<b>43 часа</b>	

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА И МЕТОДИКИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Оценивание уровня учебных достижений студента осуществляется в виде текущего, рубежного и промежуточного контроля в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов СПбГУ ИТМО (БаРС). Текущий контроль проводится раз в 2 недели, рубежный контроль проводится в конце каждого раздела.

### Фонды оценочных средств

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить РО по данной дисциплине, включают в себя:

- комплект тестовых заданий по каждой теме, всего 560 шт., в системе ЦДО в составе УМК по дисциплине;
- комплект задач по каждой теме лабораторной работы, всего 171 задача, приводятся в учебном пособии: Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник задач. Часть 1. Измерение геометрических параметров. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010;
- комплект вопросов по теоретическому материалу, всего 148 вопросов, приводятся в учебном пособии: Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: НИУ ИТМО, 2011.
- комплект задач по теоретическому материалу, всего 140 задач, приводятся в учебном пособии: Кирилловский В.К., Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: НИУ ИТМО, 2011.

### Критерии оценивания

#### Текущее электронное тестирование

Критерии пересчета результатов теста в баллы

Для всех тестов происходит пересчет рейтинга теста, полученного в ЦДО, в баллы по следующим критериям:

- рейтинг теста меньше 50% – 0 баллов,
- рейтинг теста 50% – min балл,
- рейтинг теста 100% – max балл,
- рейтинг теста от 50–100% – пересчет по формуле:  
$$([\text{рейтинг теста}] - 50) / 50 * ([\text{max балл}] - [\text{min балл}]) + [\text{min балл}] .$$

#### Самостоятельное решение задач

Решения задач представляются в печатной/рукописной форме.

Критерии оценивания

- верный ход решения задачи;

- верный ответ, расчеты;
- работа выполнена технически грамотно;
- отсутствие ошибок в рисунках и построениях.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небрежное выполнение;
- отсутствие единиц измерения в расчетах;
- отсутствие рисунка к задаче;
- выбранный масштаб не позволяет рассмотреть детали рисунка / не позволяет обозначить (отобразить) все необходимые элементы.

## Лабораторные работы

### Допуск к ЛР

Допуск к выполнению ЛР происходит в виде устной беседы (3–6 вопросов). Баллы начисляются в зависимости от количества правильных ответов:

- от 3–4 правильных ответа –  $\min$  балл;
- от 5–6 правильных ответов –  $\max$  балл.

### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном/рукописном виде. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от **max** до **min** являются:

- нет необходимых схем;
- отсутствие единиц измерения;
- расчет погрешностей выполнен не подробно и в виде таблицы;
- рисунки / таблицы не подписаны;
- небрежное выполнение отчета (очень грязно, опечатки);
- нет вывода и подробного результата измеренного параметра с погрешностью;
- не определен порог чувствительности или характеристика точности метода визирования;
- многократная сдача отчета.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений.

## Защита методов решения задач к лабораторным работам

### Критерии оценивания

- развернутые знания принципов, определений, схем и формул по темам модуля на примере используемого метода решения задачи.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- краткое перечисление принципов, определений, схем и формул по темам модуля.

Приложение 5  
к рабочей программе дисциплины  
«Оптические измерения»

**Таблица планирования результатов обучения студентов 3 курса по дисциплине «Оптические измерения» в 5 семестре**

Формы контроля	Модуль 9										Модуль 10								Промежуточная аттестация по дисц-не				
	Текущий контроль по точкам								Рубежный контроль		Текущий контроль по точкам										Рубежный контроль		
	1		2		3		4				1		2		3		4						
	[min]	max	[min]	max	[min]	max	[min]	max	[min]	max	[min]	max	[min]	max	[min]	max	[min]	max	[min]	max			
Выполнение дополнительных/ творческих работ										6	10									6	10		
Текущее тестирование			2	3	2	3	2	3			1	2	1	1,5	1	1,5	1	1,5					
Выполнение л.р.	1,5	2	1,5	2	1	2					1	1,5	1	1,5	1	1,5							
Защита отчета по л.р.			1	2	1	2	1	2					1	2	1	2	1	2					
Выполнение домашних заданий			1	2	1	2	1	2					1,5	2	1,5	2	1	2					
Экзамен																					12	20	
Личностные качества			1	1,5	1	1,5	1	2					1	1,7	1	1,7	1	1,6					
Балловая стоимость одной точки	1,5	2	6,5	10,5	6	10,5	5	9	6	10	2	3,5	5,5	8,7	5,5	8,7	4	7,1	6	10	12	20	
Накопление баллов	1,5	2	8	12,5	14	23	19	32	25	42	2	3,5	7,5	12,2	13	20,9	17	28	23	38			
<b>Итого:</b>										25	42											60	100

Преподаватели: \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой: \_\_\_\_\_

Декан факультета: \_\_\_\_\_