

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий,  
механики и оптики»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

Шехонин А.А.  
\_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_  
\_\_\_\_\_  
М.П.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б.3.2.в.1. Численные методы в оптике**

*(указывается шифр и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки 200400 оптотехника

Квалификация (степень) выпускника бакалавр  
(магистр)

Профиль подготовки бакалавра прикладная и компьютерная оптика

Форма обучения очная  
(очная, очно-заочная и др.)

Выпускающая кафедра прикладной и компьютерной оптики

Кафедра-разработчик рабочей программы прикладной и компьютерной оптики  
(название)

Семестр	Трудоем- кость час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
6	136	13	–	39	84	экзамен
<b>Итого</b>	<b>136</b>	<b>13</b>	<b>–</b>	<b>39</b>	<b>84</b>	<b>экзамен</b>

Санкт-Петербург

2010 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Аннотация рабочей программы

#### 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 (ОС вуза) по направлению подготовки оптотехника

Программу составили:

кафедра прикладной и компьютерной оптики

Иванова Т.В., доцент Ф.И.О., ученое звание

Эксперт(ы):

Программа одобрена на заседании УМК факультета ОИСТ (название факультета)

Председатель УМК ОИСТ Коняхин И.А., проф., д.т.н. (Ф.И.О., ученое звание, подпись)

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

знания:

- на уровне представлений: основные способы повышения эффективности вычислительных алгоритмов;
- на уровне воспроизведения: основные численные методы, используемые при решении оптических задач;
- на уровне понимания: принципы построения и использования эффективных численных алгоритмов при решении оптических задач;

умения:

- теоретические: оценивать точность и скорость различных алгоритмов и разработанных на их основе программных модулей;
- практические: самостоятельно реализовывать численные алгоритмы на языке C++; эффективно использовать готовые бесплатные библиотеки для решения вычислительных задач на языке C++;

навыки:

применения различных численных методов, в том числе реализованных в готовых библиотеках, при решении конкретных оптических задач;

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

общекультурных:

- 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-10 - способность выполнять математическое моделирование процессов и объектов профессиональной области с применением программных средств автоматизированного проектирования;
- ПК.ПП-2 - способен разрабатывать математические и численные модели для моделирования формирования оптического изображения с применением объектно-ориентированной технологии;
- ПК.ПП-5 - способен разрабатывать и реализовывать эффективные алгоритмы и численные методы для проектирования оптических систем и моделирования формирования оптического изображения;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина "Численные методы в оптике" относится к циклу профессиональных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание высшей математики, физики, основ геометрической и волновой оптики, умение разработки прикладных программ на языке программирования C++, владение навыками работы с программными продуктами для выполнения математических вычислений (типа MathCAD) и продуктами для автоматизированного проектирования оптических систем.

Дисциплина базируется на знаниях теоретических основ современной оптики и математики, приобретенных при изучении дисциплин «Физика», «Физические основы оптики», «Прикладная оптика», «Математика», «Вычислительная математика» и основ объектно-ориентированного программирования, полученных при изучении дисциплины «Основы программирования на С++» и служит основой для освоения дисциплины «Моделирование оптических систем», прохождения практики, выполнения научно-исследовательской работы, подготовки выпускной квалификационной работы и дальнейшей работы в области оптотехники.

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-8 - способность критически оценивать результаты своей деятельности, определять пути их улучшения;	Физические основы оптики Прикладная оптика Вычислительная математика Основы программирования на С++	Моделирование оптических систем Практика Научно-исследовательская работа Подготовка ВКР
<i>Профессиональные компетенции</i>			
2.	ПК-1 - способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;	Математика Информатика Физика Физические основы оптики Прикладная оптика Вычислительная математика Основы программирования на С++	Моделирование оптических систем Научно-исследовательская работа Подготовка ВКР
3.	ПК-10 - способность выполнять математическое моделирование процессов и объектов профессиональной области с применением программных средств автоматизированного проектирования;	Вычислительная математика Основы программирования на С++	Моделирование оптических систем Научно-исследовательская работа Подготовка ВКР
4.	ПК.ПП-2 - способен разрабатывать математические и численные модели для моделирования формирования оптического изображения с применением объектно-ориентированной технологии;	Основы программирования на С++	Моделирование оптических систем Практика Научно-исследовательская работа, Подготовка ВКР
5.	ПК.ПП-5 - способен разрабатывать и реализовывать эффективные алгоритмы и численные методы для проектирования оптических систем и моделирования	Основы программирования на С++	Моделирование оптических систем Практика Научно-исследовательская работа Подготовка ВКР

формирования оптического изображения;		
---	--	--

### 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.	Численные задачи и численные методы в оптике.	2	–	6	20	<b>28</b>
2.	Методы решения систем линейных уравнений	6	–	18	32	<b>56</b>
3.	Преобразование Фурье	5	–	15	32	<b>52</b>
<b>ИТОГО:</b>		<b>13</b>	<b>–</b>	<b>39</b>	<b>84</b>	<b>136</b>

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

##### Раздел 1. Численные задачи и численные методы в оптике.

1.1. Классификация численных задач: прямые и обратные задачи, конечные и итерационные методы. Машинная арифметика. Точность и погрешность. Ресурсоёмкость. Оптимизация текста программы на языке С++ компилятором и программистом. Вычислительные операции на С++.

1.2. Принципы численного дифференцирования. Метод односторонних разностей. Методы двухсторонних разностей. Вычисление второй производной. Вычисление частных производных. Численное дифференцирование функций многих переменных. Алгоритм вычисления матрицы Якоби и матрицы Гессе.

##### Раздел 2. Методы решения систем линейных уравнений.

2.3. Принципы аппроксимации функций. Интерполяция. Базисы аппроксимации при решении оптических задач. Формула Герцбергера. Степенные полиномы. Полиномы Цернике. Построение системы полиномов Цернике с использованием трехчленного рекуррентного соотношения Форсайта.

2.2. Системы линейных уравнений. Матричная запись систем линейных уравнений. Конечные и итерационные методы решения систем линейных уравнений. Метод наименьших квадратов. Решения уравнений методом наименьших квадратов.

##### Раздел 3. Преобразование Фурье

3.1. Преобразование Фурье – как математическая модель дифракции в оптических системах. Преобразование Фурье типовых функций, используемых для моделирования. Основные свойства преобразования Фурье. Теоремы о преобразовании Фурье.

3.2. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его свойства. Алгоритмы быстрого вычисления преобразования Фурье (БПФ). Использование библиотеки FFTW для вычисления ДПФ. Сдвиговое дискретное преобразование Фурье (СДПФ) и его свойства.

### 3.2. Лекции

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Содержание лекции (перечень раскрываемых вопросов)
1.	1	1	Основные понятия численных методов решения задач. Классификация численных задач: прямые и обратные задачи, конечные и итерационные методы. Машинная арифметика. Точность и погрешность. Ресурсоёмкость. Оптимизация текста программы на С++ компилятором и программистом. Вычислительные операции на С++.
2.	1	1	Принципы численного дифференцирования. Метод односторонних разностей. Методы двухсторонних разностей. Выбор оптимального шага. Вычисление второй производной. Вычисление частных производных. Численное дифференцирование функций многих переменных. Алгоритм вычисления матрицы Якоби и матрицы Гессе.
3.	2	2	Принципы аппроксимации функций. Интерполяция. Базисы аппроксимации при решении оптических задач. Формула Герцбергера. Степенные полиномы. Полиномы Цернике. Построение системы полиномов Цернике с использованием трехчленного рекуррентного соотношения Форсайта.
4.	2	4	Системы линейных уравнений. Матричная запись систем линейных уравнений. Конечные и итерационные методы решения систем линейных уравнений. Метод наименьших квадратов. Решения уравнений методом наименьших квадратов.
5.	2	5	Преобразование Фурье – как математическая модель дифракции в оптических системах. Преобразование Фурье типовых функций, используемых для моделирования. Основные свойства преобразования Фурье. Теоремы о преобразовании Фурье. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) и его свойства. Алгоритмы быстрого вычисления преобразования Фурье (БПФ). Использование библиотеки FFTW для вычисления ДПФ. Сдвиговое дискретное преобразование Фурье (СДПФ) и его свойства.
<b>Итого:</b>		<b>24</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	Изучение методов численного дифференцирования	Компьютерный класс кафедры ПиКО	6
2	2	Изучение методов интерполяции	Компьютерный класс кафедры ПиКО	6
3	2	Изучение матричных методов вычислений	Компьютерный класс кафедры ПиКО	12
4	3	Изучение методов численного преобразования Фурье	Компьютерный класс кафедры ПиКО	15
<b>Итого:</b>				<b>39</b>

### 3.5. Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид СРС	Трудоемкость, часов
Раздел 1	1	Освоение теоретического материала.	8
	2	Подготовка к выполнению лабораторных работ. Оформление	12

		выполненных лабораторных работ. Подготовка к защите лабораторных работ.	
Раздел 2	3	Освоение теоретического материала.	8
	4	Подготовка к выполнению лабораторных работ. Оформление выполненных лабораторных работ. Подготовка к защите лабораторных работ.	24
Раздел 3	1	Освоение теоретического материала.	8
	2	Подготовка к выполнению лабораторных работ. Оформление выполненных лабораторных работ. Подготовка к защите лабораторных работ.	24
<b>Итого:</b>			<b>84</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 производится в соответствии с ПОЛОЖЕНИЕМ о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов СПбГУ ИТМО (БАРС).

**Текущая аттестация** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

- выполнение лабораторных работ;
- выполнение отчета к лабораторным работам
- защита лабораторных работ;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, активное участие в обсуждениях.

**Рубежная аттестация** студентов производится в виде контрольной работы.

**Промежуточный контроль** по результатам семестров по дисциплине проходит в форме письменного экзамена. Письменный экзамен включает в себя теоретические вопросы, решение задач и выполнение практического задания на компьютере.

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) Численные методы в оптике [Электронный учебник]. – СПб: СПбГУ ИТМО. ([http://aco.ifmo.ru/el\\_books/numerical\\_methods](http://aco.ifmo.ru/el_books/numerical_methods)).
- 2) Родионов С.А. Автоматизация проектирования оптических систем / С.А. Родионов. – Л.: Машиностроение, 1982. – 270 с.

- 3) Бахвалов Н.С. Численные методы / Н.С.Бахвалов, Н.П.Жидков, Г.М.Кобельков. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 636 с.
  - 4) Турчак Л.И. Основы численных методов / Л.И.Турчак, П.В. Плотников - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 300 с.
  - 5) Каханер Д. Численные методы и программное обеспечение / Д. Каханер, К. Моулер, С. Нэш – М.: Мир, 2001. – 576 с.
- б) дополнительная литература:
- 6) Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях / Н.С.Бахвалов, А.В.Лапин, Е.В.Чижонков. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. - 240 с.
  - 7) Поршнева С.В. Численные методы на базе Mathcad / С.В.Поршнева, И.В.Беленкова. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 450 с.
  - 8) Голуб Дж. Матричные вычисления / Дж.Голуб, Ч.Ван Лоан. – М.: Мир, 1993. – 548 с.
  - 9) Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г.Корн, Т.Корн. - М.: Лань, 2003. - 832 с.
  - 10) Страуструп Б. Язык программирования С++ / Б. Страуструп. – СПб.: "Невский диалект", М.: Бином, 2008. – 1104 с.
  - 11) Пол А. Объектно-ориентированное программирование с использованием С++ / А. Пол. – СПб.: Невский диалект, М.: "БИНОМ", 2001. – 464 с.
  - 12) Пирумов У.Г. Численные методы / У.Г.Пирумов. – М.: Дрофа, 2004. – 221 с.
  - 13) Зализняк В.Е. Основы научных вычислений: Введение в численные методы для физиков и инженеров / В.Е.Зализняк. – М.; Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика: Институт компьютерных исследований, 2006. – 264 с.
  - 14) Колдаев В.Д. Численные методы и программирование / В.Д.Колдаев; под ред. проф. Л.Г.Гагариной. – М.: ИД "Форум": ИНФРА-М, 2008. – 335 с.
  - 15) Ярославский Л.П. Цифровая обработка сигналов в оптике и голографии: введение в цифровую оптику / Л.П. Ярославский. – М.: Радио и связь, 1987. – 296 с.
  - 16) BOOST library documentation [сайт]. (<http://www.boost.org>).
  - 17) FFTW library documentation [сайт]. (<http://fftw.org>).
- в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы
- 18) Численные методы в оптике [Электронный учебник]. – СПб: СПбГУ ИТМО. ([http://aco.ifmo.ru/el\\_books/numerical\\_methods](http://aco.ifmo.ru/el_books/numerical_methods)).
  - 19) Электронные презентации по дисциплине "Численные методы в оптике" в системе ДО "Academic NT".
  - 20) BOOST library documentation [сайт]. (<http://www.boost.org>).
  - 21) FFTW library documentation [сайт документация]. (<http://fftw.org>).

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

1. Лекционные занятия:
  - a. комплект электронных презентаций/слайдов,
  - b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)
2. Лабораторные работы
  - c. пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы, математические редакторы типа MathCAD),
  - d. специализированное ПО: среда разработки и компилятор языка С++, программа для автоматизированного проектирования оптических систем OPAL-PC.
3. Прочее

- e. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- f. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина "Численные методы в оптике" является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки "оптотехника", профиль "прикладная и компьютерная оптика". Дисциплина реализуется на факультете Опτικο-информационных систем и технологий СПбГУ ИТМО кафедрой Прикладной и компьютерной оптики.

Дисциплина нацелена на формирование общекультурных компетенций и профессиональных компетенций выпускника:

- ОК-8 - способность критически оценивать результаты своей деятельности, определять пути их улучшения;
- ПК-1 - способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- ПК-10 - способность выполнять математическое моделирование процессов и объектов профессиональной области с применением программных средств автоматизированного проектирования;
- ПК.ПП-2 - способен разрабатывать математические и численные модели для моделирования формирования оптического изображения с применением объектно-ориентированной технологии;
- ПК.ПП-5 - способен разрабатывать и реализовывать эффективные алгоритмы и численные методы для проектирования оптических систем и моделирования формирования оптического изображения.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с численным решением различных вычислительных оптических задач.

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 и выполнения лабораторных работ, а также промежуточный контроль в форме зачета и экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 136 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (13 часов), лабораторные (39 часа) занятия и (84 часа) 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 (электронное учебное пособие, комплект электронных презентаций по дисциплине, размещенных в системе AcademicNT) при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям (разделы дисциплины 1-3).

**Междисциплинарное обучение:** использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте задачи усвоения лекционного материала, выполнения лабораторных работ (разделы дисциплины 1-3).

**Опережающая самостоятельная работа:** изучение студентами нового материала, необходимого для выполнения лабораторных работ до его изучения в ходе аудиторных занятий (разделы дисциплины 1-3).

**Контекстное обучение** – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением (разделы дисциплины 1-3).

#### Виды и содержание учебных занятий

##### Раздел 1. Численные задачи и численные методы в оптике

**Теоретические занятия (лекции) – 2 часа.**

**Лекция 1. Основные понятия численных методов решения задач.**

Тип лекции – лекция-беседа:

Лекция по теме 1.1. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

**Лекция 2. Методы численного дифференцирования.**

Тип лекции – лекция-беседа:

Опрос по теме предыдущей лекции, обсуждение вопросов, вызвавших трудности.

Лекция по теме 1.2. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

**Практические и семинарские занятия**

Не предусмотрены

**Лабораторный практикум – 6 часов, 1 работа.**

**Лабораторная работа №1. Изучение методов численного дифференцирования (6 часов)**

Цель работы: приобретение практических навыков реализации алгоритмов численного дифференцирования.

Форма выполнения: индивидуально, работа с элементами выбора.

Используемое оборудование: компьютер с установленным специализированным ПО (компилятор языка C++).

Последовательность основных действий: реализация на языке C++ программы вычисления частных производных функции волновой аберрации методами односторонних и двусторонних разностей. Построение графиков вычисленных частных производных (поперечных аберраций). Исследование зависимости точности от шага и значения координаты для различных методов.

### **Управление самостоятельной работой студента – 0.4 часа.**

Консультации по содержанию теоретического материала и выполнению лабораторных работ.

## **Раздел 3. Методы решения систем линейных уравнений**

### **Теоретические занятия (лекции) - 6 часов.**

#### **Лекция 3. Методы аппроксимации.**

Тип лекции – лекция-беседа:

Опрос по теме предыдущей лекции, обсуждение вопросов, вызвавших трудности.

Лекция по теме 2.1. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

#### **Лекция 4. Численные методы решения систем линейных уравнений.**

Тип лекции – лекция-беседа:

Опрос по теме предыдущей лекции, обсуждение вопросов, вызвавших трудности.

Лекция по теме 2.2. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

### **Практические и семинарские занятия**

Не предусмотрены

### **Лабораторный практикум – 18 часов, 2 работы.**

#### **Лабораторная работа №2. Изучение методов интерполяции (6 часов)**

Цель работы: приобретение практических навыков численной и интерполяции.

Форма выполнения: индивидуально, работа с элементами выбора.

Используемое оборудование: компьютер с установленным специализированным ПО (компилятор языка C++).

Последовательность основных действий: реализация на языке C++ программы Интерполяция функции на заданном интервале. Анализ точности и скорости для различных методов и различных входных данных.

#### **Лабораторная работа №3. Изучение матричных методов вычислений (12 часов)**

Цель работы: приобретение практических навыков использования бесплатной библиотеки Boost::uBLAS для работы с матрицами. Использование матричных операций для решения системы линейных уравнений.

Форма выполнения: индивидуально, работа с элементами выбора.

Используемое оборудование: компьютер с установленным специализированным ПО (компилятор языка C++).

Последовательность основных действий: Изучение свободно распространяемой библиотеки Boost::uBLAS для работы с матрицами. Реализация на языке C++ программы вычисления показателя преломления стекла для заданной длины волны по формуле Герцбергера методом наименьших квадратов с использованием библиотеки Boost::uBLAS. Проверка результатов вычислений и исследование погрешности при помощи интернет-каталога стекла GlassBank (<http://glass.ifmo.ru/>).

### **Управление самостоятельной работой студента – 0.64 часа.**

Консультации по содержанию теоретического материала и выполнению лабораторных работ.

## **Раздел 1. Преобразование Фурье**

### **Теоретические занятия (лекции) - 6 часов.**

#### **Лекция 1. Преобразование Фурье.**

Тип лекции – лекция-беседа:

Опрос по теме предыдущей лекции, обсуждение вопросов, вызвавших трудности.  
Лекция по теме 3.1, 3.2. По ходу лекции – вопросы к студентам и обсуждение материала.

### **Практические и семинарские занятия**

Не предусмотрены

### **Лабораторный практикум – 15 часов, 1 работа.**

#### **Лабораторная работа №4. Изучение методов численного преобразования Фурье (15 часов)**

Цель работы: приобретение практических навыков реализации и использования сдвигового дискретного преобразования Фурье на основе бесплатной библиотеки FFTW.

Форма выполнения: индивидуально, работа с элементами выбора.

Используемое оборудование: компьютер с установленным специализированным ПО (компилятор языка C++).

Последовательность основных действий: Аналитическое вычисление преобразования Фурье для простых функций. Изучение свободно распространяемой библиотеки FFTW быстрого дискретного преобразования Фурье. Реализация на языке C++ программы вычисления одномерного сдвигового дискретного преобразования Фурье с использованием библиотеки FFTW. Реализация на языке C++ программы вычисления двумерного сдвигового дискретного преобразования Фурье с использованием библиотеки FFTW.

### **Управление самостоятельной работой студента – 0.64 часа.**

Консультации по содержанию теоретического материала и выполнению лабораторных работ.

### **Курсовые работы**

Не предусмотрены.

### ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

#### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 136 часов, из них 52 часа 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 Приложении 4 к Рабочей программе.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
<b>Раздел 1. Численные задачи и численные методы в оптике</b>			
Изучение теоретического материала по лекциям №1-2	Повторение и освоение теоретического материала, рассматриваемого на лекции.	8	См. презентации к лекции и электронный учебник.
Выполнение лабораторной работы №1	Самостоятельное создание структуры классов, необходимых для выполнения работы, самостоятельное изучение теоретического материала, необходимого для выполнения вычислений.	6	См. описание лабораторной работы №1 в УМК.
Оформление отчета по лабораторной работе №1	Отчетом к лабораторной работе является текст программы на языке C++ с необходимыми комментариями, а также результаты работы программы (графики) с различными входными данными. Отчет принимается в электронном виде, в присутствии студента. На защите при необходимости пояснить и обосновать текст программы, продемонстрировать работу программы с заданными входными данными.	6	См. описание лабораторной работы №1 в УМК.
<b>Итого по разделу 1</b>		<b>20 часов</b>	
<b>Раздел 2. Методы решения систем линейных уравнений</b>			
Изучение теоретического материала по лекциям №3-4	Повторение и освоение теоретического материала, рассматриваемого на лекции	8	См. презентации к лекции и электронный учебник.
Выполнение лабораторных работ	Самостоятельное создание структуры классов, необходимых	12	См. описание лабораторных работ №2-3 в УМК.

работ №2-3	для выполнения работы, самостоятельное изучение теоретического материала, необходимого для выполнения вычислений.		
Оформление отчета по лабораторным работам №2-3	Отчетом к лабораторной работе является текст программы на языке C++ с необходимыми комментариями, а также результаты работы программы (графики) с различными входными данными. Отчет принимается в электронном виде, в присутствии студента. На защите при необходимости пояснить и обосновать текст программы, продемонстрировать работу программы с заданными входными данными.	12	См. описание лабораторных работ №2-3 в УМК.
<b>Итого по разделу 2</b>		<b>32 часа</b>	
<b>Раздел 1. Преобразование Фурье</b>			
Изучение теоретического материала по лекции №5	Повторение и освоение теоретического материала, рассматриваемого на лекции	8	См. презентации к лекции и электронный учебник.
Выполнение лабораторной работы №4	Самостоятельное создание структуры классов, необходимых для выполнения работы, самостоятельное изучение теоретического материала, необходимого для выполнения вычислений.	12	См. описание лабораторной работы №4 в УМК.
Оформление отчета по лабораторной работе №4	Отчетом к лабораторной работе является текст программы на языке C++ с необходимыми комментариями, а также результаты работы программы (графики) с различными входными данными. Отчет принимается в электронном виде, в присутствии студента. На защите при необходимости пояснить и обосновать текст программы, продемонстрировать работу программы с заданными входными данными.	12	См. описание лабораторной работы №4 в УМК.
<b>Итого по разделу 3</b>		<b>32 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).

### **Фонды оценочных средств**

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

- варианты заданий к лабораторным работам №1-4 – по 10 шт., размещены в системе ЦДО в составе УМК по дисциплине;
- пример контрольной работы приводится в приложении 6.

### **Критерии оценивания**

#### **Рубежная аттестация**

##### **Контрольная работа по разделам 1-3**

- контрольная работа по разделам №1-3 – от 12 до 20 баллов

Критерии пересчета результатов контрольной работы в баллы – 5 заданий в тесте, за каждый полностью правильный ответ 4 балла. При правильном ходе решения, но неверном ответе – 2 балла.

#### **Лабораторные работы**

Лабораторные работы оцениваются следующим образом:

- Лабораторная работа №1 – от 5 до 8 баллов
- Лабораторная работа №2 – от 6 до 10 баллов
- Лабораторная работа №3 – от 7 до 12 баллов
- Лабораторная работа №4 – от 12 до 20 баллов

Отчетом к лабораторной работе является текст программы на языке C++ с необходимыми комментариями, а также результаты работы программы с различными входными данными. Отчет принимается в электронном виде, в присутствии студента. При необходимости студент должен пояснить и обосновать текст программы, а также продемонстрировать работу программы с различными входными данными.

##### **Критерии выполнения лабораторной работы и отчета на min балл**

Лабораторная работа полностью выполнена. Программа работает верно при любых входных данных.

##### **Критерии выполнения лабораторной работы и отчета на max балл**

Лабораторная работа выполнена полностью, без погрешностей и замечаний.

##### **Критерии оценки принятой лабораторной работы (в диапазоне от min до max балла)**

- программный код не оптимален;
- не на все вопросы получены верные ответы при защите работы;
- небрежное выполнение (форматирование кода, комментарии), не соблюдение рекомендуемого стиля программирования;

### **Критерии баллов за личностные качества**

- работа выполнена верно с первого раза, на занятии по расписанию;
- наличие, отсутствие или неполнота смысловых комментариев в программе.

**Таблица планирования результатов обучения студентов 3 курса  
по дисциплине "Численные методы в оптике" в 6 семестре**

	Модуль 11												Рубежный контроль		Промежуточная аттестация по дисц-не	
	Текущий контроль по точкам															
	1		2		3		4		5		6		[min]	max	[min]	max
	[min]	max	[min]	max	[min]	max	[min]	max	[min]	max	[min]	max	[min]	max	[min]	max
Выполнение лабораторных работ	5	<b>8</b>	6	<b>10</b>			7	<b>12</b>	6	<b>10</b>	6	<b>10</b>				
Личностные качества	1	<b>1.7</b>	1	<b>1.7</b>	1	<b>1.7</b>	1	<b>1.7</b>	1	<b>1.6</b>	1	<b>1.6</b>				
Контрольная работа													12	<b>20</b>		
Промежуточная аттестация (экзамен)															12	<b>20</b>
Балловая стоимость одной точки	6	<b>9.7</b>	7	<b>11.7</b>	1	<b>1.7</b>	8	<b>13.7</b>	7	<b>11.6</b>	7	<b>11.6</b>	12	<b>20</b>		
Накопление баллов	6	<b>9.7</b>	13	<b>21.4</b>	14	<b>23.1</b>	22	<b>36.8</b>	29	<b>48.4</b>	36	<b>60</b>	48	<b>80</b>		
<b>Итого:</b>												48	<b>80</b>	60	<b>100</b>	

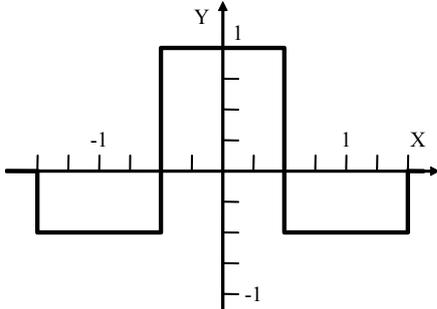
Преподаватели: \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой: \_\_\_\_\_

Декан факультета: \_\_\_\_\_

**Пример контрольной работы**

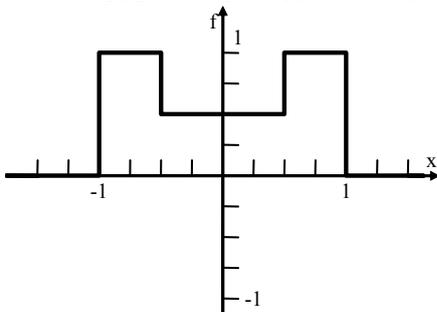
- 1) Записать уравнение сигнала, используя функции  $rect(x)$  и  $tr(x)$ .



- 2) Построить график функции  $g(x)$ , если  $g(x) = f\left(\frac{x-3}{2}\right)$ , а  $f(x) = rect(x)$ .

- 3) Найти фурье-образ функции  $g(x) = f(2x-3) + 3f(x)$ , если  $\tilde{f}(\nu)$  – фурье-образ функции  $f(x)$ .

- 4) Найти фурье-образ функции  $f(x)$  и построить его график.



- 5) Найти результат свертки функций и построить его график.  
 $rect(x) \otimes \delta(x^2 - 1) = ?$