

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 НИУ ИТМО

\_\_\_\_\_ А.А.Шехонин

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_ г.

**ПРОГРАММА  
ИТОГОВОГО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

*по направлению подготовки*  
«Оптотехника»

<b>Квалификация (степень) выпускника</b>	магистр
<b>Направление подготовки</b>	оптотехника
<b>Профиль подготовки</b>	200400.68.06. Компьютерная оптика
<b>Форма обучения</b>	очная
<b>Выпускающая кафедра</b>	Прикладной и компьютерной оптики

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО/ОС по направлению подготовки «ОпTOTехника»

Программу составили:

кафедра Прикладной и компьютерной оптики

Корешев С.Н., проф.  
(Ф.И.О., ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Иванова Т.В., доц.  
(Ф.И.О., ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Ежова К.В., доц.  
(Ф.И.О., ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Романова Г.Э., доц.  
(Ф.И.О., ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Зав. кафедрой

Бахолдин А.В., доц.  
(Ф.И.О., ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа одобрена на заседании УМК факультета ФОИСТ  
(название факультета)

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

Декан

\_\_\_\_\_  
(подпись)

## **1. Общие положения**

Итоговая государственная аттестация выпускников по направлению подготовки «Оптотехника», магистерская программа «Компьютерная оптика» включает защиту выпускной квалификационной работы и государственный экзамен. Целью итоговой государственной аттестации является определение соответствия уровня и качества подготовки выпускника требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и основной образовательной программы по направлению подготовки.

Итоговый государственный экзамен предназначен для определения теоретической и практической подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач и видов профессиональной деятельности, наличия у него общекультурных и профессиональных компетенций, предусмотренных ФГОС ВПО и основной образовательной программой по направлению подготовки «Оптотехника», магистерская программа «Компьютерная оптика».

Государственный экзамен оценивает наличие у студента следующих компетенций:

общекультурных

ОК.ОН.2 - способен применять современный инструментарий математического исследования, методы анализа и оптимизации процессов и систем;

ОК.ОН.3 - способен использовать современные фундаментальные знания по естественнонаучным направлениям подготовки (физике, экологии, информатике и др.);

профессиональных

ПК.НИ.2 - способен строить математические модели объектов исследования и выбирать численные методы их моделирования, разрабатывать новый или выбирать готовый алгоритм решения задачи;

ПК.НИ.ПП.1 - способен разрабатывать математические модели, численные методы и программное обеспечение для моделирования оптических процессов, обработки изображения и результатов измерений;

ПК.НИ.ПП.2 - способен оценивать адекватность и точность моделирования оптических явлений и процессов;

ПК.ПР.ПП.2 - способен эффективно выполнять компьютерное моделирование оптических устройств и процессов;

ПК.ПТ.ПП.1 - способен разрабатывать и реализовывать эффективные алгоритмы и численные методы для проектирования оптических систем, моделирования и обработки оптического изображения и результатов измерений;

ПК.ПТ.ПП.2 - способен разрабатывать программное обеспечение для проектирования оптических систем, моделирования оптических явлений и процессов и обработки изображений с применением объектно-ориентированной технологии.

Программа государственного экзамена составлена в соответствии с «Положением об итоговой государственной аттестации выпускников Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики».

## **2. Процедура проведения государственного экзамена**

Итоговая государственная аттестация приобретенных студентом компетенций осуществляется в форме экзамена на заседании экзаменационной комиссии.

Экзамен принимает комиссия, сформированная, как правило, из преподавателей выпускающей кафедры. Состав комиссии определяется приказом ректора.

Перечень вопросов, вносимых для проверки на государственном экзамене, доводится до сведения студентов не позднее, чем за 4 месяца до даты экзамена.

Перед государственным экзаменом проводятся обязательные консультации по вопросам, включенным в данную программу.

Экзамен проводится в письменной форме по вопросам, перечень которых прилагается. Экзаменационное задание состоит из теоретических и

практических вопросов, тест-вопросов и задач. Одно из практических заданий выполняется на компьютере или в лаборатории кафедры. Содержание экзаменационного задания утверждается на заседании кафедры не позднее, чем за две недели до даты экзамена, и не оглашается до момента экзамена. Время написания письменной части экзамена – 4 академических часа, время выполнения практической части экзамена – 1 академический час.

Во время письменной части экзамена допускается использование справочной литературы на бумажных носителях, использование любых электронных носителей запрещено. Если практическая часть экзамена проходит в компьютерном классе, то во время выполнения практической части экзамена допускается использование электронных версий справочной литературы, имеющейся в компьютерах компьютерного класса.

Присутствие посторонних лиц на государственных экзаменах допускается только с разрешения ректора вуза.

### **3. Критерии оценки**

Государственный экзамен оценивается по четырехбалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). Результаты государственного экзамена объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний экзаменационных комиссий.

Каждый вопрос в задании имеет свой вес в баллах, в сумме все вопросы задания составляют 100 баллов. При оценке каждого вопроса, полное количество баллов выставляется, если, по мнению всех членов государственной экзаменационной комиссии, выпускник дал полный развернутый ответ на вопрос (полностью выполнил практическое задание). Неполное количество баллов выставляется, если ответ на вопрос неполный (практическое задание выполнено не в полном объеме). Баллы за задание не выставляются, если задание не выполнено, либо выполнено с существенными фактическими ошибками.

После проверки всех вопросов билета, выставляется оценка по следующим критериям:

- Оценка «отлично» выставляется в том случае, если сумма баллов за ответы на все вопросы составляет не менее 70 баллов.
- Оценка «хорошо» выставляется в том случае, если сумма баллов за ответы на все вопросы составляет от 55 до 70 баллов.
- Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, если сумма баллов за ответы на все вопросы составляет от 40 до 55 баллов.
- Оценка «неудовлетворительно» выставляется в том случае, если сумма баллов за ответы на все вопросы составляет менее 40 баллов.

При выставлении оценки принимается во внимание профессиональная грамотность ответа, правильное применение понятий и терминов, умение полно, структурированно и логично изложить материал.

Студент, получивший на государственном экзамене оценку «неудовлетворительно» не допускается к защите выпускной квалификационной работы и отчисляется из университета в соответствии с установленным порядком.

#### **4. Перечень дисциплин, обеспечивающих получение соответствующей профессиональной подготовленности выпускника, проверяемой в процессе государственного экзамена**

1. Моделирование формирования оптического изображения
2. Голограммные оптические элементы и устройства
3. Моделирование и обработка изображений
4. Компьютерные методы оптимизации оптических систем
5. Компьютерные методы контроля оптики

#### **5. Перечень экзаменационных вопросов и заданий**

##### **Моделирование формирования оптического изображения**

1. Основы электромагнитной теории света. Модели распространения света.
2. Суперпозиция световых волн с учётом их когерентности. Моделирование дифракционных явлений.
3. Моделирование распространения света через оптическую систему. Модели формирования изображений оптической системой.
4. Формирование изображений самосветящихся предметов.
5. Формирование изображений предметов в проходящем свете при различных условиях когерентности освещения.
6. Формирование изображений как преобразование сигналов. Характеристики качества оптических систем (ФРТ, ФРЛ, пограничная кривая).
7. Частотное описание преобразования сигналов. Оптическая передаточная функция и её свойства.
8. Характеристики и критерии качества оптических систем. Критерий Рэля. Критерий Маршала. Геометрически ограниченные системы. Дифракционно ограниченные системы.
9. Формирование изображений каскадом преобразователей.
10. Компьютерное моделирование формирования изображений. Принципы дискретизации функций.
11. Особенности использование дискретного преобразования Фурье при моделировании формирования изображений.
12. Особенности программной реализации моделей формирования изображений.

##### **Голограммные оптические элементы и устройства**

1. Основное уравнение голографии. Доказательство возможности восстановления точной копии объектной волны. Условия такого восстановления.
2. Геометрия формирования плоских и объемных голограмм. Критерий Клейна. Схема регистрации голограмм Габора. Схема регистрации голограмм Лейта и Упатниекса. Схема Ю.Н. Денисюка.

3. Голографическое поле двух плоских волн. Связь пространственной частоты голограммной структуры с длиной волны, углами падения опорной и объектной волн и показателем преломления регистрирующей среды.
4. Амплитудные голограммы. Среда для их регистрации. Фазовые голограммы. Среда для их регистрации.
5. Изображающие свойства голограмм точечных источников. Влияние конечных размеров голограммы. Монохроматические аберрации голограмм третьего порядка. Условия компенсации отдельных типов аберраций.
6. Факторы, ограничивающие качество изображения, формируемого методом голографии. Влияние неравномерности толщины регистрирующей среды и деформаций голограммы на качество восстановленного изображения.
7. Голографический метод формирования пучка лучей, ортогональных цилиндрической поверхности.
8. Полифункциональность ГОЭ. Полифункциональность, обеспечиваемая за счет особенностей реализуемого через них хода лучей. Интерферометр Майкельсона с ГОЭ.
9. Голографическое пробное стекло и интерферометры на его основе.
10. Голографическая коррекция аберраций путем обращения волнового фронта через оптическую систему.
11. Голограммные оптические элементы в системах индикации на лобовом стекле и в прицелах
12. Голограммные спектральные фильтры для систем телекоммуникаций.
13. Голограммные оптические элементы в системах космической оптики. Голографический датчик волнового фронта.
14. Голографическая коррекция аберраций информационного канала телескопа, обусловленных дефектами сборки или динамическими деформациями оптических элементов телескопов.

### **Моделирование и обработка изображений**

1. Основы цифровой обработки оптических сигналов. Основные понятия теории сигналов. Переход от непрерывных сигналов и преобразований к дискретным.
2. Регистрация и кодирование изображений. Методы сжатия изображений. Форматы графических файлов.
3. Геометрические преобразования изображений. Изменение размеров изображения. Зеркальные отражения изображений. Повороты изображений.
4. Поэлементная обработка изображений. Препарирование изображений (бинаризация, яркостный срез, линейное контрастирование, пилообразное контрастирование, соляризация, эквализация).
5. Логические и арифметические операции. Выполнение логических и арифметических операций над изображениями.
6. Фильтрация изображений. Масочная фильтрация. Нелинейная фильтрация.
7. Восстановление изображений. Восстановления изображений на основе обратной фильтрации
8. Восстановление изображений. Фильтрация Винера.

9. Восстановление изображений. Итерационные методы восстановления изображений.
10. Восстановление изображений. Алгебраические методы восстановления изображений.

### **Компьютерные методы оптимизации оптических систем**

1. Стратегия оптимизационного исследования. Методологические основы и примеры составления оптимизационных моделей.
2. Постановка и классификация задач математического программирования. Общие принципы решения оптимизационных задач. Условия оптимальности в задачах математического программирования.
3. Лемма Фаркаша. Условия оптимальности в задачах математического программирования при наличии линейных ограничений.
4. Методы одномерной безусловной минимизации нулевого, первого и второго порядка. Сравнение эффективности методов безусловной оптимизации. Порядок сходимости метода.
5. Методы нулевого порядка безусловной оптимизации функции многих переменных.
6. Методы наискорейшего спуска и сопряженных градиентов безусловной оптимизации функции многих переменных.
7. Квазиньютоновские методы безусловной оптимизации функции многих переменных.
8. Специализированные методы решения задачи о наименьших квадратах (без ограничений): метод Гаусса-Ньютона. Модификации метода Гаусса-Ньютона для решения задачи о наименьших квадратах.
9. Метод Ньютона и его модификации при безусловной оптимизации функции многих переменных.
10. Использование методов "внешней точки" при условной многомерной оптимизации. Использование методов "барьерных функций" при условной многомерной оптимизации.
11. Применение метода модифицированной функции Лагранжа при условной оптимизации с учетом ограничений-равенств и ограничений-неравенств.
12. Использование методов типа приведенных градиентов при условной оптимизации с учетом ограничений-равенств и ограничений-неравенств.
13. Основные методы "приведения" градиента: исключения переменных, LQ-разложения. Метод проекции градиента.
14. Задача линейного программирования в стандартной форме. Принципы решения задачи линейного программирования.

### **Компьютерные методы контроля оптики**

1. Описание волновых фронтов при контроле оптики
2. Схемы некоторых интерферометров для контроля оптики: интерферометр Ньютона, интерферометр Физо
3. Типы интерферометров, применяемых при контроле оптики: интерферометр Тваймана-Грина, интерферометр с дифракционной точкой

4. Типы интерферометров, применяемых при контроле оптики. Интерферометр на дифракционных решетках, интерферометр с рассеивающей пластинкой
5. Интерферометры сдвига. Схемы интерферометров бокового сдвига
6. Обработка амплитудных интерферограмм
7. Фазово-сдвиговая интерферометрия
8. Обработка интерферограмм с использованием преобразования Фурье
9. Контроль плоскостей на интерферометре по схеме Физо.
10. Контроль неоднородности стекла интерферометрическим методом
11. Контроль объективов и телескопических систем на интерферометрах
12. Контроль оптических систем методом Гартмана.
13. Контроль асферических поверхностей методом сопряженных фокусов
14. Контроль асферических поверхностей компенсационным методом
15. Измерение оптической передаточной функции
16. Измерение функции концентрации энергии

## **6. Литература**

### **Основная литература**

1. Домненко, В.М.. Моделирование формирования оптического изображения. Учебное пособие. / В.М. Домненко, М.В. Бурсов, Т.В. Иванова. – СПб: НИУ ИТМО, 2011 – 141 с.
2. Ежова, К.В. Моделирование и обработка изображений. Учебное пособие. / К.В.Ежова – СПб: НИУ ИТМО, 2011. – 93с.
3. Корешев, С.Н. Голограммные оптические элементы и устройства. Учебное пособие. / С.Н. Корешев – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 134 с.
4. Романова, Г.Э., Конспект лекций по курсу «Компьютерные методы контроля оптики» / Г.Э.Романова, М.А.Парпин, Д.А.Серегин – СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 185 с.
5. Иванов, А.В. Учебно-методический комплекс "Компьютерные методы оптимизации оптических систем" [Электронный ресурс]. – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО. (<http://cde.ifmo.ru>).

### **Дополнительная литература**

1. Ежова К.В. Учебно-методический комплекс "Моделирование и обработка изображений" [Электронный ресурс]. – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО. (<http://cde.ifmo.ru>).
2. Иванова Т.В. Учебно-методический комплекс "Моделирование формирования оптического изображения" [Электронный учебник]. – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО. (<http://cde.ifmo.ru>).
3. Корешев, С.Н. Учебно-методический комплекс "Голограммные оптические элементы и устройства" [Электронный ресурс]. – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО. (<http://cde.ifmo.ru>).
4. Корешев, С.Н. Основы голографии и голограммной оптики. Учебное пособие. / С.Н. Корешев - СПб: СПб ГУ ИТМО, 2009 -98 с.
5. Романова Г.Э. Учебно-методический комплекс "Компьютерные методы контроля оптики" [Электронный ресурс]. – СПб: СПбГУ ИТМО, ЦДО. (<http://cde.ifmo.ru>).

6. Аттетков, А.В. Методы оптимизации: Учеб. для вузов / А.В. Аттетков., С.В. Галкин, В.С. Зарубин. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 440 с.
7. Борн, М. Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф. - М.: Наука, 1973. – 720 с.
8. Электронно-библиотечная система. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] Гамма, Э. Приемы объектно ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Д. Влссидес. - "ДМК Пресс", 2007. - 368 с. - Режим доступа:  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1220](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1220)
9. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений.; пер с англ. под ред. П. А. Чочиа .— М.: Техносфера, 2006 .— 1070 с.
10. Гудмен, Дж. Введение в Фурье-оптику / Дж.Гудмен. – М: Мир, 1970. – 364 с.
11. Гужов В.И., Ильиных С.П. Компьютерная интерферометрия. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 251 с.
12. Креопалова Г.В., Пуряев Д.Т. Исследование и контроль оптических систем. - М.: Машиностроение, 1978.
13. Ландсберг, Г.С. Оптика / Г.С. Ландсберг – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 848 с.
14. Марешаль, А. Структура оптического изображения / А.Марешаль, М.Франсон. – М: Мир, 1970. – 295 с.
15. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. Изд. 2-е, испр. — М.: «Техносфера», 2007. — 856 с.
16. Оптический производственный контроль. Под. ред. Д. Малакары М., Машиностроение, 1985
17. Пантелеев, А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах / А.В. Пантелеев. – М.: Высш. шк., 2005. - 544 с.
18. Родионов, С.А. Автоматизация проектирования оптических систем / С.А. Родионов. – Л.: Машиностроение, 1982. – 270 с.
19. Русинов, М.М. Вычислительная оптика. Справочник. / М.М. Русинов, А.П. Грамматин, П.Д. Иванов, Л.Н. Андреев, Н.А. Агальцова, Г.Г. Ишанин, О.Н. Василевский, С.А. Родионов. - Книжный дом «Либроком», 2009. - 424 с.