

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>	<b>Оптотехника</b>
<b>Профиль подготовки</b>	<b>200400.68.09. Прикладная оптика</b>
<b>Форма обучения</b>	очная
<b>Выпускающая кафедра</b>	<b>Прикладной и компьютерной оптики</b>

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

Программу составили:

кафедры Прикладной и компьютерной оптики

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

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Грамматин А.П., проф.  
(Ф.И.О., ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Ермолаева Е.В.,  
(Ф.И.О., ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

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

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Цуканова Г.И., доц.  
(Ф.И.О., ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Черкасова Д.Н., 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 «Оптехника», магистерская программа «Прикладная 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 «Оптехника», магистерская программа «Прикладная 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.ОП.2 - способен осознавать и формулировать основные проблемы своей предметной области, применять универсальные методы и средства для их решения;

ПК.ПР.2 - готов разрабатывать функциональные и структурные схемы приборов и систем оптехники с определением их физических

принципов действия, структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы;;

ПК.ПР.7 - способен эффективно применять специализированное программное обеспечение, средства автоматизированного проектирования и ИПИ-технологий для решения научно-технических, проектных, конструкторских и технологических задач оптотехники;

ПК.НИ.ПП.1 - способен выбирать и использовать оптимальный математический аппарат для расчета, моделирования и проектирования оптических систем;

ПК.ПР.ПП.1 - способен эффективно проектировать оптические системы и их составные части, с использованием различных методов проектирования;

ПК.ПТ.ПП.1 - способен разрабатывать оптические схемы широкого круга приборов с учётом конструкторско-технологических требований.

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. Расчёт и автоматизация проектирования оптических систем
2. Адаптивная оптика
3. Оценка качества и расчет допусков
4. Оптические офтальмологические приборы
5. Теория и методы проектирования оптических систем

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

##### **Расчет и автоматизация проектирования оптических систем**

1. Аберрации третьего порядка: сферическая аберрация
2. Аберрации третьего порядка: Кома
3. Аберрации третьего порядка: Астигматизм
4. Аберрации третьего порядка: Кривизна изображения
5. Хроматизм положения.
6. Вторичный спектр. Сферохроматизм
7. Особенности формул Федера для расчёта хода лучей на компьютерах
8. Выбор исходной оптической системы для автоматизированной коррекции
9. Использование асферических поверхностей при проектировании оптических систем
10. Наложение ограничений на значения коррекционных параметров при автоматизированной коррекции
11. Выбор корректируемых функций для оптимизации оптических систем
12. Выбор коррекционных параметров при оптимизации оптических систем
13. Модифицированный метод Ньютона для оптимизации оптических систем
14. Модифицированный метод наименьших квадратов для оптимизации оптических систем
15. Определение чувствительности системы к погрешностям изготовления.
16. Аберрации децентрировки

##### **Адаптивная оптика**

1. Принципиальные схемы систем адаптивной оптики
2. Основные типы систем адаптивной оптики.

3. Применение адаптивной оптики.
4. Датчики волнового фронта.
5. Структура изображения точечного предмета, образованного оптической системой.
6. Оптическая система как фильтр пространственных частот. Оптическая передаточная функция.
7. Оптическая передаточная функция при центральном экранировании зрачка оптической системы.
8. Структура изображения, образованного оптической системой с синтезированной апертурой.
9. Оптика атмосферы.
10. Атмосферная турбулентность.
11. Формирование изображения при наличии случайных неоднородных сред.
12. Влияние протяженной случайной неоднородной среды на распространение волн.
13. Оптические телескопы.
14. Главное зеркало телескопа. Эффективность применения телескопов.
15. Анализ принципиальных схем оптики телескопов с синтезированной апертурой.

### **Оценка качества и расчет допусков**

1. Качество оптического изображения. Основные понятия. Классификация оптических систем по качеству изображения.
2. Понятие об идеальной оптической системе. Основные характеристики оптических систем.
3. Определение освещенности в изображении светящейся точки.
4. Разрешающая сила оптических систем. Предел разрешения.
5. Критерии разрешающей способности.
6. Разрешающая способность фотографических объективов.
7. Разрешающая способность матричных приемников изображения.
8. Разрешающая способность глаза. Острота зрения. Уровни форменного зрения
9. Разрешающая способность телескопических систем.
10. Разрешающая способность микроскопа. Формула Аббе. Первичное и вторичное изображения объекта в микроскопе.
11. Понятие волновой аберрации. Взаимосвязь между волновой и поперечной аберрациями.
12. Представление функции волновой аберрации в виде степенного ряда.
13. Разложение функции волновой аберрации по ортогональным полиномам.
14. Волновые хроматические аберрации.
15. Деформация волнового фронта. Критерий Релея.

16. Среднеквадратическое отклонение деформации волнового фронта. Формула и критерий Марешаля.
17. Определительная яркость. Критерий Штреля.
18. Скалярные и векторные ошибки в оптической системе.
19. Определение общей ошибки поверхности.
20. Местная ошибка поверхности. Типы местной ошибки.
21. Определение допуска на осевые расстояния оптической системы.
22. Определение допустимых значений децентрировок оптических элементов.
23. Влияние отклонений оптических характеристик материалов на качество изображения.

### **Оптические офтальмологические приборы и системы**

1. Два типа оптических систем как объект освоения. Зрительный анализатор человека как биологическая оптическая система.
2. Диоптрийное исчисление. Функции зрительного анализатора.
3. Диоптрийное исчисление. Глаз как динамическая оптическая система..
4. Сетчатка как приемник лучистой энергии.
5. Аберрации оптической системы глаза. Содержание и особенности. Обзор.
6. Диоптрийное исчисление. Аметропия. Терминология по ГОСТ. Классификация.
7. Диоптрийное исчисление. Теоретические основы правильного астигматизма оптической системы. Роль шкалы ТАБО и ее схема. .
8. Диоптрийное исчисление. Физическая сущность правильного астигматизма глаза. Составная оптическая офтальмологическая система «Эмметропический эквивалент глаза – Цилиндр Мэдокса».
9. Диоптрийное исчисление. Классификация линз для исследования и коррекции аметропии и правильного астигматизма.
10. Оптическая схема очковой коррекции по Чернингу. Технологические последствия для оптико - механической промышленности и медицинской практики в мире.
11. Составные оптические системы очковой и контактной коррекции. Сравнительная техническая характеристика.
12. Медико- технические требования и устройство осветительных каналов оптических офтальмологических приборов и составных систем.
13. Математические модели «Схематический глаз». Обзор и общая характеристика.
14. Медико- технические требования и устройство передающих каналов ООП и ОСС.
15. Компьютерная модель «Схематический глаз» по Гульстранду в ППП «ОПАЛ». Характеристика приемов оптимизации..
16. Методы исследования аберраций высшего и нулевого порядков оптической системы глаза. Приборное обеспечение. Обзор.
17. Сравнительная техническая характеристика компьютерных моделей «Схематический глаз» в ППП «ОПАЛ» и «ЗЕМАКС».

18. Компьютерная модель Померанцева «Схематический глаз».
19. Моделирование оптической системы реального глаза с использованием составной системы «Глаз – очковое стекло» и эмметропического эквивалента роговицы.
20. Моделирование оптической системы реального глаза с использованием составной системы «Глаз – контактная линза» и эмметропического эквивалента роговицы.
21. Компьютерное моделирование оптической системы «Соразмерный глаз» в ППП «ЗЕМАКС».
22. Компьютерное моделирование оптической системы глаз миопы и гиперметропа в ППП «ЗЕМАКС».
23. Компьютерное моделирование оптической системы глаза пресбиопы в ППП «ЗЕМАКС».

### **Теория и методы проектирования оптических систем**

1. Понятие функционального проектирования оптических систем. Уровни функционального проектирования
2. Информационно-логический уровень функционального проектирования
3. Системотехнический уровень функционального проектирования
4. Схемотехнический уровень функционального проектирования
5. Этапы проектирования оптических приборов. Принципиальная схема.
6. Техническое задание на разработку оптического прибора. Основные разделы ТЗ
7. Техническая документация на разработанный оптический прибор. Схема оптическая принципиальная
8. Техническая документация на разработанный оптический прибор. Оптический выпуск
9. Описание поверхностей при моделировании оптической системы
10. Описание материалов при моделировании оптической системы
11. Этап синтеза оптических систем. Принципиальная схема синтеза
12. Габаритный расчет оптической системы
13. Энергетический расчет оптической системы
14. Алгебраический метод синтеза оптических систем
15. Метод композиции оптических систем
16. Синтез оптической системы методом проб
17. Этап анализа оптических систем. Принципиальная схема анализа
18. Анализ качества изображения дифракционно-ограниченных оптических систем
19. Анализ качества изображения геометрически-ограниченных оптических систем
20. Этап оптимизации оптической системы. Принципиальная схема оптимизации
21. Компьютерное моделирование источников излучения. Основные типы источников.

22. Компьютерное моделирование приемников излучения. Основные типы приемников.
23. Компьютерное моделирование мультikonфигурационных оптических систем

## **6. Литература**

### **Основная литература**

1. Андреев Л.Н., Русинов М.М., Грамматин А.П., Иванов П.Д., Агальцова Н.А., Ишанин Г.Г., Василевский О.Н., Родионов С.А. Вычислительная оптика. Справочник. – 3 изд. – М.: Либроком, 2009. – 424 с.
2. Ермолаева Е.В., Зверев В.А., Филатов А.А. Адаптивная оптика. – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 285 с.
3. Зверев В.А. Материалы к дисциплине «Адаптивная оптика» - СПб: НИУ ИТМО, 2012. – Режим доступа: <http://aco.ifmo.ru/library.html>, своб.
4. Заказнов Н.П., Кирюшин С.И., Кузичев В.Н. Теория оптических систем: Учебное пособие. 4-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 446с.: ил.
5. Цуканова Г.И., Бахолдин А.В. Специальные разделы прикладной оптики. Учебно-методическое пособие под редакцией профессора Шехонина А.А.-СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 79с.:ил.
6. Черкасова Д.Н., Бахолдин А.В. Оптические офтальмологические приборы и системы. Часть I. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 159с.
7. Русинов М.М. Композиция оптических систем. М.: Либроком, 2011
8. Грамматин А.П., Романова Г.Э. Методы проектирования оптических систем, Автоматизация проектирования оптических систем: методические указания к лабораторным работам. СПб, СПб ГУ ИТМО. 2008., 60 с.
9. Грамматин А.П., Романова Г.Э., Цыганок Е.А. Компьютерное моделирование при изучении дисциплин, связанных с расчетом оптических систем. Методические указания к лабораторным работам. СПб.: НИУ ИТМО, 2011, 111с.

### **Дополнительная литература**

10. Адаптивная оптика: Сб. статей/ Пер. с англ. под ред. Э.А. Витриченко. - М.: Мир, 1980.- 456 с.
11. В.Г. Тараненко, О.И. Шанин. Адаптивная оптика. – М.: Радио и связь, 1990. – 112 с.: ил.
12. М.А. Воронцов. Принципы адаптивной оптики. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985. – 336 с., ил.
13. Дж. Гудмен. Статистическая оптика. – М.: Мир, 1988. – 528 с., ил.
14. Н.Н. Михельсон. Оптические телескопы. Теория и конструкция. – М.: Наука, 1976. 512с.
15. Родионов, С.А. Автоматизация проектирования оптических систем / С.А. Родионов. – Л.: Машиностроение, 1982. – 270 с.
16. В.В. Волков, А.Н. Луизов, Б.В. Овчинников, Н.П. Травникова. Эргономика зрительной деятельности человека. Л.: Машиностроение. 1989г.- 109с.
17. Черкасова Д.Н. Офтальмологическая оптика. Учебное пособие. – СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2001 – 192 с.

18. Черкасова Д.Н. Оптические офтальмологические приборы. Учебное пособие. – СПб: СПбГИТМО (ТУ), 2003 – 235 с.
19. Запрягаева Л.А., Свешникова И.С. Расчет и проектирование оптических систем. М.: Логос. 2000.-581 с.
20. Проектирование оптико-электронных приборов: Учебник. Изд. 2-е, перераб. и доп./ Ю.Б. Парвулюсов, С.А, Родионов, В.П. Солдатов, А.А, Шехонин; Под ред. Ю.Г. Якушенкова. – М.: Логос, 2000.
21. Урмахер Л.С., Айзенштат Л. И. Офтальмологические приборы. М.: Медицина, 1988,. 288 с.
22. Грамматин А.П. Методы синтеза оптических систем. Учебное пособие. СПб.: 2002.
23. Сокольский М.Н. Допуски и качество оптического изображения. Л. Машиностроение, 1989.- 221 с.: ил.