

Программа утверждена на заседании  
Ученого Совета физического факультета  
и отделения механики и физики НИИ ЕН СГУ  
\_\_\_\_\_ 2011, протокол № \_\_\_\_

Декан физического факультета  
профессор, д.ф.-м.н.  
В.М.Аникин

**Дополнительная программа  
кандидатского экзамена по специальности  
01.04.21 - Лазерная физика**

Программа составлена по разделам:

1. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЛАЗЕРАХ
  2. НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ЛАЗЕРОВ
  3. ОПТИЧЕСКИЕ РЕЗОНАТОРЫ И ВОЛНОВОДЫ
  4. НЕЛИНЕЙНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ
  5. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОЙСТВА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
  6. ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. МАТРИЧНАЯ ОПТИКА
  7. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВ. ОПТОЭЛЕКТРОНИКА
  8. ЛАЗЕРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ И ДИАГНОСТИКА ПЛАЗМЫ
  9. ТЕХНИКА ЛАЗЕРОВ
  - 10..... ПРИ-  
МЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ
  - 11..... ДЕЙ-  
СТВИЕ МОЩНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ВЕЩЕСТВО. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕ-  
СКИХ ПРОЦЕССАХ
- ЛИТЕРАТУРА

**1. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЛАЗЕРАХ**

Поглощение и усиление света. Активная среда. Понятие о плотности инверсной заселенности энергетических уровней. Эффект насыщения. Скоростные (кинетические) уравнения для населенностей энергетических уровней. Связь выходной мощности излучения лазера с плотностью инверсной заселенности для однородного и неоднородного характера насыщения. Основные типы лазеров: твердотельные, полупроводниковые, газовые. Принципы создания инверсии. Способы получения инверсии в газоразрядных лазерах. Схемы энергетических уровней, основные кинетические процессы, ответственные за создание инверсии в He-Ne, He-Cd, CO, CO -лазерах.

Элементы полуклассической теории лазера. Уравнения для амплитуды и частоты генерации одночастотного лазера стоячей волны. Провал Лэмба. Затягивание и выталкивание частоты генерации. Случай однородно и неоднородно уширенного рабочего перехода. Роль пульсаций заселенностей (когерентных эффектов). Особенности многочастотной генерации. Конкуренция мод, влияние пространственных пульсаций, комбинированные частоты, синхронизация мод. Особенности характеристик лазеров, работающих на связанных переходах.

Элементы полуклассической теории лазера в магнитном поле. Разложение матрицы плотности по неприводимым представлениям группы вращений. Понятие об ориентации, выстраивании, когерентности, эффекте Ханле. Магнитный провал Лэмба. Лазерный гиrometer. Кольцевой резонатор, собственные типы волн. Усиление и конкуренция противоположно направленных бегущих волн. Методы устранения влияния эффекта захвата. Постоянное и знакопеременное смещение.

Естественные и технические флуктуации в лазерах. Источники флуктуации. Спектрально-корреляционная теория флуктуации интенсивности и частоты. Естественная ширина и форма линии излучения лазера. Экспериментальные методы исследования естественных и технических флуктуации в газовых лазерах

непрерывного действия.

Динамика газоразрядных лазеров. Анализ отклика плотности инверсии, выходной мощности и частоты на возмущения тока разряда в He-Ne, He-Cd, Ag и CO -лазерах. Особенности модуляционных характеристик лазеров, работающих на связанных переходах (на примере He-Ne лазера).

## 2. НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА ЛАЗЕРОВ

Фундаментальные эффекты, к которым приводит нелинейность: неизохронность, ангармоничность, генерация гармоник и комбинационных частот, мультистабильность и гистерезис, периодические и хаотические автоколебания. Понятие об аттракторах, бассейнах притяжения, бифуркациях, картах динамических режимов. Состояния равновесия нелинейных систем на фазовой плоскости, их исследование на устойчивость и основы классификации. Вынужденные колебания нелинейного осциллятора и нелинейный резонанс. Примеры автоколебательных систем, синхронизация автоколебаний. Сценарии перехода к хаосу в динамике автоколебательных систем.

Одномерный лазер с однородным уширением и модель Лоренца. Лазер с неоднородным уширением. Лазеры с модуляцией добротности.

## 3. ОПТИЧЕСКИЕ РЕЗОНАТОРЫ И ВОЛНОВОДЫ

Открытые оптические резонаторы (ОР). Интегральное уравнение открытого резонатора. Спектр собственных частот, дифракционные потери и распространение полей в ОР. Гауссовы пучки света и их приложение к теории ОР. Параболическое уравнение. Уравнения для параметров пучков Эрмита-Гаусса (Лагерра-Гаусса). Закон ABCD. Расчет с помощью закона ABCD двухзеркального ОР. Диаграмма устойчивости ОР. Различные типы ОР.

Оптические волноводы (ОВ). Лучевой и модовый подходы к изучению ОВ. Сдвиг фазы волны при полном внутреннем отражении. Сдвиг Гаусса-Хенкена. Плоские оптические волноводы со ступенчатым профилем распределения показателя преломления. Дисперсионное уравнение для мод ОВ. Спектральное разложение полного поля: направляемые и вытекающие моды. Понятие числовой апертуры ОВ. Возбуждение мод в ОВ. Моды излучения. Цилиндрические оптические волноводы (волоконные световоды (ВС)). Приближение слабонаправляющего ОВ, линейно-поляризованные моды.

Методы компьютерного моделирования распространения лазерных пучков и импульсов в ОВ.

Одномодовые и многомодовые ВС. Эффективная ширина ВС. Двумерные градиентные ВС. Распространение оптических импульсов в ВС. Потери и дисперсия в ВС. Методы измерения дисперсии и потерь в ВС. Методы управления дисперсией. Технология изготовления ВС.

Нелинейные явления в ОВ. Временные солитоны и пространственные нелинейные моды в ОВ. Преобразование частоты и компрессия сверхкоротких световых импульсов в ОВ. Новые сильно нелинейные стекла для ОВ.

Микроструктурированные световоды (МС). Нелинейные и дисперсионные свойства МС. Генерация суперконтинуума в МС.

Активные ВС. Волоконные лазеры. Керровская синхронизация мод в волоконных лазерах.

## 4. НЕЛИНЕЙНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Атом в сильном поле лазерного излучения. Многофотонные эффекты. Динамический эффект Штарка. Модель ангармонического осциллятора. Нелинейная поляризация слабопоглощающей диспергирующей среды. Нелинейные восприимчивости. Классическая электронная и квантовая теория нелинейных восприимчивостей. Свойства симметрии тензоров нелинейной восприимчивости. Уравнения электродинамики нелинейной среды. Укороченные уравнения для амплитуд связанных волн в нелинейной среде. Трех- и четырехволновые взаимодействия в нелинейных средах. Самофокусировка лазерных пучков. Нелинейное поглощение. Генерация гармоник и комбинационных частот. Условия синхронизма. Параметрическое взаимодействие волн. Параметрические усилители и генераторы с плавной перестройкой частоты. Параметрическое преобразование частоты вверх. Взаимодействие электромагнитных волн с акустическими.

Нелинейные свойства оптических стекол. Методы измерения нелинейных коэффициентов преломления и поглощения в оптических стеклах. Нелинейные эффекты в металло-диэлектрических структурах. Нелинейные устройства нанофотоники.

Нелинейные оптические явления в жидких кристаллах. Фоторефрактивные среды и явления.

## 5. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СВОЙСТВА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Функция и степень когерентности. Спектральное разложение функции когерентности. Теорема Винера-

ра-Хинчина. Основные соотношения Фурье-спектрометрии. Теорема Ван-Циттерта-Цернике. Когерентность высших порядков. Корреляции флуктуации интенсивности. Эффект Брауна-Твисса. Статистика счета фотоэлектронов. Метод корреляции фотоэлектронов в спектроскопии оптического смешения. Статистические свойства рассеянного света. Рассеяние света на макромолекулах и броуновских частицах. Рассеяние света на флуктуациях числа частиц и на флуктуациях ориентации. Влияние взаимодействия частиц на функции корреляции полей и интенсивностей рассеянного света.

Когерентность одномодового и многомодового лазера. Статистические характеристики нелинейных оптических процессов. Сжатые состояния.

## **6. ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. МАТРИЧНАЯ ОПТИКА**

Описание распространения сферических волн и гауссовых пучков с помощью матриц  $2 \times 2$  оптических элементов. Описание поляризации световых волн с помощью векторов Джонса. Параметры Стокса. Матрицы когерентности. Распространение света через поляризующие оптические системы. Матрицы Джонса. Матрицы Мюллера.

## **7. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВ. ОПТОЭЛЕКТРОНИКА.**

Взаимодействие света с твердым телом. Генерация света в полупроводниках. Условие инверсной заселенности и методы ее достижения.

Использование электрооптических, акустооптических и магнитооптических эффектов для модуляции и отклонения оптического излучения.

Приемники оптического излучения. Оптоэлектронные устройства отображения информации и преобразования изображений. Принципы оптической записи информации. Среда для оптической памяти.

Полностью оптическая обработка информации. Переключение, ограничение и регенерация оптического сигнала. Оптическая бистабильность. Элементы и устройства интегральной оптики. Проблемы и перспективы создания оптических компьютеров. Оптические методы хранения информации.

## **8. ЛАЗЕРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ И ДИАГНОСТИКА ПЛАЗМЫ**

Методы линейной лазерной спектроскопии и диагностики плазмы: внутриврезонаторные, оптико-акустический, оптико-гальванический, модуляционные и др.

Основные методы нелинейной лазерной спектроскопии. Способы получения узких нелинейных резонансов в поглощающих средах (обращенный провал Лэмба, конкурентные резонансы, интерференция пространственно разнесенных полей, двухфотонное поглощение и др.). Применение узких резонансов в квантовой электронике, в экспериментальной физике, в спектроскопии.

Активная спектроскопия. Спектроскопия когерентного антистоксова рассеяния света (КАРС). Спектроскопия быстропротекающих процессов.

## **9. ТЕХНИКА ЛАЗЕРОВ**

Типы лазеров. Конструкции резонаторов и активных элементов. Перестраиваемые лазеры. Лазеры с СВЧ-накачкой. Импульсные лазеры. Источники питания лазеров.

Оптика лазеров (зеркала, интерференционные фильтры, призмы, пленка Троицкого, оптические модуляторы, фотоприемники и т.д.).

Методы измерения параметров лазерного излучения. Измерение коэффициента усиления, выходной мощности и энергии, длительности и формы импульса. Измерение длины волны и частоты. Единый эталон длины и частоты. Регистрация оптического спектра и спектра биений мод. Измерение размера пучка, состояния поляризации, положения оси диаграммы направленности. Методы измерения флуктуации мощности, частоты и пространственных характеристик излучения лазеров.

Методы управления параметрами лазерного излучения. Селекция мод. Модуляция (амплитудная, частотная, фазовая, пространственная). Синхронизация мод. Стабилизация частоты, мощности и пространственных характеристик. Получение сверхкоротких лазерных импульсов.

Методы обращения волнового фронта (ОВФ). Применение ОВФ в лазерной технике. Адаптивная оптика.

Техника безопасности при работе с лазерами. Дозиметрия лазерного излучения.

## **10. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ**

Взаимодействие лазерного излучения с биологическими тканями и клетками. Рассеяние, поглощение и отражение света биологическими объектами. Глубина проникновения света в биологические ткани. Сенсibilизация биотканей.

Физические и математические модели клеток и биотканей. Численные методы анализа распространения лазерного излучения в биотканях. Метод Монте-Карло. Особенности распространения коротких импульсов света в сильно рассеивающих средах.

Методы микро- и макродиагностики биообъектов. Лазерная флуориметрия, абсорбционно-трансмиссионная спектроскопия, фототермическая и фотоакустическая спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния, доплеровская спектроскопия, спекл-интерферометрия, голография. Лазерная микроскопия и цифровая голография биологических клеток. Нелинейная спектроскопия и визуализация клеток и тканей. Фототермическая и фотоакустическая визуализация клеток и тканей. Лазерная оптопорация и трансфекция живых клеток. Лазерный микроспектральный анализ.

Оптическая диффузионная и когерентная томография. Лазерные диагностические устройства и волоконно-оптические биомедицинские датчики. Фотонно-кристаллические световоды. Оптические биосенсоры. Лазерная пролетная цитометрия. Лазерная пролетная цитометрия *in vivo*.

Получение терагерцового когерентного излучения и его использование в биологии и медицине.

Принципы лазерной фототерапии (ПУФА-терапия, фотодинамическая терапия и пр.). Лазерные терапевтические установки. Принципы лазерной хирургии. Диаграмма Летохова и Слайни. Коагуляция и абляция биотканей лазерным излучением. Лазерный селективный фототермолиз. Достоинства лазерной хирургии. Лазерные скальпели и эндоскопы. Медицинские волоконные световоды.

Нанобиофотоника. Плазмонные наночастицы и их использование в лазерной терапии онкологических заболеваний.

## 11. ДЕЙСТВИЕ МОЩНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ВЕЩЕСТВО. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Эффекты, вызываемые поглощением лазерного излучения на поверхности непрозрачного материала (нагрев, плавление, испарение). Эмиссия частиц под действием лазерного излучения. Пробой газов. Повреждение прозрачных материалов.

Принципы создания и типы мощных технологических лазеров. Применение мощных лазеров. Обработка металлов. Обработка неметаллических материалов. Обработка пленочных элементов.

Создание объемных структур в оптических стеклах лазерными импульсами большой интенсивности. Пространственно-временная динамика сфокусированного нестационарного лазерного пучка в образце и нагрев стекла. Изменение показателя преломления стекла. Роль коэффициентов нелинейного преломления и поглощения в процессе лазерной модификации оптических свойств стекла.

Спектрохимический анализ. Запись информации.

### ЛИТЕРАТУРА

#### К разделу 1

1. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике.- М.: Наука, 1988.
2. Тучин В.В. Динамические процессы в газоразрядных лазерах.- М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Лэмб У. Теория оптических лазеров. В кн.: Квантовая оптика и квантовая радиофизика.- М.: Мир, 1966, с.281-376.
4. Волновые и флуктуационные процессы в лазерах. Под ред. Ю.А.Климонтовича, - М.: Наука, 1974.
5. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Статистическая радиофизика и оптика. Случайные колебания и волны в линейных системах. Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2010.
6. Ханин Я.И. Динамика квантовых генераторов.- М.: Сов. радио, 1975.
7. Научно-образовательный сайт по физике <http://phys.web.ru/db/section/s260000474/>
8. Конюхов А.И., Мельников Л.А., Мажирина Ю.А., Романова Е.А., Вычислительные методы в лазерной физике, Часть I, Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2006. – 48с.
9. Конюхов А.И., Мельников Л.А., Мажирина Ю.А., Романова Е.А., Вычислительные методы в лазерной физике, Часть II, Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2006. – 48с.
10. Салех В.Е.А., Тейх М.К. Основы фотоники. М.: Интеллект, 2011.

#### К разделу 2

1. Шустер Г. Детерминированный хаос- М.: Мир, 1988.
2. Хакен Г. Лазерная светодинамика.- М.: Мир, 1988.
3. Мун Ф. Хаотические колебания.- М.: Мир, 1990.
4. Кузнецов А.П., Кузнецов С.П., Рыскин Н.Ю. Нелинейные колебания: Учеб. Пособие для вузов. - М.: Физматлит, 2002.
5. Кузнецов С.П. Динамический хаос: Учеб. Пособие для вузов. - М.: Физматлит, 2001.

6. Анищенко В.С., Астахов В.В., Вадивасова Т.Е., Нейман А.Б., Стрелкова Г.И., Шиманский-Гайер Л. Нелинейные эффекты в хаотических и стохастических системах. - Москва, Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003.
7. Пиковский А., Розенблюм М., Куртс Ю. Синхронизация. Фундаментальные нелинейные явления. - М., Техносфера, 2003.
8. Анищенко В.С., Астахов В.В., Вадивасова Т.Е., Стрелкова Г.И. Синхронизация регулярных, хаотических и стохастических колебаний. - Москва, Ижевск: Изд-во Института компьютерных исследований, 2008.
9. Стрелков С.П. Введение в теорию колебаний – Санкт-Петербург: Лань, 2006.
10. Карлов Н.В., Кириченко Н.А. Колебания, волны, структуры - М: Физматлит, 2006.
11. Горелик Г.С. Колебания и волны. - М: Физматлит, 2008.

### К разделу 3

1. Р.Фриман, Волоконно-оптические системы связи. пер. с англ. под ред. Н. Н. Слепова. - 3-е изд., доп. - М. : Техносфера, 2006. – 495с.
2. В. Г. Дмитриев, Л. В. Тарасов, Прикладная нелинейная оптика. 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 512 с.
3. Н. Н. Ахмедиев, А. Анкевич, Солитоны: Нелинейные импульсы и пучки.- М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 299с.
4. А.М.Желтиков, Сверхкороткие импульсы и методы нелинейной оптики.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 294с.
5. А.М.Желтиков, Микроструктурированные световоды в оптических технологиях - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 191с.
6. M.Yamane, Y.Asahara, Glasses for photonics, Cambridge University Press, 2000.
7. J.Hu et al., Maximizing the bandwidth of supercontinuum generation in As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> chalcogenide fibers, Opt. Express, V.18, 7, 2010, p.6722.
8. Салех В.Е.А., Тейх М.К. Основы фотоники. М.: Интеллект, 2011.
9. Liu J.-M. Photonic Devices. Cambridge, et al., Cambridge University Press, 2005.
10. Манцызов Б.И. Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов. Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2009
11. Звелто О. Принципы лазеров.- М.: Мир, 1984.
12. Маркузе Д. Оптические волноводы.М.: Мир, 1974.
13. Адамс М. Введение в теорию оптических волноводов. М.: Мир, 1984.
14. Козанне А., Флере Ж., Мэтр Г., Руссо М. Оптика и связь: оптическая передача и обработка информации.- М.: Мир, 1984.
15. Ярив А. Введение в оптическую электронику. - М.: Высшая школа, 1983.
16. Ахманов С.А., Выслоух В.А., Чиркин А.С. Оптика фемтосекундных световых импульсов.- М.: Наука, 1988.
17. Мэйтлэнд А., Данн М. Введение в физику лазеров.- М.: Наука, 1978.

### К разделу 4

1. Ю.С.Кившарь, Г.П.Агравал, Оптические солитоны. От световодов к фотонным кристаллам. пер. с англ. под ред. Н. Н. Розанова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 647с.
1. 5. Н. Н. Ахмедиев, А. Анкевич, Солитоны: Нелинейные импульсы и пучки.- М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 299с.
2. 6. Н. Н. Ахмедиев, А. Анкевич, Диссипативные солитоны. пер. с англ. под ред. Н. Н. Розанова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 501с.
3. 7.А.М.Желтиков, Сверхкороткие импульсы и методы нелинейной оптики.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 294с.
4. 8. M. Sheik-Bahae et al., Sensitive Measurement of Optical Nonlinearities Using a Single Beam, IEEE Journ. Of Quant.Electron., V.26, 4, 1990, p.760.
5. Ларкин А.И., Юу Ф.Т.С. Когерентная фотоника. М.: БИНОМ, 2009, 319 с.
6. Крюков П.Г. Фемтосекундные импульсы. Введение в новую область лазерной физики. М.: Физматлит, 2008, 208 с.
7. Салех В.Е.А., Тейх М.К. Основы фотоники. М.: Интеллект, 2011.
8. Шен И.Р. Принципы нелинейной оптики.- М.: Наука, 1989.
9. Ахманов С.А., Хохлов Р.В. Проблемы нелинейной оптики.- М.: Изд-во ВИНТИ, 1964.
10. Шуберт М., Вильгельми Б. Введение в нелинейную оптику.- М.: Мир, ч.1, 1973, ч.2, 1979.
11. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн.- М.: Наука, 1979.
12. Апанасевич П.А. Основы теории взаимодействия света с веществом. - Минск: Наука и техника, 1977.
13. Клышко Д.Н. Физические основы квантовой электроники.- М.: Наука, 1986.

### К разделу 5

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики.- М.: Наука, 1970.
2. Ахманов С.А., Дьяков Ю.Е., Чиркин А.С. Введение в статистическую радиофизику и оптику.- М.: Наука,

1981.

3. J.W. Goodman (2007), *Speckle Phenomena in Optics: Theory and Applications*, Roberts & Co., Englewood, CO.
4. Скалли М.О., Зубайри М.С. Квантовая оптика. М.: Физматлит, 2003, 511 с.
5. Мандель Л., Вольф Э. Оптическая когерентность и квантовая оптика. М.: Физматлит, 2000, 896 с.
6. Салех В.Е.А., Тейх М.К. Основы фотоники. М.: Интеллект, 2011.
7. Килин С. Я. Квантовая оптика: Поля и их детектирование. Мн., 1990; М.: УРСС, 2003.

#### К разделу 6

1. V.V. Tuchin, L.V. Wang, and D.A. Zimnyakov, *Optical Polarization in Biomedical Applications*, Springer, NY (2006).
2. Салех В.Е.А., Тейх М.К. Основы фотоники. М.: Интеллект, 2011.
3. Ярив А. Введение в оптическую электронику. - М.: Высшая школа, 1983.
4. Аззам Р., Башара Н. Эллипсометрия и поляризованный свет.- М.: Мир, 1981.
5. Борн М., Вольф Э. Основы оптики.- М.: Наука, 1970.

#### К разделу 7

1. Э. Розеншер, Б. Винтер, Оптоэлектроника. пер. с фр. под ред. О. Н. Ермакова. - 2-е изд., испр. - М. : Техносфера, 2006. – 588с.
2. Мосс Т., Баррел Г., Элис Б. Полупроводниковая оптоэлектроника. - М.: Мир, 1976.
3. Названов В.Ф. Физические основы оптоэлектроники. Учебное пособие.- Саратов: Изд-во СГУ, 1980.
4. Майоров С.А., Очин Е.Ф., Романов Ю.Ф. Оптические аналоговые вычислительные машины.- М.: Энергоатомиздат, 1983.
5. Свечников Г.С. Элементы интегральной оптики.- М.: Радио и связь, 1987.
6. Гиббс Х. Оптическая бистабильность.- М.: Мир, 1988.
7. Физика полупроводниковых лазеров. Под ред. Х.Такумы.- М.: Мир, 1989.
8. Семенов А.С., Смирнов В.Л., Шмалько А.В. Интегральная оптика для систем передачи и обработки информации. М.: Радио и связь, 1990.
9. Я.Тауц, Оптические свойства полупроводников в видимой и ультрафиолетовой областях спектра, УФН, Т.94, 3, 1968, стр. 501.
10. Салех В.Е.А., Тейх М.К. Основы фотоники. М.: Интеллект, 2011.

#### К разделу 8

1. Летохов В.П., Чеботаев В.С. Принципы нелинейной лазерной спектроскопии.- М.: Наука, 1990.
2. Пятницкий Л.Н. Лазерная диагностика плазмы.- М.: Атомиздат, 1976.
3. Оптико-акустический метод в лазерной спектроскопии молекулярных газов. Под ред. Макушкина Ю.С. Новосибирск: Наука, 1984.
4. Жаров В.П., Летохов В.С. Лазерная оптико-акустическая спектроскопия.- М.: Наука, 1984.
5. Ахманов С.А., Коротеев Н.И. Методы нелинейной оптики в спектроскопии рассеяния света. - М.: Наука, 1981.
6. Бохан П.А., Бучанов В.В., Закревский Д.Э., Казарян М.А., Прохоров А.М., Фатеев Н.В. Оптическое и лазерно-химическое разделение изотопов в атомарных парах. М.: Физматлит 2010, 224 с.
7. Евсеев И.В., Рубцова Н.Н., Самарцев В.В. Когерентные переходные процессы в оптике. М.: Физматлит 2009, 536 с.
8. Demtröder W. Laser Spectroscopy. Fourth edition Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
9. Демтредер В. Лазерная спектроскопия: Основные принципы и техника эксперимента: Пер. с англ. /Под ред. И. И. Собельмана. - М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. -608 с

#### К разделу 9

1. Реди Дж. Промышленное применение лазеров.- М.: Мир, 1981.
2. Летохов В.С. Нелинейные селективные фотопроцессы в атомах и молекулах.- М.: Наука, 1983.
3. Кириллов А.И., Морское В.Ф., Устинов Н.Д. Дозиметрия лазерного излучения.- М.: Радио и связь, 1983.
4. Измерение энергетических параметров и характеристик лазерного излучения. Под ред. Котюка А.Ф. - М.: Радио и связь, 1981.
5. Измерение спектрально-частотных и корреляционных параметров и характеристик лазерного излучения. Под ред. Котюка А.Ф. и Степанова Б.М.- М.: Радио и связь, 1982.
6. Анохов Г.А., Марусий Т.Я., Соскин М.С. Перестраиваемые лазеры. - М.: Радио и связь, 1982.
7. Муллер Я.Н. Использование СВЧ газового разряда в оптических квантовых генераторах (обзор).- Известия вузов. Радиоэлектроника, 1979, т.22, вып. 10, с.55-68.
8. Херманн И., Вильгельми Б. Лазеры сверхкоротких световых импульсов.- М.: Мир, 1986.
9. Зельдович Б.Я., Пилюпецкий Н.Ф., Шкунов В.В. Обращение волнового фронта.- М.: Наука, 1985.
10. Воронцов М.В., Шмальгаузен В.И. Принципы адаптивной оптики. - М.: Наука, 1985.
11. В.В. Тучин, *Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях*, 2-е издание, Физматлит, 2010.

### К разделу 10

1. В.В. Тучин, *Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях*, 2-е издание, Физматлит, 2010.
2. Оптическая биомедицинская диагностика. Т.1, 2 / Под ред. Тучина В.В. Пер. с англ. М., Физматлит, 2007; Handbook on Optical Biomedical Diagnostics. V. PM107 / Ed. by Tuchin V.V. Bellingham, SPIE Press, 2002.
3. Tuchin V.V. *Tissue Optics: Light Scattering Methods and Instruments for Medical Diagnosis*, 2<sup>nd</sup> edition. Bellingham, WA, SPIE Press, 2007. V. PM 166.
4. Гладкова Н.Д. Оптическая когерентная томография в ряду методов медицинской визуализации, Н. Новгород: Институт прикладной физики РАН, 2005.
5. Жорина Л.В., Змиевской Г.Н. Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами. М., Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.
6. Руководство по оптической когерентной томографии/Под ред. Гладковой Н.Д., Шаховой Н.М., Сергеева А.М. М., Физматлит, Медицинская книга, 2007.
7. D.R. Vij and K. Mahesh (eds.), *Lasers in Medicine*, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London (2002).
8. H.-P. Berlien and G.J. Müller (eds.), *Applied Laser Medicine*, Springer-Verlag, Berlin (2003).
9. T. Vo-Dinh (ed.), *Biomedical Photonics Handbook*, CRC Press, Boca Raton (2003).
10. A. Kishen and A. Asundi (eds.), *Photonics in Dentistry. Series of Biomaterials and Bioengineering*, Imperial College Press, London (2006).
11. L.V. Wang and H.-I. Wu, *Biomedical Optics: Principles and Imaging*, Wiley-Interscience, Hoboken, NJ (2007).
12. R. Splinter and B.A. Hooper, *An Introduction to Biomedical Optics*, CRC Press, Taylor & Francis Group, NY, London (2007).
13. *Optical Coherence Tomography: Technology and Applications* / Ed. by Drexler W., Fujimoto J.G. Berlin, Springer, 2008.
14. V.V. Tuchin (ed.), *Handbook of Optical Sensing of Glucose in Biological Fluids and Tissues*, CRC Press, Taylor & Francis Group, London (2009).
15. M.F. Yang, V.V. Tuchin, and A.N. Yaroslavsky, "Principles of light skin interactions" in *Light-Based Therapies for Skin of Color*, E.D. Baron (ed.), Springer, London (2009), pp. 1–45.
16. G.B. Altschuler and V.V. Tuchin, "Physics behind the light-based technology: Skin and hair follicle interactions with light" in *Cosmetic Applications of Laser & Light-Based Systems*, G. Ahluwalia (ed.), William Andrew, Inc., Norwich, NY (2009), pp. 49–109.
17. V.V. Tuchin, "Optical spectroscopy of biological materials," Chapter 16 in *Encyclopedia of Applied Spectroscopy*, D.L. Andrews (ed.), Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim (2009), pp. 555–626.
18. L. Wang (ed.), *Photoacoustic Imaging and Spectroscopy*, CRC Press, Taylor & Francis Group, London (2009).
19. V.V. Tuchin (ed.), *Handbook of Photonics for Biomedical Science*, CRC Press, Taylor & Francis Group, London (2010).
20. M.M. Nazarov, A.P. Shkurinov, V.V. Tuchin, and X.-C. Zhang, Terahertz tissue spectroscopy and imaging, Chapter 23 in *Handbook of Photonics for Biomedical Science*, V.V. Tuchin (ed.), CRC Press, Taylor & Francis Group, London (2010), pp. 591–617.
21. Узденский А.Б. Клеточно-молекулярные механизмы фотодинамической терапии. Санкт-Петербург, Наука, 2010.
22. B.C. Wilson, Photodynamic therapy/diagnostics: Principles, practice and advances, Chapter 25 in *Handbook of Photonics for Biomedical Science*, V.V. Tuchin (ed.), CRC Press, Taylor & Francis Group, London (2010), pp. 649–686.
23. Y.-Y. Huang, A.C.-H. Chen, and M.R. Hamblin, Advances in low-intensity laser and phototherapy, Chapter 26 in *Handbook of Photonics for Biomedical Science*, V.V. Tuchin (ed.), CRC Press, Taylor & Francis Group, London (2010), pp. 687–716.
24. Y.-Y. Huang, M.R. Hamblin, and L. De Taboada, Low-level laser therapy in stroke and central nervous system, Chapter 27 in *Handbook of Photonics for Biomedical Science*, V.V. Tuchin (ed.), CRC Press, Taylor & Francis Group, London (2010), pp.717–737.
25. F.S. Pavone (ed.), *Laser Imaging and Manipulation in Cell Biology*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim (2010).
26. K. König and A. Uchugonova, Multiphoton imaging and nanoprocessing of human stem cells, Chapter 1 in *Laser Imaging and Manipulation in Cell Biology*, F.S. Pavone (ed.), Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim (2010), pp. 9–34.
27. D.A. Boas, C. Pitris, and N. Ramanujam (eds.), *Handbook of Biomedical Optics*, CRC Press, Taylor & Francis Group, London (2011).
28. V.V. Tuchin, *Dictionary of Biomedical Optics and Biophotonics*, SPIE Press, Bellingham, WA (2011).
29. P. Prasad, *Introduction to Biophotonics*. Wiley-Interscience, Hoboken, N.J. (2003).
30. V.V. Tuchin (ed.), *Coherent-Domain Optical Methods for Biomedical Diagnostics, Environmental and Material Science*, vols. 1 & 2, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London (2004).

31. V.V. Tuchin, L.V. Wang, and D.A. Zimnyakov, *Optical Polarization in Biomedical Applications*, Springer, NY (2006).
32. W. Bock, I. Gannot, and S. Tanev (eds.), *Optical Waveguide Sensing and Imaging, NATO SPS Series B: Physics and Biophysics*, Springer, Dordrecht (2008).
33. K.-E. Peiponen, R. Myllylä, and A.V. Priezhev, *Optical Measurement Techniques, Innovations for Industry and the Life Science*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (2009).
34. Манцызов Б.И. Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов. Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2009
35. V.V. Tuchin (ed.), *Advanced Optical Cytometry: Methods and Disease Diagnoses*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim (2011).
36. V.V. Tuchin and N. Langhoff, eds., Special issue on Nanostructure glass technology for x-ray optics and biophotonics," *J. X-Ray Science and Technology*, Vol. 13, No 4, 2005.
37. Valery V. Tuchin, Rebekah Drezek, Shuming Nie, and Vladimir P. Zharov (Guest Editors) Special section on Nanophotonics for Diagnostics, Protection and Treatment of Cancer and Inflammatory Diseases, *J. Biomed. Opt.*, March/April 2009, Vol. 14 (2), 020901; 021001-021017.
38. Valery V. Tuchin, Attila Tarnok, and Vladimir P. Zharov (Guest Editors), Towards in vivo flow cytometry, *J. Biophoton.* 2, No. 8–9, 457–547 (2009) / DOI 10.1002/jbio.200910546.
39. Valery V. Tuchin, Anna N. Yaroslavsky, Steven L. Jacques, and Rox Anderson, (Guest Editors), Biophotonics for Dermatology: Science and Applications, *J. Biophoton.* 3, No. 1/2 (2010).
40. Ю.С. Скибина, В.В. Тучин, В.И. Белоголов, Г. Штейнмаер, Й.Л. Бетге, Р. Веделль, Н. Лангхофф, Фотонно-кристаллические волноводы в биомедицинских исследованиях, *Квантовая электроника*, Т. 41, № 4-5, 2011

#### К разделу 11

1. Рэди Дж. Действие мощного лазерного излучения .- М.: Мир, 1974.
2. Вейко В.П. Лазерная обработка пленочных элементов.- Л.: Машиностроение, Лен. отделение, 1986.
3. Велихов Е.П., Ковалев А.С., Рахимов А.Т. Физические явления в газоразрядной плазме.- М.: Наука, 1987.
4. D. M. Rayner, A. Naumov and P. B. Corkum, Ultrashort pulse non-linear optical absorption in transparent media, *Opt.Express*, V.13, 9, 2005, p. 3208.
5. Alexander L. Gaeta, Catastrophic Collapse of Ultrashort Pulses, *Phys.Rev.Lett.*, V.84, 6, 2000, p.3582.
6. E.G.Gamaly et al., Laser-matter interaction in the bulk of a transparent solid: Confined microexplosion and void formation, *PHYS. REV. B* 73, 214101, 2006.
7. E.A.Romanova et al., Femtosecond Laser Processing as an Advantageous 3-D Technology for the Fabrication of Highly Nonlinear Chip-Scale Photonic Devices, *Journ. of Lightwave Technol.*, V.27, 5, 2009, p.3275.
8. Л.В.Келдыш, Ионизация в поле сильной электромагнитной волны, *ЖЭТФ*, 1964г., 10, стр.1948.
9. Е.А.Романова, А.И.Конюхов, Исследование условий облучения и термодинамики оптического стекла в задаче о модификации материалов фемтосекундными лазерными импульсами, *Опт. и спектр.*, т.104, 5, 2008, с.865.

#### ПРОГРАММУ СОСТАВИЛИ:

Зав. кафедрой оптики и биофотоники, д. ф.-м. н., профессор

**В.В. Тучин**

Профессор кафедры теоретической физики, д. ф.-м. н.

**В.Л. Дербов**

Профессор кафедры компьютерной физики, д.ф.-м. н., профессор

**Е.А. Романова**

Профессор кафедры оптики и биофотоники, д.ф.-м. н., профессор

**В.П. Рябухо**