Программа вступительного экзамена

Направление подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия”

Специальность 01.04.21 «Лазерная физика”

1. **Принципы работы лазера.** Основные свойства лазерного излучения. Энергетические уровни атомов, молекул, кристаллов. Индуцированные и спонтанные переходы, коэффициенты Эйнштейна. Вероятности переходов, золотое правило Ферми. Однородное и неоднородное уширения линии излучения. Пространственная когерентность лазерного излучения. Временная когерентность лазерного излучения. Инверсия населенностей в лазере. Методы создания и назначение. Эффект насыщения. Трех- и четырехуровневые схемы генерации лазеров. Активные среды твердотельных лазеров. Полупроводниковые лазеры: классификация, принципы работы, особенности.
2. **Оптика лазерных резонаторов**. Пассивные и активные резонаторы. Устойчивые и неустойчивые резонаторы. Поляризация света. Матрицы Джонса. Вектора поляризации мод резонатора. Фильтр Лио. Методы селекции мод резонаторов. Селекция продольных, поперечных, поляризационных мод в резонаторе: принципы и методы экспериментальной реализации. Подавление двунаправленной генерации в кольцевом резонаторе. Взаимные и невзаимные оптические элементы.
3. **Динамика генерации лазеров.** Линейный и нелинейный этапы генерации. Фазовый портрет лазера. Полуклассическая модель взаимодействия излучения с веществом. Уравнения Максвелла-Блоха и модель Лоренца-Хакена. Динамические классы лазеров.
4. **Режимы генерации лазеров.** Методы реализации модуляции добротности: насыщающийся поглотитель, вращающееся зеркало, электрооптический модулятор, акустооптический модулятор, ОВФ-зеркало. Синхронизация мод: гребенки оптических частот, модель Хауса. Методы синхронизации мод: насыщающийся поглотитель, электрооптический модулятор, акустооптический модулятор, эффект Керра. Ультракороткие лазерные импульсы: генерация, усиление, диагностика.
5. **Термооптика твердотельных лазеров.** Основные тепловые эффекты в лазерах: тепловая линза, деполяризация, механическое разрушение. Критерии оценки качества пучка. Термически-индуцированное двулучепреломление. Методы подавления и компенсации тепловых эффектов.
6. **Преобразование частоты лазерного излучения.** Генерация гармоник лазерного излучения. Параметрические генераторы света. Вынужденное комбинационное рассеяние. Рамановские лазеры.
7. **Взаимодействие лазерного излучения с веществом.** Механизмы поглощения лазерного излучения и перехода поглощенной энергии в тепловую в металлах и полупроводниках. Линейные режимы лазерного нагрева материалов, оценки температуры в области лазерного воздействия для типичных режимов. Механизмы разрушения материалов под действием лазерного излучения (краткая характеристика основных механизмов разрушения).
8. **Взаимодействие лазерного излучения с биотканями.** Коагуляция, карбонизация и абляция биотканей. Механизмы и модели лазерной абляции биотканей. Лазеры для хирургии мягких и твердых биотканей. Законы, описывающие распространение света в биотканях. Основные оптические характеристики биотканей. Спектры пропускания, поглощения и рассеяния биотканей. Лазеры для диагностики и низкоинтенсивной терапии.
9. **Методы и схемы лазерной спектроскопии.** Классификация линейных методов. Абсорбционная спектроскопия. Спектроскопия возбуждения. Оптоакустическая спектроскопия. Оптогальваническая спектроскопия. Спектроскопия лазерного магнитного резонанса. Штарковская спектроскопия. Спекл-диагностика жидкостей и газов. Спекл-интерферометрия. Закон Бугера. Связь поглощения и дисперсии, соотношения Крамерса-Кронига.
10. **Нелинейная лазерная спектроскопия.** Спектроскопия насыщения, стабилизация частоты генерации лазеров. Лазерная внутридоплеровская спектроскопия. Поляризационная спектроскопия. Спектроскопия гетеродинирования. Спектроскопия с временным разрешением. Принципы многофотонной спектроскопии. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния. Спектроскопия комбинационного антистоксова рассеяния.

Литература

1. Ханин Я.И. Основы динамики лазеров. – М.: Наука: ФИЗМАТЛИТ, 1999.
2. Звелто О. Принципы лазеров / О. Звелто; пер. с англ. Д.Н. Козлова [и др.]; под науч. ред. Т. А. Шмаонова. – Изд. 4-е. – СПб. [и др.]: Лань, 2008.
3. Мандель Л., Вольф Э. Оптическая когерентность и квантовая оптика. – М.: Физматлит, 2000.
4. Лангдсберг Г.С. Оптика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
5. Мезенов А.В., Сомс Л.Н., Степанов А.И. Термооптика твердотельных лазеров – Л.: Машиностроение, 1986.
6. Быков В. П., Силичев О.О. Лазерные резонаторы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
7. Дмитриев В.Г., Тарасов Л.В. Прикладная нелинейная оптика. –2-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
8. Летохов В.С., Чеботаев В.П. Нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения. – М.: Наука, 1990.
9. Ананьев Ю.А. Оптические резонаторы и лазерные пучки. М.: Наука, 1990.
10. Тучин, В. В. Оптика биологических тканей. Методы рассеяния света в медицинской диагностике / В. В. Тучин. — М.: Физматлит, 2013. — 818 с.
11. Лазерная инженерия хрящей / под ред. В.И.Багратишвили, Э.Н.Соболя, А.Б.Шехтера. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.
12. В.П. Вейко, М.Н. Либенсон, Г.Г. Червяков, Е.Б. Яковлев. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Под редакцией чл.-корр. РАН В.И. Конова. Физматлит. М.: 2008 г.