Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра лазерных систем

Паспорт экзамена

по дисциплине «Современные проблемы лазерной спектроскопии», 3 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной, по билетам. Билет состоит из 2 вопросов и формируется по следующему правилу:

- первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-17;
- второй вопрос из диапазона вопросов 18-36.

Таким образом, проверяются результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФТФ

Билет № _____
к экзамену по дисциплине «Современные проблемы лазерной спектроскопии»

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой ____ _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не

содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 35 до 40 баллов.*

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до* 27 *баллов.*

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от* 26 *до* 20 *баллов.*

Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее* 20 *баллов.*

3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

4. **Вопросы к** экзамену **по дисциплине «**Современные проблемы лазерной спектроскопии**»**

1. Моды открытого резонатора. Частота излучения лазера.
2. Влияние дисперсии среды на моды резонатора Фабри-Перо. Нелинейное затягивание частоты генерации к центру линии поглощения.
3. Гауссовский пучок в свободном пространстве. Диаметр пучка и кривизна волнового фронта. Дифракционная расходимость. Ближняя и дальняя зоны. Расчет пучка в двухзеркальном резонаторе.
4. Мощность излучения лазера с однородным насыщением. Пороговые условия. Оптимальное пропускание зеркал. Учет распределенных потерь в усилителе. Предельно достижимая мощность генерации. Сравнение с усилителем мощности. Измерение усиления параметра насыщения, потерь.
5. Сравнение выходной интенсивности лазеров со стоячей и бегущей световыми волнами.
6. Расчет дифракционных потерь для осевого и внеосевого прохождения гауссовского светового пучка через отверстие.
7. Моды резонатора, одномерный и трехмерный случаи. Число мод в единице объема. Спектральная плотность мод.
8. Лазеры с самосинхронизацией мод во временной и частотной спектроскопии. Общий принцип и примеры построения резонатора. Область устойчивости резонатора и эффект

Керра. Длительность импульса и ширина его спектра. Фурье преобразование для последовательности двух импульсов и непрерывной последовательности световых импульсов.
9. Интенсивность излучения на выходе оптического усилителя с однородным насыщением с учетом распределенных потерь. Измерение параметра насыщения.
10. Расчет световых пучков в лазерных резонаторах матричным методом. Четырехзеркальпый резонатор. Резонаторы с V- и W-схемами лучей в поглощающей ячейке, сравнение влияния угловых флуктуаций зеркал резонатора на шумы в мощности излучения лазера. Область устойчивости. Диаметр светового пучка и кривизна волнового фронта в различных плечах резонатора.
11. Оптические резонансы и полосы пропускания (отражения) интерферометров как частотные реперы. Достоинства и недостатки.
12. Влияние угловой разъюстировки зеркал на флуктуации интенсивности излучения лазера. Оптимизация кривизны зеркал в лвухзеркальном резонаторе лазера с поглощающей ячейкой с точки зрения получения максимального отношения сигнал-шум в кольце привязки к максимуму нелинейного резонанса.
13. Ширина линии излучения отдельной моды фемтосекундного лазера. Частотный сдвиг фемтосекундного комба и дисперсия показателя преломления в области генерации лазера.
14. Пропускание излучения фемтосекундиого лазера идеальным интерферометром Фабри-Перо. Влияние частотного сдвига комба и способы его компенсации. Использование комбинации стандарта частоты. фемтосекундного лазера и интерферометра Фабри-Перо для создания единого эталона времени-частоты . Фемтосекундная лазерная линейка.
15. Дифракционные потери для поперечных типов колебаний. Селекция поперечных типов колебаний.
16. Астигматизм зеркал резонатора из-за ненормального падения светового пучка на сферическое зеркало. Компенсация астигматизма брюстеровским окном.
17. Сравнение предельно достижимой интенсивности излучения лазера и усилителя
18. Поглощение и дисперсия. Классическая модель показателя преломления. Оптическое приближение. Отношение коэффициента поглощения и дисперсии.
19. Взаимодействие излучения с атомами. Полуклассическое описание. Основные уравнения. Приближение вращающейся волны в слабом поле. Феноменологический учет релаксации.
20. Ширины и профили спектральных линий. Естественное уширение. Доплеровское уширение первого порядка. Фойгтовский профиль линии. Столкновительное уширение.
21. Взаимодействие атомов с сильными полями. Частота Раби, π-импульсы. Двухуровневая система в сильном ноле в отсутствие затухания и при наличии релаксации.
22. Эффекты насыщения усиления и поглощения, Однородное и неоднородное насыщение. Предельно достижимая мощность при использовании усилителя. Измерение усиления и параметра насыщения среды.
23. Охлаждение поглощающего газа как фактор увеличения амплитуды и сужения нелинейных резонансов.
24. Лазер с внутрирезонаторной нелинейно поглощающей ячейкой. Амплитуда резонанса. Оптимальный параметр насыщения. Амплитуда резонанса при малых потерях и коэффициенте поглощения. Сравнение с внешней поглощающей ячейкой.
25. Внешняя поглощающая ячейка. Амплитуда резонанса.
26. Регистрация узких оптических резонансов. Метод синхронного детектирования 1-й 2-й и 3-й гармоник. Примеры схем современных лазерных спектрометров. Лазерные стандарты частоты. Причины её нестабильности и методы подавления этих причин
27. Двухфотонные резонансы. Эксперимента, по регистрации резонансов на 1s-2s переходе атома водорода. Схема измерения абсолютного значения частоты перехода.
28. Поглощение. Вынужденное и спонтанное излучение. Коэффициенты Эйнштейна для поглощения вынужденного и спонтанного излучения и соотношения между ними. Число фотонов в моде теплового излучения в зависимости от температуры и частоты.
29. Лазерное охлаждение. Допплеровский предел охлаждения. Квантовый предел охлаждения.

30. Эффект отдачи. Расщепление нелинейных резонансов на дублеты отдачи и их относительные амплитуды. Особенности перекрестных резонансов.
31. Пролетное уширение, уширение из-за кривизны волнового фронта.
32. Селекция холодных частиц по скоростям. Интенсивность резонанса в пролетной области.
33. Лазерное торможение (охлаждение) атомного пучка с использованием перестройки частоты или переменного магнитного поля.
34. Тепловое излучение Релея-Джинса. Закон Планка. Максимум свечения теплового излучения (от T).
35. Сравнение ненасыщенных коэффициентов усиления для однородного и неоднородного насыщения.
36. Методы измерения больших длин. Использование идеального интерферометра Фабри-Перо для стабилизации лазера с синхронизацией мод в нулевое значение частотного сдвига.