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

Паспорт зачета

по дисциплине «Лазеры и лазерные технологии», 2 семестр

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос состоит из теоретической части, второй вопрос из задачи. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФТФ

Билет № _____
к экзамену по дисциплине «Лазеры и лазерные технологии»

Вопрос.

Задача.

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

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

Ответ на билет для зачета 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, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи. 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 18 до 20 баллов.*

Ответ на билет для зачета 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, не допускает существенных ошибок при решении задачи. 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 14 до 17 баллов.*

Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные. 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 10 до 13 баллов.*

Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 10 баллов.*

2. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 10 до 20 баллов включительно. Сумма менее 10 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине.

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

3. **Вопросы к** зачету **по дисциплине «**Лазеры и лазерные технологии**»**

Билет № 1

1. Получите выражение для спектральной плотности равновесного излучения ρ_ν (формула Планка!), выразите еѐ через число мод в единице объема в единичном частотном интервале и среднюю энергию моды.

2. Лазер на основе Nd^{+3}:ИАГ имеет длину активного стержня 10 см, диаметром 1 см, инверсия населенностей $\Delta N \approx 2 \bullet 10^{17}$ $см^{-3}$, выходная мощность составляет ~ 5 Мвт. Какова длительность импульса излучения?

Билет № 2

1. Как провести эксперимент по определению полного времени жизни верхнего состояния N_{i2} и нахождению характерных времен безизлучательной релаксации и спонтанного излучения.

2. На коротких длинах волн (УФ и мягкий рентген) преобладает механизм естественного уширения. Получить для этого случая выражение для сечения фотовозбуждения.

Билет № 3

1. Получите выражение для коэффициента усиления активной среды на моде $\mathbf{q_i}$ с учетом его спектральной зависимости и определите области его применения.

2. Установите спектральный состав импульса электромагнитного поля $\mathbf{E(t) = \{ E_0=const.\ -t_0/2 \le t \le t_0/2\}}$
$\mathbf{\{ E_0= 0, при\ t \le -t_0/2\ и\ t \ge t_0/2\}}$

Билет № 4

1. Получите выражение для плотности колебаний (мод, в $1/cm^3$) на частоте **ν** в единичном спектральном интервале.

2. Оцените время жизни верхнего уровня рубинового лазера, соответствующего длине волны излучения **λ=0.69** мкм, если при $\mathbf{\sigma_ф = 2.5*10\text{^}-20\ cm^{-2}}$ интенсивность насыщения составляет 2 кВт/cm^2.

Билет № 5

1. Покажите, что отношение вероятностей вынужденного излучения к вероятности спонтанного равно числу фотонов в моде.

2. Определить размеры лазерного пучка на поверхности зеркал полуконфокального устойчивого резонатора и его расходимость. Рассмотреть возможность его применения для активной среды с размерами 4x5x100.

Билет № 6

1. Показать, что условие для стационарной генерации моды с шириной линии $\Delta\nu << \nu_\Lambda$ - ширины линии активного центра (люминесценции) имеет вид : $\Delta N \approx 8\pi^2\ \nu^2 / c^3 \bullet \Delta\nu_\Lambda\ t_{сп} / t_ф$, где $t_ф$ –время жизни фотона в резонаторе.

2. Как оценить мощность спонтанного излучения?

Билет № 7

1. Получите основные соотношения для неустойчивого резонатора.
2. Найдите пороговую разность населенностей-ΔN, пороговую мощность накачки, выходную мощность генерации в непрерывном режиме в расчете на 1см^3 активного элемента. Длина волны –1 мкм, время жизни верхнего уровня неодима 230 мкс, сечение радиационного перехода $\sigma=4.6\bullet10^{-19}$ см^2, время жизни фотона в резонаторе $t_ф$=4 нс. Длина резонатора 25см, коэффициент преломления кристалла 1.8.

Билет № 8

1. Оцените, как изменяется коэффициент усиления активной среды $\mathbf{K_ν}$ при зондировании ее волной у которой ширина линии $\Delta\nu_р$ много больше или много меньше ширины линии люминесценции $\Delta\nu_л$.

2. Определите доплеровскую ширину генерации лазера на парах меди.

Билет № 9

1. Почему в лазерах применяются открытые резонаторы?

2. В CO_2 -лазере преобладает столкновительный механизм уширения линии **λ= 10.6 мкм**. Ширина линии **Δν = 1Ггц**. Оцените спонтанное время жизни верхнего уровня, если **$\sigma_ф$ =9.5*10^-18 cm^{-2} .**

Билет № 10

1. Определить условия самовозбуждения генератора. Почему необходимо выбирать оптимальную прозрачность выходного зеркала и оцените ее величину.
2. Лазер на основе Nd^{+3}:ИАГ имеет длину активного стержня 9 см, диаметром 1 см, инверсия населенностей $\Delta N \approx 2\bullet10^{17}$ см$^{-3}$, выходная мощность составляет ~ 5 Мвт. Какова длительность импульса излучения?

Билет № 11

1. Получите выражение для коэффициента усиления слабого сигнала. Эффект насыщения и предельное усиление активной среды.

2. Длительность лазерного импульса t_i = 10 нс. Оцените добротность лазера и минимальную ширину линии усиления для генерации подобного импульса.

Билет № 12

1.Получите выражения для пороговой накачки лазера, работающего по трехуровневой схеме и предельную мощность генерации при существенном превышении над порогом. Проведите анализ зависимости мощности от размеров активной среды.
2.Определить размеры лазерного пучка на поверхности зеркал полуконфокального устойчивого резонатора и его расходимость. Рассмотреть возможность его применения для активной среды с размерами 5x5x100.

Билет № 13

1. Получите выражения для пороговой накачки лазера, работающего по четырехуровневой схеме и предельную мощность генерации при существенном превышении над порогом. Проведите анализ зависимости мощности от размеров активной среды.
2. Длительность лазерного импульса t_i = 20 нс. Оцените добротность лазера и минимальную ширину линии усиления для генерации подобного импульса.

Билет № 14

1. Чем определяется расходимость лазерного пучка и его качество?

2. Два возбужденных уровня находятся в термодинамическом равновесии при **T=300 K.** Оцените относительную населенность уровней N_2/N_1, если энергетический зазор между уровнями ΔE= 1eV. или ΔE=10eV.Для этого случая вычислите равновесную разность населенностей $\Delta N/N$, отнесенную к общему числу частиц при $g_1=g_2=1$.

Билет № 15

1. Получите основные соотношения для неустойчивого резонатора.

2. Получите соотношения для размеров лазерного пучка на поверхности зеркал полуконфокального устойчивого резонатора $R_1 = 2L$, $R_2 = \infty$.

Билет№ 16

1. Используя одно из определений добротности, получить выражение для добротности открытого резонатора **Q** = ? без активной среды, если длина между зеркалами **L** , коэффициент отражения **R ,** $\mathbf{N_f}$ - число Френеля **>>1,** $\boldsymbol{\lambda}$ –длина волны излучения.

2. Определите температуру $\mathbf{T^*(K^0)}$, при которой в термодинамическом равновесии вероятности вынужденных переходов уравниваются с вероятностями спонтанных переходов.