

# ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

13 июня 2014г.

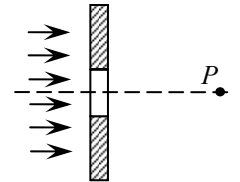
ФИО	№ группы

**ВАРИАНТ А**

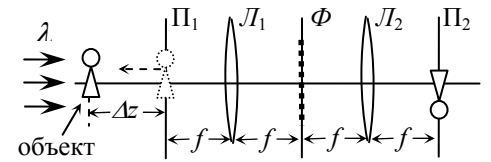
1	2	3	4	5	Σ	оценка

**1А.** Амплитудный коэффициент пропускания голограммы точечного источника, записанной по методу Габора, зависит от радиуса:  $\tau(\rho) = A + B \cos(C\rho^2 + \varphi)$ , где  $A$ ,  $B$ ,  $\varphi$  — некоторые константы, а  $C = 628 \text{ см}^{-2}$ . На каком расстоянии от голограммы будут находиться действительное и мнимое изображения, если её осветить параллельным пучком света с длиной волны  $\lambda = 500 \text{ нм}$ ?

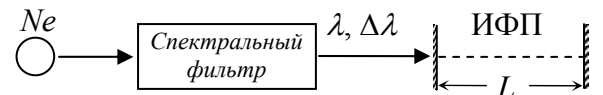
**2А.** Широкая пластинка из поляриоида освещается параллельным пучком неполяризованного монохроматического света с интенсивностью  $I_0$ . Для «разрешенного» направления колебаний пластинка вносит фазовую задержку  $\Delta\varphi = 2\pi m \pm \pi/2$  ( $m$  — некоторое целое число). Как изменится интенсивность света в точке  $P$ , если в пластинке проделать круглое отверстие в одну зону Френеля? (см. рис.)



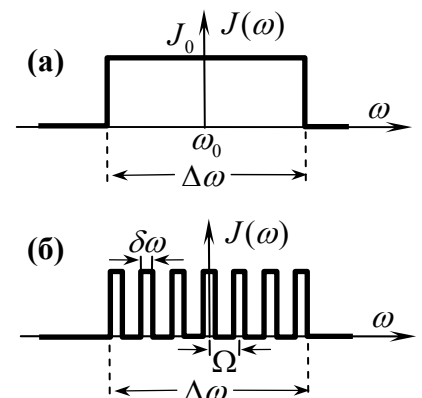
**3А.** Если во входной плоскости  $\Pi_1$  оптической системы (см. рис.) расположить предмет, то в выходной плоскости  $\Pi_2$  изображение предмета оказывается сфокусированным, т.е. плоскости  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  являются оптически сопряжёнными (по законам геометрической оптики). При каком минимальном смещении объекта  $\Delta z$  от входной плоскости  $\Pi_1$  изображение в выходной плоскости  $\Pi_2$  также окажется сфокусированным, если в Фурье плоскости  $\Phi$  (см. рис.) расположить фильтрующую решётку с периодом  $d = 10^{-2} \text{ см}$ . Фокусные расстояния объективов  $L_1$  и  $L_2$  равны  $f = 10 \text{ см}$ , а длина волны, освещающей объект,  $\lambda = 5 \cdot 10^{-5} \text{ см}$ .



**4А.** Ширина спектральной линии неона с длиной волны  $\lambda = 633 \text{ нм}$  (на этой линии работает *He-Ne* лазер) равна  $\Delta\nu = 1,5 \cdot 10^3 \text{ МГц}$ . Для детального исследования контура этой линии, то есть зависимости спектральной интенсивности от частоты  $J(\omega)$  (или от длины волны  $J(\lambda)$ ), предлагается использовать интерферометр Фабри-Перо (ИФП), зеркала которого имеют энергетический коэффициент отражения  $r = 0,95$ . Условная схема эксперимента показана на рис. Излучение газоразрядной неоновой трубки проходит через спектральный фильтр, выделяющий спектральный интервал  $(\lambda, \lambda + \Delta\lambda)$  ( $\Delta\lambda$  соответствует  $\Delta\nu$ ), и направляется на ИФП. Какую максимальную базу  $L_{\text{max}}$  может иметь ИФП для того, чтобы с его помощью можно было исследовать контур спектральной линии неона во всём диапазоне частот? Какой при этом будет максимальная разрешающая способность  $R_{\text{max}}$  интерферометра Фабри-Перо?



**5А.** В интерференционном опыте Юнга используется квази-монохроматический точечный источник света, излучающий с постоянной спектральной интенсивностью  $J_0$  ( $J(\omega) = J_0$ ) в интервале частот  $\Delta\omega$ , локализованном вблизи центральной частоты излучения  $\omega_0$  (рис. а). Если излучение пройдет через фильтр, пропускающий  $N$  дискретных, равноотстоящих по частоте спектральных линий с частотным интервалом между линиями  $\Omega$  (так, что общая полоса частот  $N\Omega = \Delta\omega$  осталась неизменной, а спектральная ширина каждой линии  $\delta\omega$  много меньше частотного интервала  $\Omega$  между линиями (рис. б)), то интерференционная картина изменится. В каких порядках интерференции  $m_{\text{max}}$  наблюдаются при этом максимумы видности и какова в этих порядках видность полос? При каком отклонении  $\Delta m$  от максимального значения  $m_{\text{max}}$  ( $m = m_{\text{max}} \pm \Delta m$ ) видность окажется равной нулю?



# ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

13 июня 2014г.

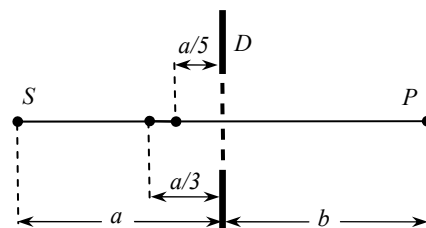
ФИО	№ группы

## ВАРИАНТ Б

1	2	3	4	5	Σ	оценка

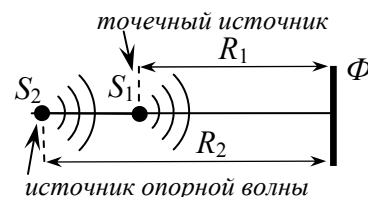
**1Б.** Известно, что смесь красного и зеленого света воспринимается глазом человека как жёлтый свет. Амплитудная синусоидальная решётка периода  $d = 10^{-2}$  см освещается параллельным пучком света, содержащим две спектральные линии:  $\lambda_1 = 630$  нм (красный свет) и  $\lambda_2 = 525$  нм (зелёный свет). Определите, на каком минимальном расстоянии нужно расположить белый экран, чтобы саморепродуцированное изображение решётки оказалось жёлтым.

**2Б.** Амплитудная зонная пластинка Френеля для радиоволн с длиной волны  $\lambda = 3$  мм, состоящая из чередующихся прозрачных и непрозрачных зон Френеля, вставлена в отверстие в непрозрачном экране диаметром  $D = 30$  см. Точечный источник  $S$  радиоволн и точка наблюдения  $P$  расположены симметрично относительно экрана на расстояниях  $a = b = 150$  см (см. рис.). Радиусы зон Френеля пластинки рассчитаны именно для этого расположения точек  $S$  и  $P$ .

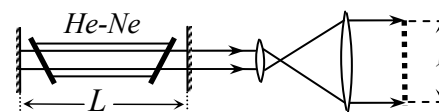


Интенсивность волн в плоскости экрана равна  $I_0 = A_0^2$ . Определите интенсивности колебаний  $I$ ,  $I_1$ ,  $I_2$  в т.  $P$  для случаев: 1) начального положения т.  $S$ ; 2) при перемещении источника на расстояние  $a_1 = a/3$  до экрана; 3) при перемещении источника на расстояние  $a_2 = a/5$  до экрана.

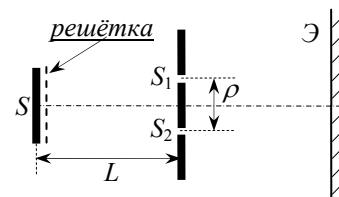
**3Б.** При записи голограммы точечного источника  $S_1$ , расположенного на расстоянии  $R_1 = 60$  см от фотопластинки  $\Phi$ , по методу Габора вместо плоской опорной волны использована сферическая опорная волна от когерентного точечного источника  $S_2$ , расположенного на расстоянии  $R_2 = 90$  см от фотопластинки (см. рис.) В эксперименте был использован монохроматический свет лазера. Предполагая, что амплитудная прозрачность записанной таким образом голограммы пропорциональна интенсивности света при записи, определите положения действительного и мнимого изображений при просвечивании голограммы нормально падающей плоской волной той же длины волны, что и при записи.



**4Б.** В He-Ne лазере, работающем на длине волны  $\lambda = 633$  нм, в качестве резонатора используется интерферометр Фабри-Перо с базой  $L = 15$  см. При определённых условиях лазер может генерировать излучение, спектр которого состоит из двух близких линий (так называемых продольных мод). Каждая из этих линий является резонансной для лазерного интерферометра Фабри-Перо. Лазерный пучок расширяется с помощью телескопической системы (см. рис.) и падает нормально на дифракционную решётку с плотностью штрихов  $n = 1,2 \cdot 10^3$  мм<sup>-1</sup> и шириной  $\ell = 10$  см. Возможно ли с помощью данной решётки разрешить моды в излучении лазера?



**5Б.** Протяженный квазимонохроматический источник света  $S$  (длина волны  $\lambda$ ) накрыт решёткой с периодом  $d$ , так что весь источник покрывают  $N$  щелей решётки (ширина щелей  $b$  много меньше периода  $d$ ). Источник используется в опыте Юнга и находится на расстоянии  $L$  от непрозрачного экрана с двумя узкими щелями  $S_1$  и  $S_2$ , расстояние между которыми  $\rho$  (см. рис.). 1) Найти степень когерентности колебаний на щелях  $S_1$  и  $S_2$  (видность интерференционной картины на экране Э).



2) При каком минимальном расстоянии  $\rho_0$  между щелями  $S_1$  и  $S_2$  видность интерференционной картины максимальна, чему она при этом равна? 3) При каком отклонении расстояния  $\Delta\rho$  от  $\rho_0$  видность картины обращается в нуль?