мальную мощность мотора:

$$N = \frac{Q\left(T_2 - T_1\right)}{\tau T_1 \eta_{\text{м}}} \approx 11 \text{ Вт}.$$

7. После перевода ключа K в положение *1* конденсатор емкостью C_1 начинает заряжаться через диод D_1 и резистор R. К моменту перевода ключа в положение *2* заряд этого конденсатора станет равным $q_{11} = C_1\mathcal{E}$. При этом конденсатор емкостью C_2 должен оставаться незаряженным, т.е. $q_{21} = 0$. После переключения ключа в положение *2* диод D_1 переходит в непроводящее состояние, а включенный последовательно с конденсаторами диод D_2 можно заменить проводником с нулевым сопротивлением. Если установившиеся напряжения на первом и втором конденсаторах после перевода ключа в положение *2* обозначить U_1 и U_2, а заряды этих конденсаторов q_{12} и q_{22}, то можно записать $q_{12} = C_1U_1$, $q_{22} = C_2U_2$. По прошествии достаточно большого промежутка времени напряжение на резисторе R должно стать равным нулю (конденсаторы полностью зарядились, и, следовательно, ток в цепи прекратился), поэтому сумма напряжений на конденсаторах будет равна ЭДС батареи $\mathcal{E}$. В то же время на основании закона сохранения заряда можно записать равенство $q_{12} - q_{22} = -q_{11}$. С учетом двух предыдущих соотношений последнее выражение эквивалентно уравнению

$$\left(\mathcal{E} - U_2\right)C_1 - U_2C_2 = -\mathcal{E}C_1,$$

решая которое, определим искомый заряд конденсатора емкостью C_2:

$$q_{22} = \frac{2C_1C_2\mathcal{E}}{C_1 + C_2}.$$

8. Пронизывающий рамку магнитный поток в момент времени t равен

$$\Phi(t) = BNS\cos\alpha(t),$$

где $\alpha(t) = \omega t$ – угол между вектором индукции $\vec{B}$ внешнего поля и нормалью к плоскости рамки. Изменение этого потока приводит к возникновению ЭДС индукции:

$$\mathcal{E}(t) = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = BNS\omega\sin\omega t.$$

Поскольку проводники рамки замкнуты накоротко, а ее общее сопротивление равно R, согласно закону Ома в рамке возникает ток

$$I(t) = \frac{\mathcal{E}(t)}{R}.$$

При этом выделяется мгновенная тепловая мощность

$$P(t) = RI^2(t).$$

На основании закона сохранения энергии можно утверждать, что для поддержания неизменной скорости вращения рамки потери энергии, обусловленные выделением тепла, должны компенсироваться работой внешних сил

$$\Delta A(t) = M(t)\omega\Delta t.$$

Отсюда следует, что

$$M(t)\omega = P(t) = \frac{\left(BNS\omega\sin\omega t\right)^2}{R}.$$

Учитывая, что среднее значение квадрата гармонической функции за период равно 0,5, а среднее значение момента сил, действующих на рамку, по условию равно $M_{\text{ср}}$, получаем

$$B = \frac{\sqrt{2RM_{\text{ср}}}}{NS\sqrt{\omega}}.$$

9. По условию задачи пучок света, падающий нормально на диаметральную плоскость разреза диска, должен выйти перпендикулярно указанной плоскости. Поэтому можно утверждать, что ход луча света в диске должен быть симметричным относительно радиуса, перпендикулярного плоскости разреза. На рисунке 19 показан ход двух лучей, удовлетворяющих этому условию, причем первый луч испытывает два, а второй – три отражения.

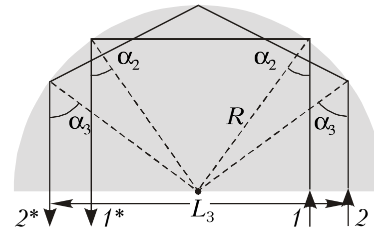

Рис. 19

Поскольку нормалью к боковой поверхности диска в заданной точке является радиус, проведенный в эту точку, на основании закона отражения можно утверждать, что свет внутри диска распространяется вдоль сторон правильного многоугольника. Как известно, сумма углов правильного $2k$-угольника равна $\beta_k = 2\pi(k-1)$. Поэтому угол α_k падения луча, испытывающего при распространении в половине диска k отражений и выходящего параллельно падающему лучу, равен

$$\alpha_k = \frac{\beta_k}{4k} = 0{,}5\pi\left(1 - \frac{1}{k}\right).$$

По условию задачи интенсивность выходящего пучка света лишь незначительно отличается от интенсивности падающего пучка. Это возможно только в том случае, если при отражении света на границе лед—воздух имеет место явление полного внутреннего отражения. Как известно, это явление возникает, когда синус угла падения становится равным обратной величине относительного показателя преломления, т.е. угол падения α удовлетворяет условию $\alpha \geq \arcsin(1/n) \approx 50{,}3^\circ$. Отсюда следует, что условия задачи будут выполнены, если при своем распространении в половине диска свет будет испытывать не менее трех отражений. Обратившись к рисунку 19, определим возможные значения искомого расстояния:

$$L_k = 2R\sin\left(0{,}5\pi\left(1 - \frac{1}{k}\right)\right), \text{ где } k = 3,\ 4,\ \ldots$$

10. Поскольку точечный источник помещен в главный фокус линзы, выходящий из линзы пучок света параллелен ее главной оптической оси. Учитывая, что эта ось перпендикулярна передней грани призмы, а диаметр линзы больше размеров этой грани, следует считать, что вся призма полностью залита светом, и падающий на призму пучок проходит через ее переднюю грань, не изменяя своего направления распространения. При выходе из призмы пучок света за счет преломления расщепляется на два пучка параллельных лучей. Согласно закону преломления, с учетом принятых на рисунке 20 обозначений, можно утверждать, что оси выходящих пучков образуют с осью падающего на призму пучка углы β_1 и β_2 такие, что $\beta_1 = \gamma_1 - \alpha$ и $\beta_2 = \gamma_2 - \alpha$, причем $\sin\gamma_1 = n_1\sin\alpha$ и $\sin\gamma_2 = n_2\sin\alpha$. По условию задачи $\alpha \ll 1$, поэтому $\beta_1 \approx (n_1 - 1)\alpha$ и $\beta_2 \approx (n_2 - 1)\alpha$. Поскольку $n_1 > n_2$, получаем $\beta_1 > \beta_2$. Интерференционная картина может наблюдаться только в области перекрытия выходящих из призмы пучков, т.е. внутри параллелограмма $OBEK$, а плоскость экрана перпендикулярна главной оптической оси линзы, поэтому максимальный размер интерференционной картины

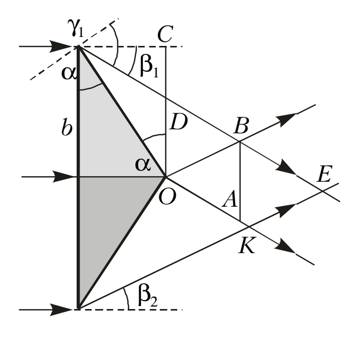

Рис. 20