

1) Дифференцирующая R-L цепь

Рассмотрим соответствующую цепь: Входной сигнал подаётся на V_{in} , а выходной регистрируется с V_L , но на самом деле для простоты рассуждений введём схему с ключом. Тогда по II закону Кирхгофа: $\sum \mathcal{E} = \sum U$. Заметим, что в начальном положении ключа у нас получается конфигурация цепи, которая описывается: $\mathcal{E} + \mathcal{E}_i = RI$, где $I = I(t)$, а \mathcal{E}_i — индуцированная ЭДС самоиндукции. тогда $\mathcal{E} - L \frac{di}{dt} = Ri$ и теперь необходимо решить диффур: $\frac{\mathcal{E} - Ri}{L} = \frac{di}{dt} \Leftrightarrow \int \frac{di}{\mathcal{E} - Ri} = \int \frac{dt}{L} \rightarrow$

$$\rightarrow -\frac{1}{R} \cdot \ln|\mathcal{E} - Ri| \Big|_0^I = \frac{t}{L} + C \Rightarrow -\frac{1}{R} \ln \left| \frac{\mathcal{E} - Ri}{\mathcal{E}} \right| = \frac{t}{L} \Rightarrow i(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-\frac{R}{L}t}$$

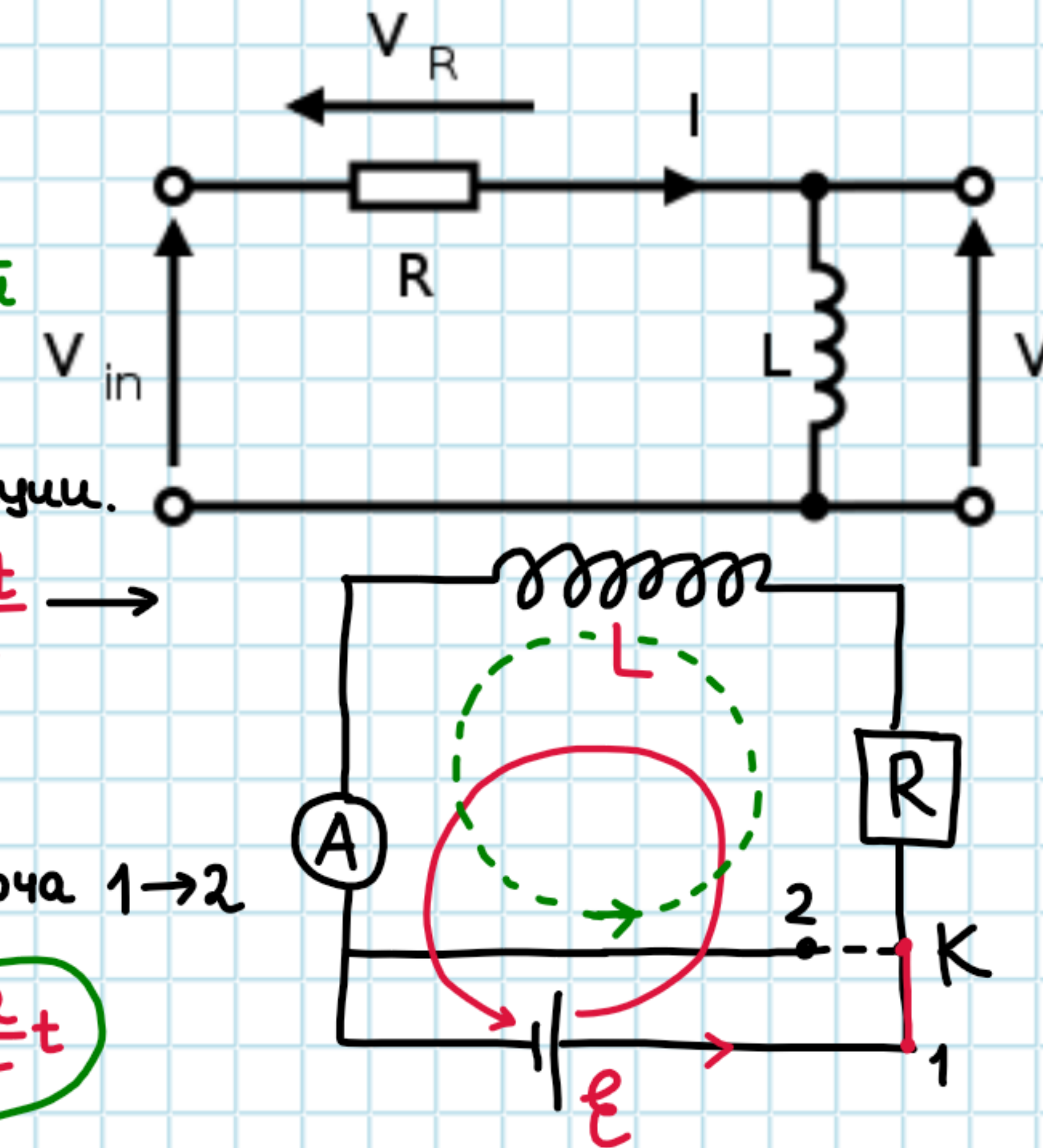
Заметим, что эти рассуждения необходимо изменить при переключении ключа 1→2. Например, теперь очевидно, что $0 + \mathcal{E}_i = U_R \Rightarrow -L \frac{di}{dt} = Ri \rightarrow \ln|i| \Big|_{i_H}^i = -\frac{R}{L}t$

$$\rightarrow i(t) = i_H e^{-\frac{R}{L}t}$$

i_H — значение силы тока при переключении ключа.

ещё можно пояснить, что $\mathcal{E}_i = \frac{dA}{dq}$, тогда $A = -L \int i di = -\frac{Li^2}{2}$

$-L \frac{di}{dt}$ $\rightarrow Idt$



2) Коаксиальный кабель

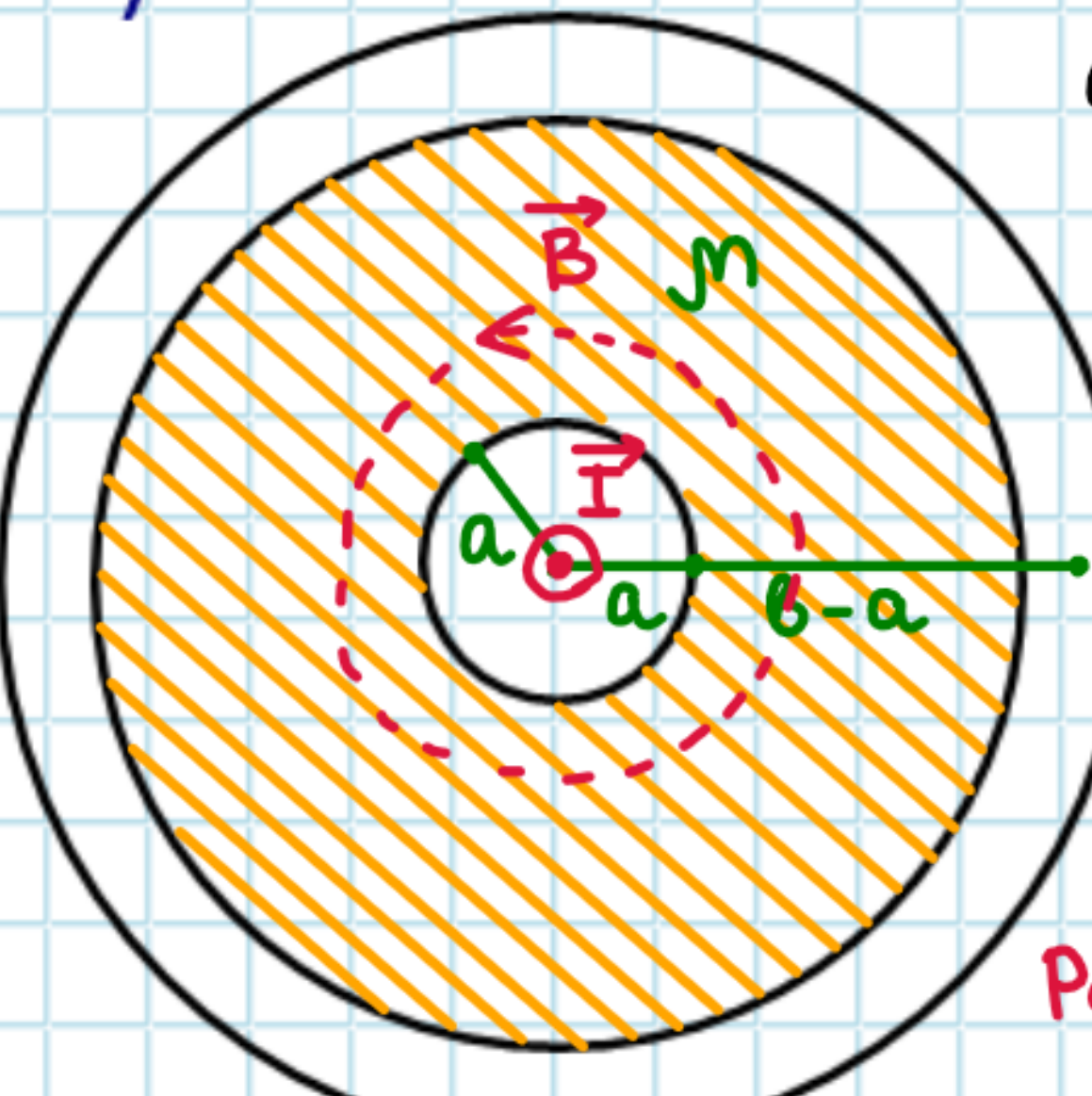
В прошлых заданиях после лекции мы описывали конструкцию проводник-изоляция-провод. цилиндр с точки зрения магнитного поля, но теперь рассмотрим этот объект с точки зрения потоков:

для прямых токов верно выражение для магнитной индукции, тогда запишем относительно центра $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$ ← пот. Био-Савара-Лапласа $B = \int \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{i \sin(\alpha + \frac{\pi}{2})}{r^2 \cos \alpha} d\alpha = \frac{\mu_0 i}{4\pi} (\cos \pi + \cos 0) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$

тогда поток необходимо связать с индуктивностью $\Phi = LI = BS = B \cdot \Delta r = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \cdot \Delta r$

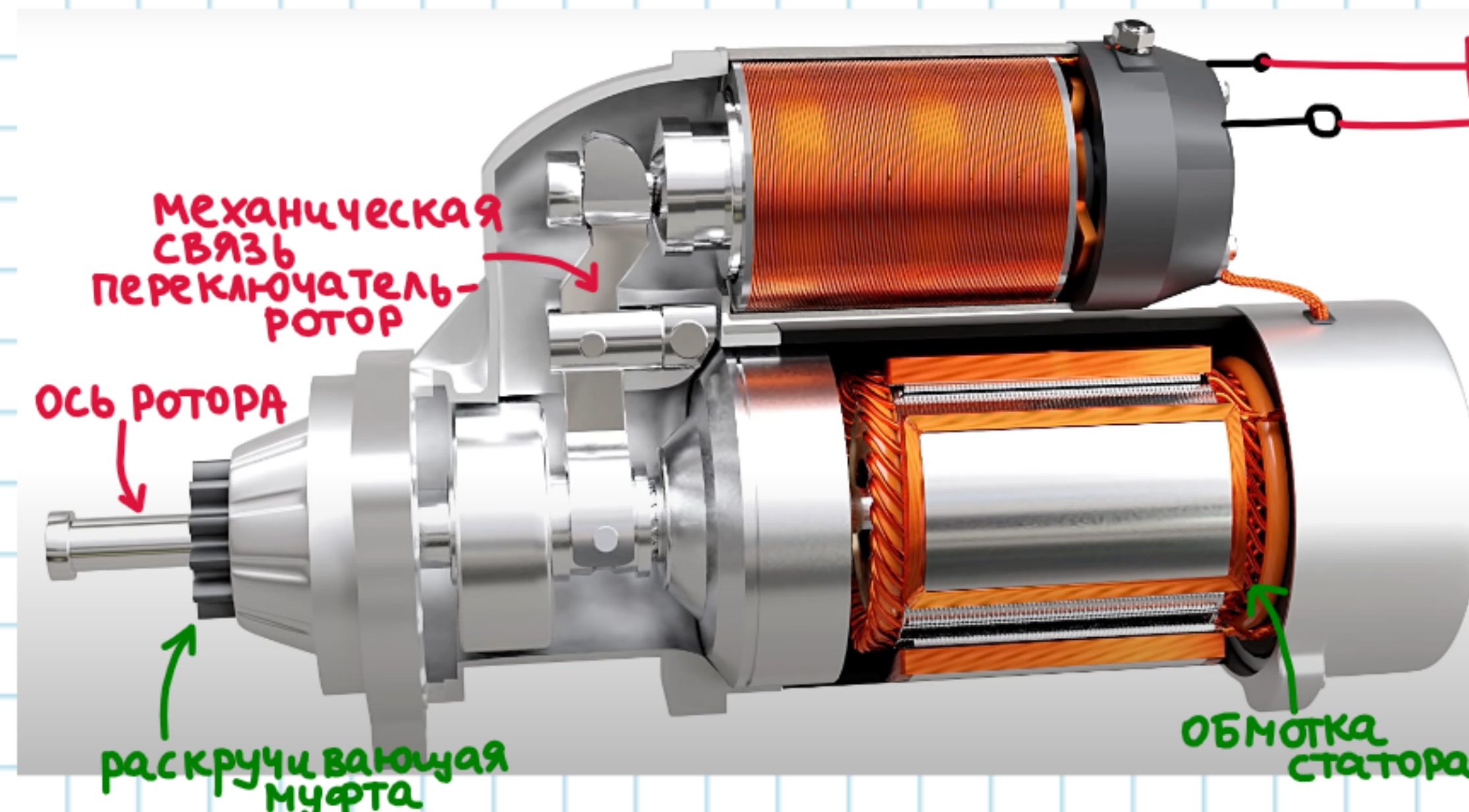
т.е. $L = \frac{\Phi}{I} = \frac{\int \frac{\mu_0 I \Delta r}{2\pi r}}{I} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \left| \frac{b}{a} \right| \rightarrow L_e = \frac{\mu_0 \mu}{2\pi} \cdot \ln \left| \frac{b}{a} \right|$, L_e — погонная индуктивность, а μ — магнитная проницаемость среды

Заметим, что к магнитной энергии перейти тоже просто, ведь известно, что $dW = P dt$
 $P dt = I \mathcal{E} dt = LI dI \rightarrow W = \int_0^I LI dI = \frac{Li^2}{2} = \frac{L_e i^2}{2} = \frac{\mu_0 \mu}{4\pi} \cdot i^2 \cdot \ln \left| \frac{b}{a} \right| \rightarrow$ это и есть погонная энергия

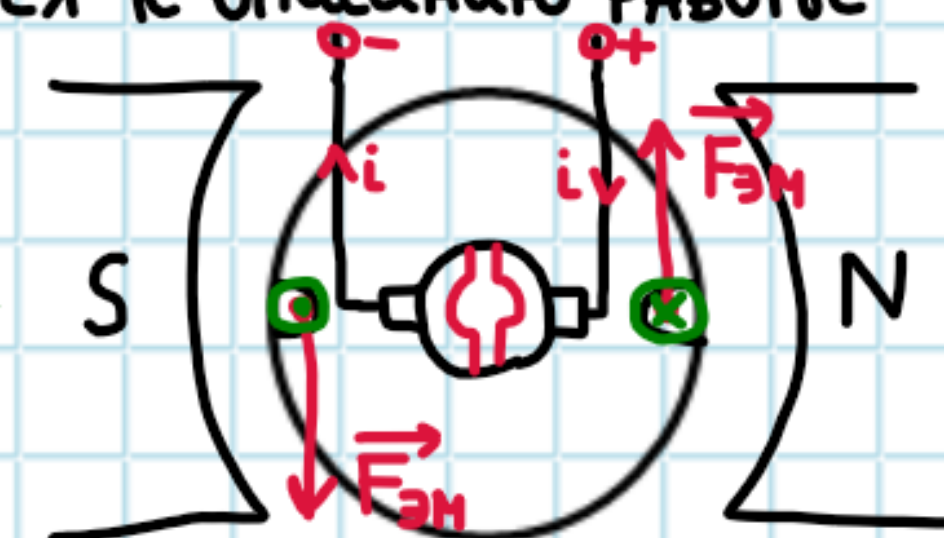


относительно строения такого кабеля, по проводнику в середине обычно передаётся прямой сигнал, наружный цилиндр обычно представляется в виде проводящей оплётки и экранирует магнитное поле проводника в материале изолятора. На коаксиальных кабелях строятся системы высокочастотных передатчиков электрических сигналов с низкими потерями.

3) Стартер автомобиля на бензодвигателе, работа двигателей гибридного автомобиля



Подключение батареи необходимо осуществить через грассель, а не напрямую к статору, т.к. малый электромотор требует больших токовых амплитуд, очевидно, что такие достигаются с помощью индукционных токов в контуре соленоида (по принципу Ленца, при изменении магнитного потока переключатель внутри катушки перемещается и замыкает цепь статора). Переключатель механически связан с раскручивающим механизмом — это логично, потому что не требуется травмировать зубцы раскручивающей муфты — при замыкании цепи выдвигается муфта и начинает раскручивать вал бензинового двигателя. Далее рассуждения сводятся к описанию работы электромотора: на щитки ротора подаётся напряжение, по обмотке ротора течёт ток и появляется электромагн.



момент при взаимодействии тока обмотки ротора с обмоткой статора — вал преобразует электромагнитный момент во вращательный (механический), а далее механизмы описываются деталями реализации.

Гибридные решения двигателей работают по принципу генерации электроэнергии от обычного топливного двигателя — рекуперация на электродвигатели. Концептуально больше отличий нет.