

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА НА БАЗЕ МАЛОИНЕРЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ РОТОРА ДЛЯ МАЛОЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Автор:

Ачитаев Андрей Александрович



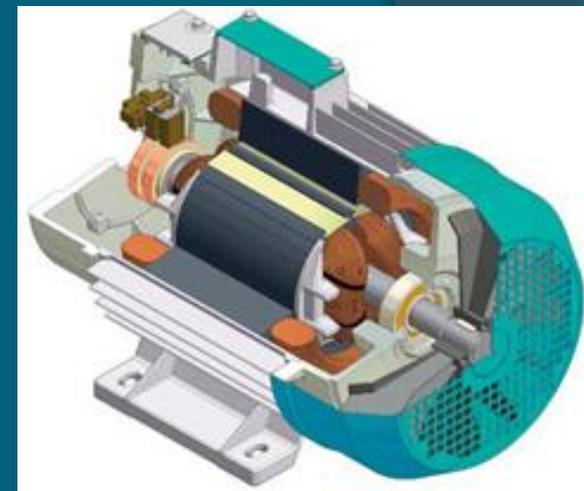
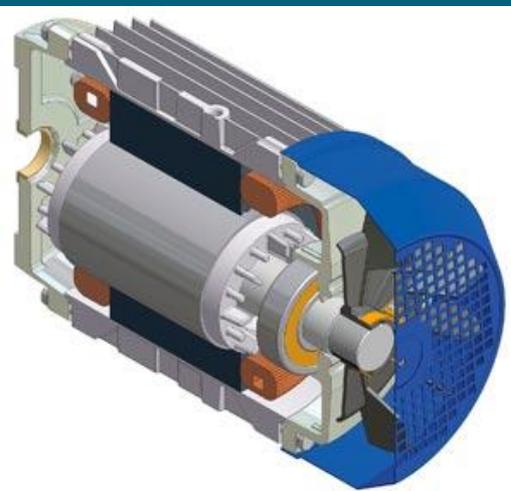
Есть идея!

Объективная причина, препятствующая распространению ветровой энергетики



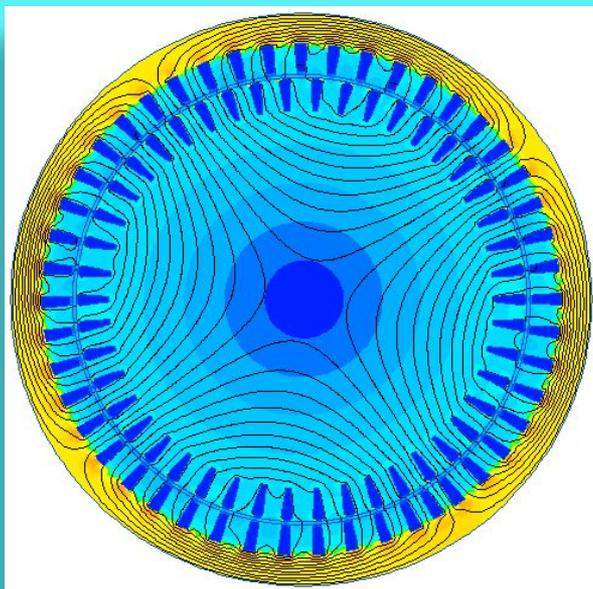
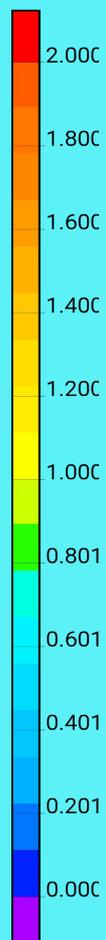
Низкая плотность воздушного потока

Электромеханические преобразователи энергии

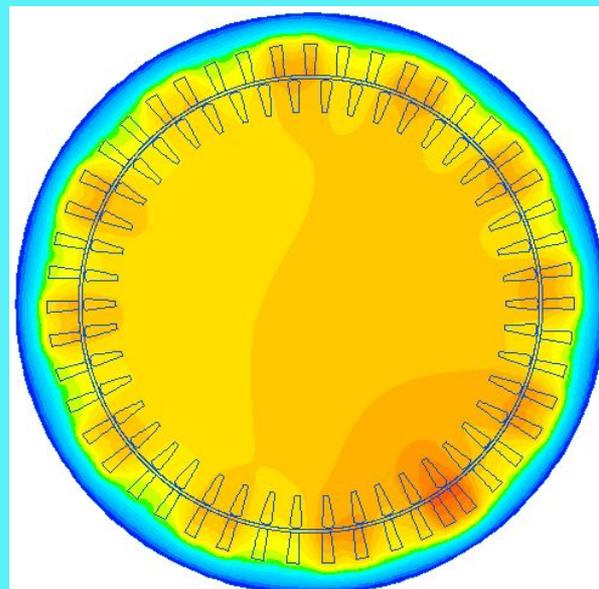


Результаты моделирования

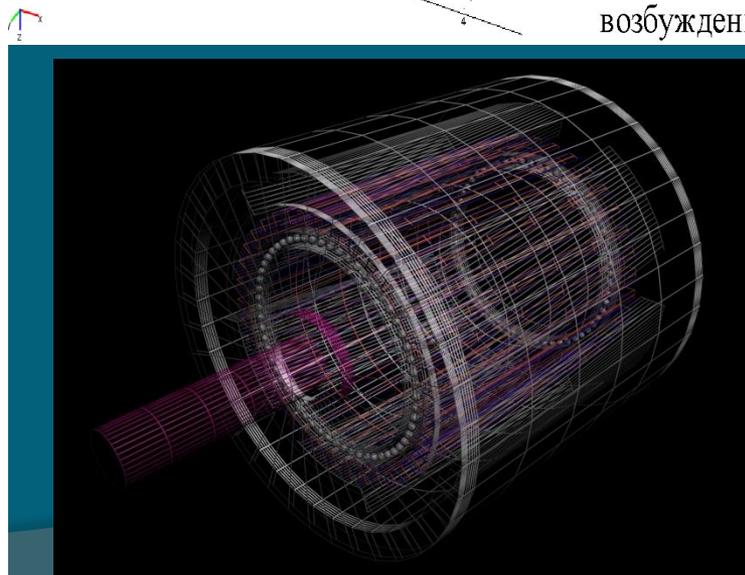
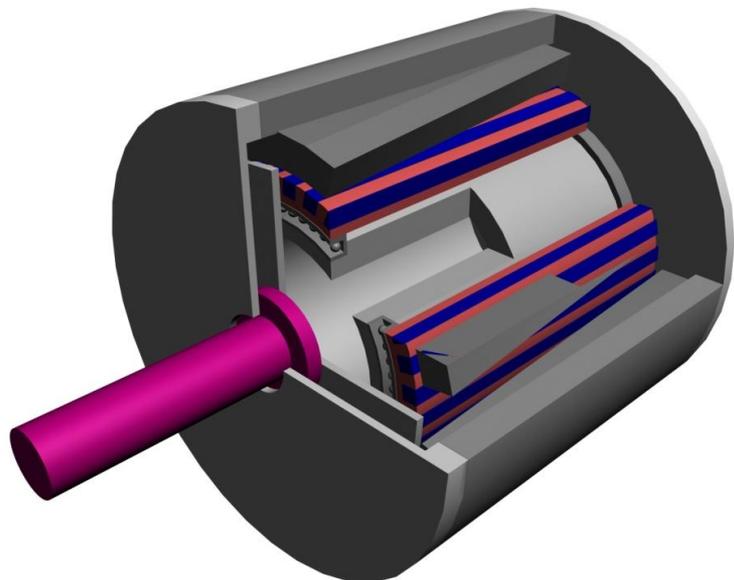
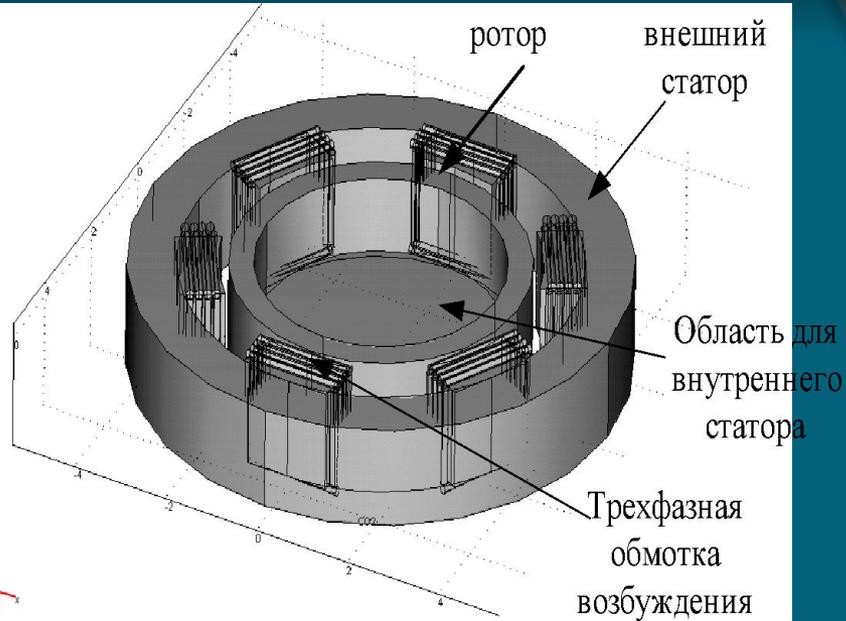
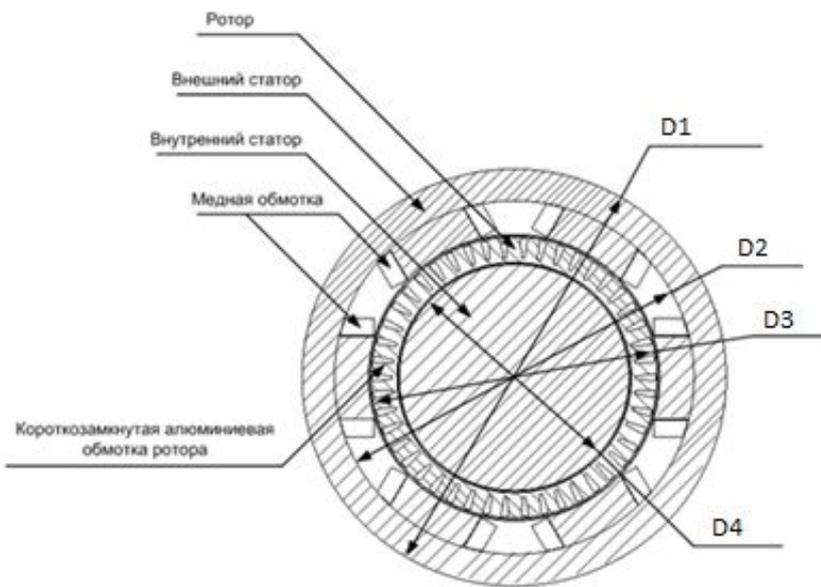
Индук
В (Тл)
Средн



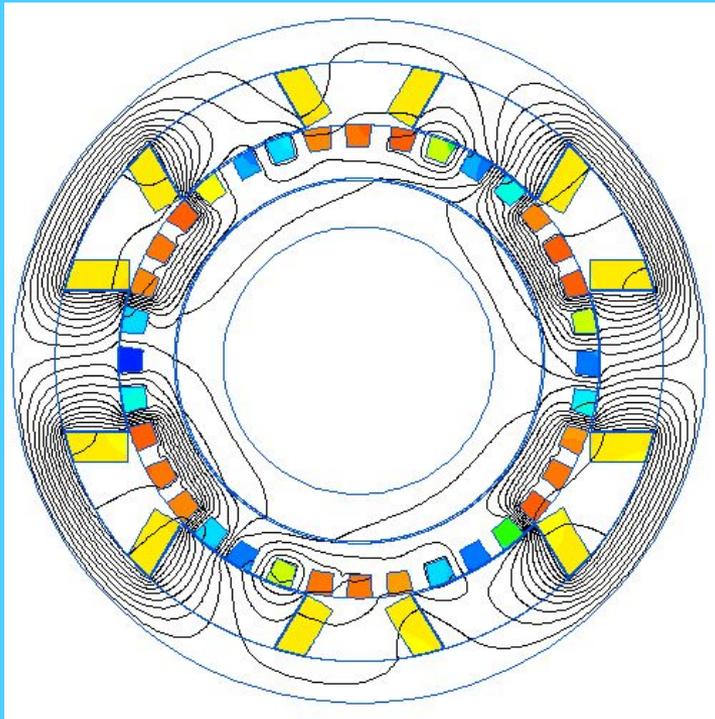
Темпер
Т (К)



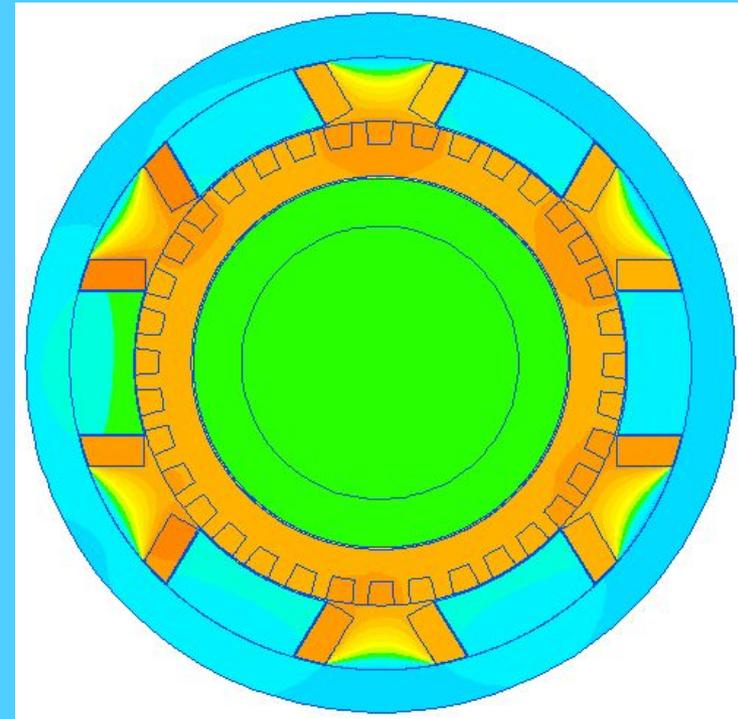
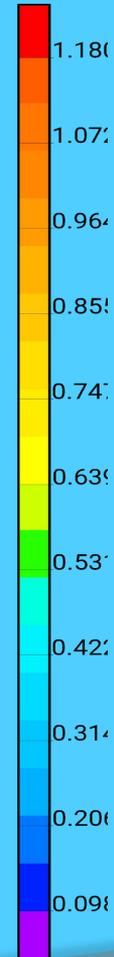
Генератор системы МИГ



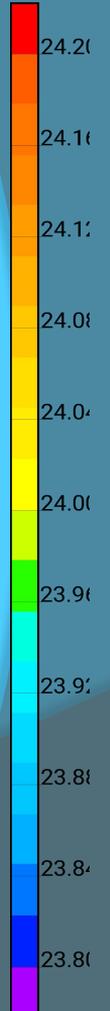
Результаты картин поля



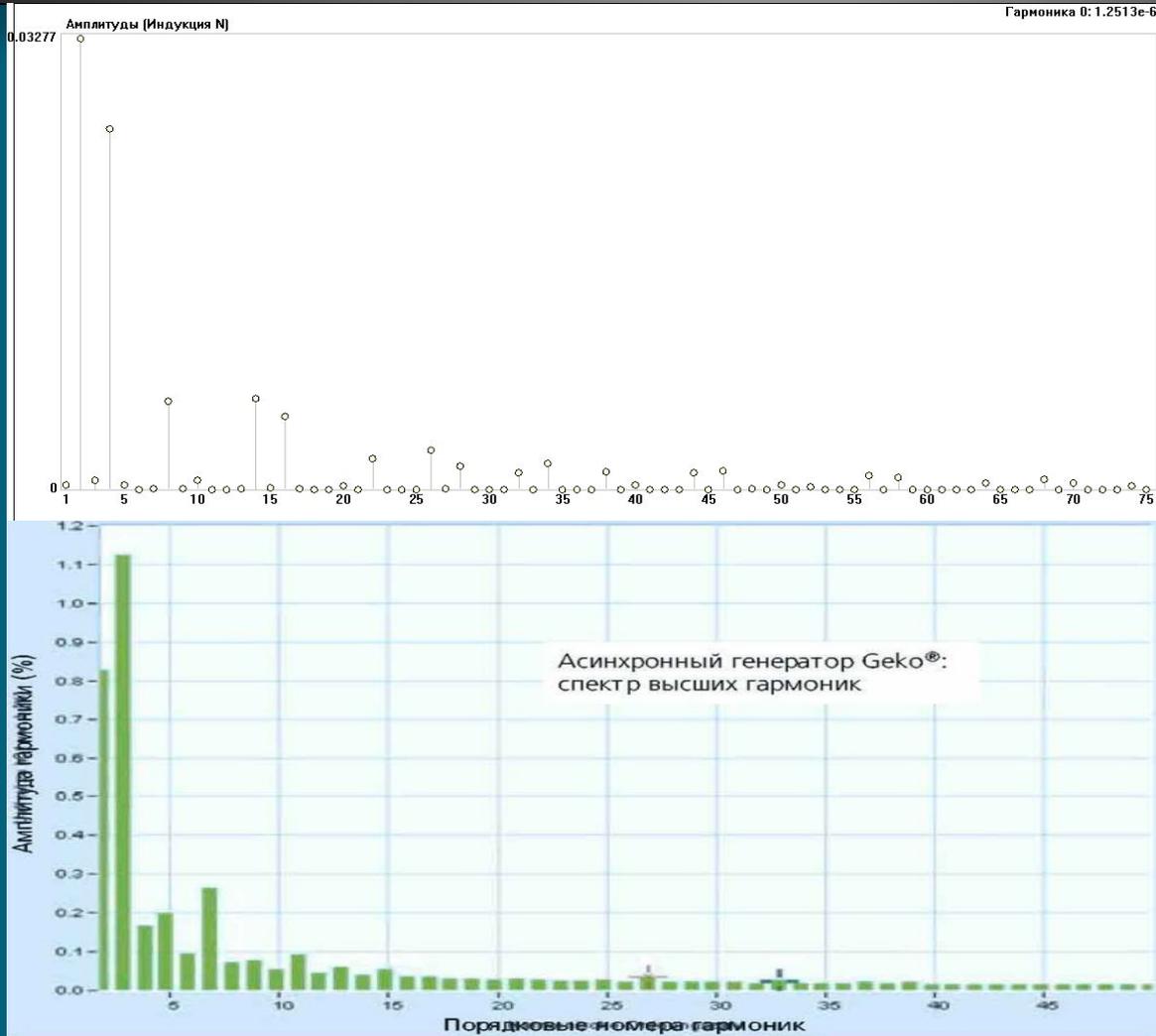
Плотн
 $J_{\text{плотн}}$ (Действ)



Темпе
T (K)



Результаты моделирования системы МИГ в Elcut



Уравнения для генераторного режима:

Уравнение электрической цепи для одной фазы

$$\frac{d\Psi_{\phi}}{dt} = u(t) - [r_{\phi} + R_{НАГР}] \cdot i_{\phi}(\Psi_{\phi}, \theta)$$

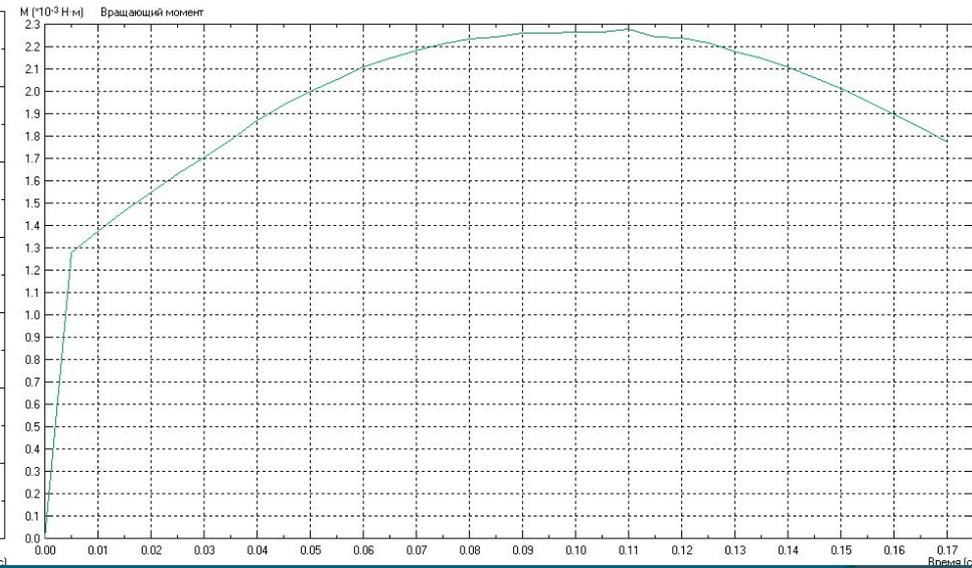
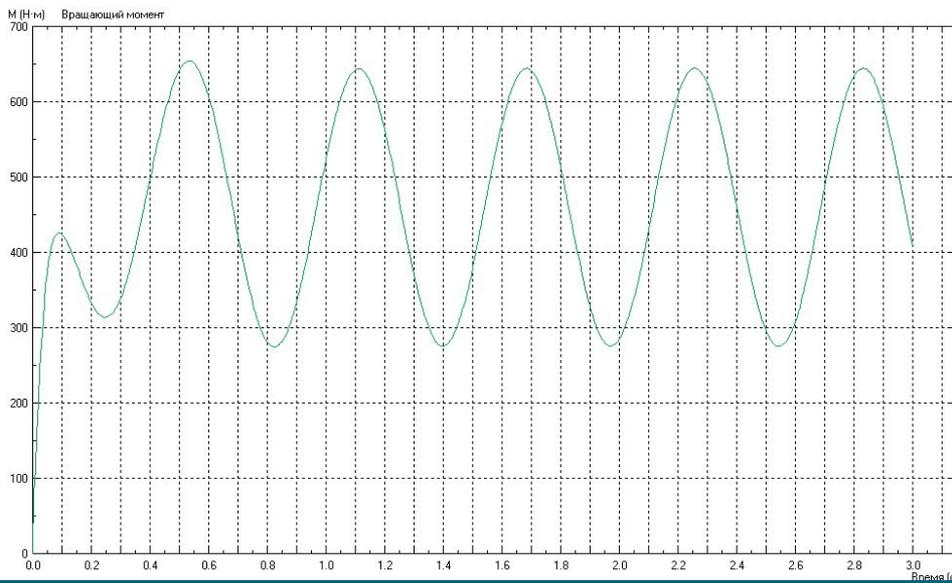
$$R_{НАГР} = \begin{cases} 0 & \text{в режиме возбуждения} \\ R_{НАГР} & \text{в режиме генерации} \end{cases}$$

Математическая модель строится на совместном интегрировании уравнений напряжения электрической цепи для всех фаз и уравнения движения:

$$\left\{ \begin{array}{l} k = 0 \dots N \\ d\Psi_{\phi k+1} = (u_k - r_{\phi} \cdot i_{\phi}(\Psi_{\phi}, \theta)) dt + \omega_k \Psi_{\phi k} dt \\ M(\theta_{\phi k}, i_{\phi}) = \frac{1}{2d\theta} \sum_{n=0}^L \left[\Psi\left(\theta + \Delta\theta, n \frac{i_{\phi}}{L}\right) - \Psi\left(\theta - \Delta\theta, n \frac{i_{\phi}}{L}\right) \right] \frac{i_{\phi}}{L} \Leftrightarrow \\ d\omega_{\phi k} = \frac{1}{J} [M_{COIP}(\theta_k, i_{\phi}) + M] dt \quad M = \frac{1}{2} \oint [(\mathbf{r} \times \mathbf{H})(\mathbf{n} \cdot \mathbf{B}) + (\mathbf{r} \times \mathbf{B})(\mathbf{n} \cdot \mathbf{H}) - (\mathbf{r} \times \mathbf{n})(\mathbf{H} \times \mathbf{B})] ds \\ d\theta_k = \omega_k dt \\ dt = \frac{T}{N} \end{array} \right.$$

где
 T - время интегрирования;
 N - число точек интегрирования.

Переходная характеристика асинхронной машины, полученная с дискретизацией в 50 и 100 мкс



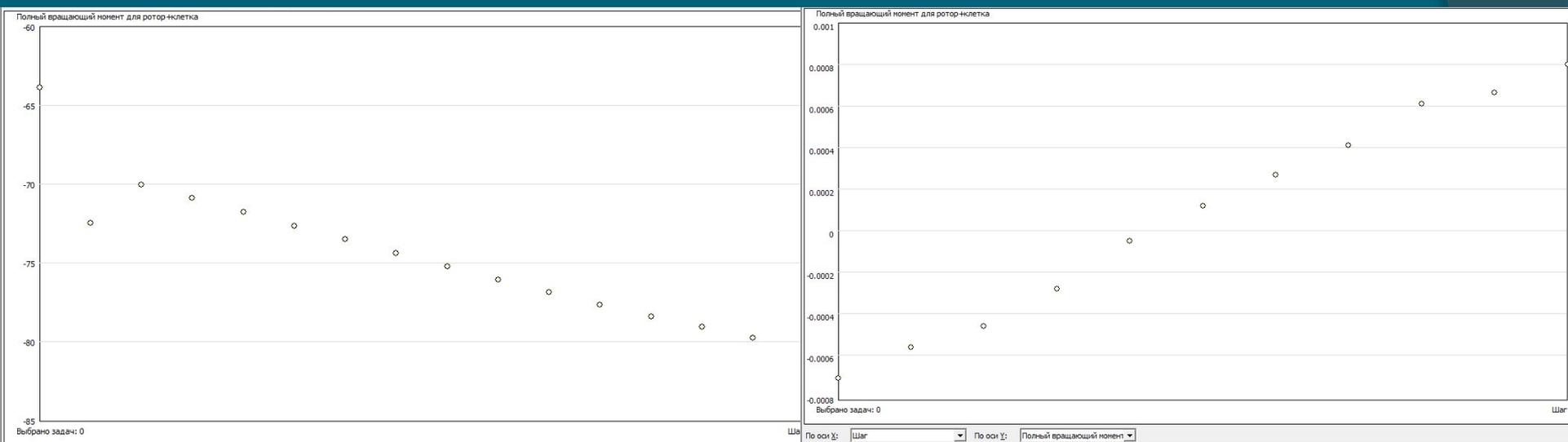
$$M - M_{\text{ВРАЩ}} = J \cdot \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$M - M_{\text{ВРАЩ}} = 0,2 - 2 \cdot 10^{-3} = 0,198$$

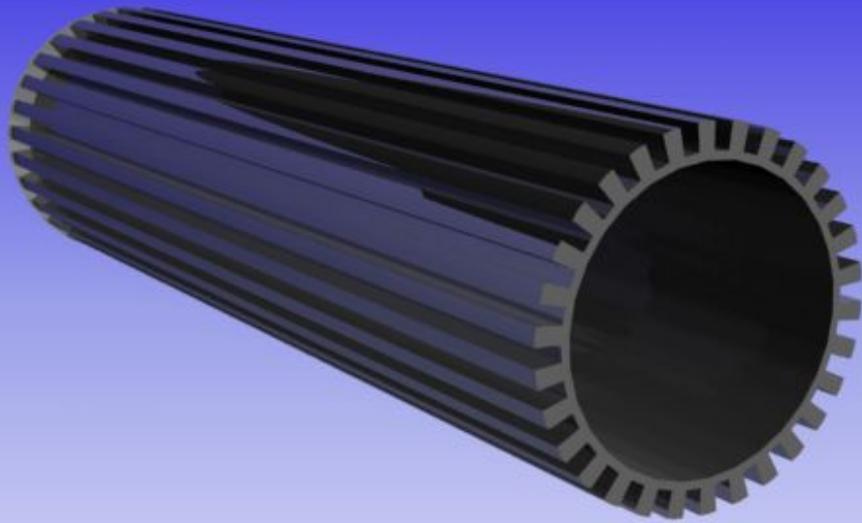
При этом угловое ускорение ротора позволяет произвести разгон с таким значением.

$$\frac{\Delta\omega}{\Delta t} = 16 \text{ рад/с}^2$$

Моментно-частотные характеристики асинхронной машины и машины МИГ, полученные средствами вычислений на базе технологии ActiveField с шагом дискретности в 5 Гц



Малоинерционный электрический генератор МИГ



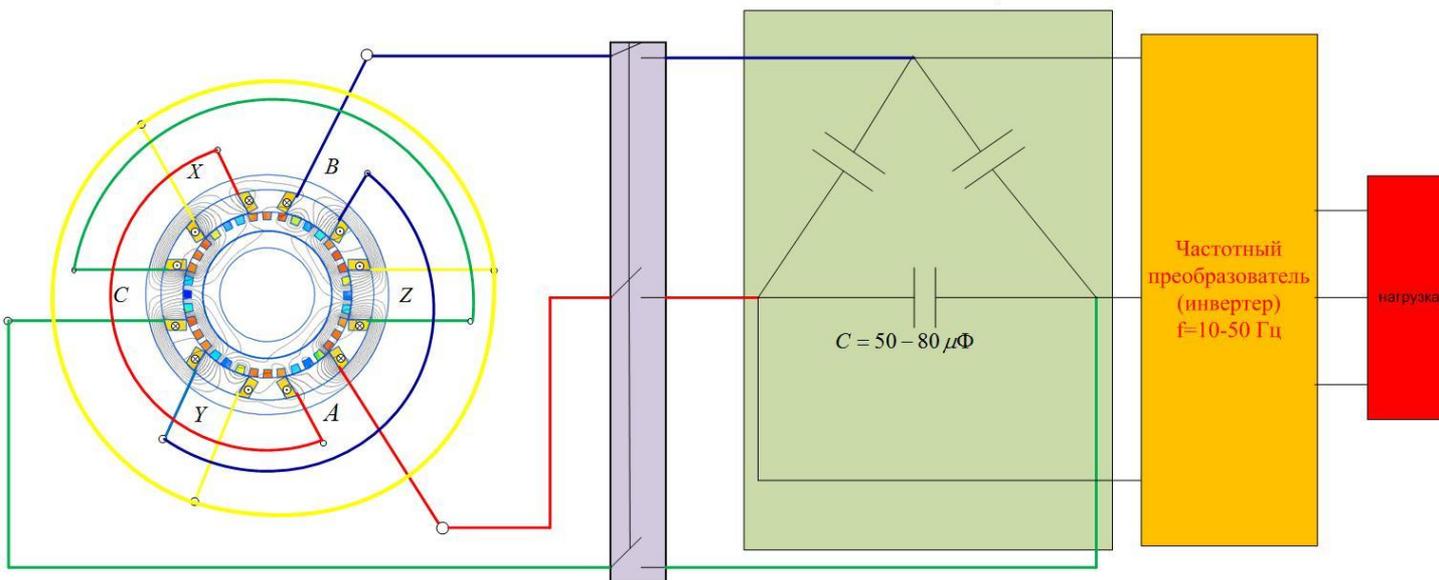
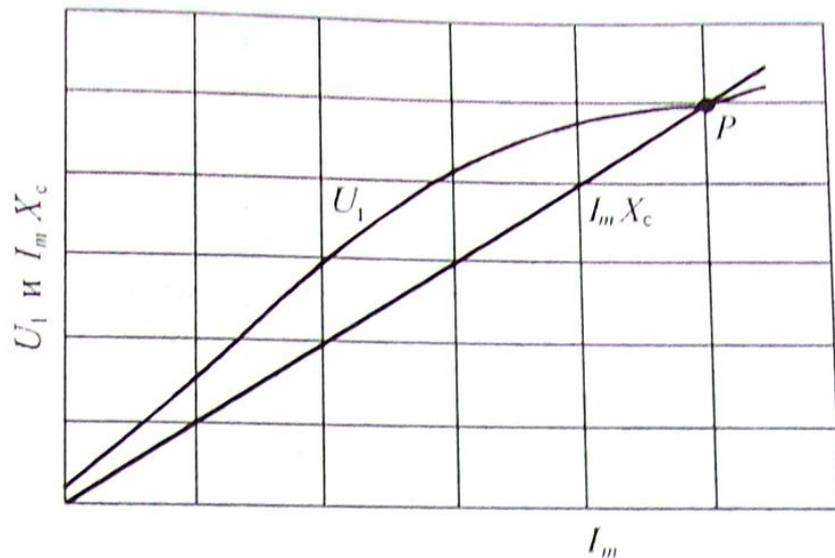


Схема группы соединения концов обмоток → звезда

⊙ ток чертежа

⊗ ток в чертеж



Зависимость напряжения на шинах генератора и емкости от тока I , в асинхронном генераторе с самовозбуждением

Электрический малоинерционный генератор (МИГ)

Patent international application PCT PCT/RU2011/000409

The electric quick-response generator (QRG)

⊙ **Плюсы:**

- ⊙ запуск в генераторном режиме осуществляется при малых скоростях ветра;
- ⊙ отсутствие постоянных дорогостоящих магнитов;
- ⊙ гибкая возможность регулирования на разных скоростях ветра;
- ⊙ возможность дополнительного охлаждения, что в свою очередь позволяет рассчитывать на большие нагрузки;
- ⊙ не требует дополнительного обслуживания в связи отсутствием щеток;
- ⊙ надежность;
- ⊙ устойчивость в переходных процессах;
- ⊙ устойчивость к вибрациям на высоких скоростях;
- ⊙ малый пусковой момент, вызванной малой массой ротора.

⊙ **Недостатки:**

- ⊙ сложная электрическая схема возбуждения;
- ⊙ нестандартность деталей, вызванной новой конструкцией генератора;
- ⊙ отсутствие опытного образца.

Соискание поддержки:



РусГидро



BOSCH

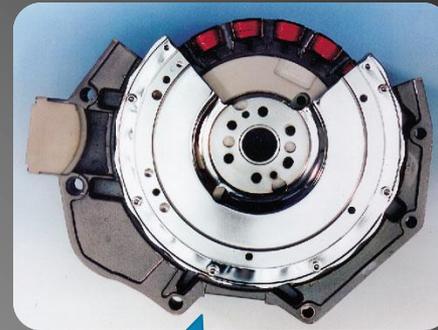


futurussia
Сколково



Идеи альтернативного применения

○ Стартергенераторы



○ В системах управления космическими аппаратами GLONASS[®] Atlas



Средствами программы ElCut были выдвинута модель конструкции малоинерционного генератора, в этапе работы над которого были получены требуемые параметры для условий генераторного режима работы электрической машины;

Конечный результат сводится в разработке опытного образца и его испытание.

Спасибо за внимание

e-mail:

ac-an-alec@mail.ru

achitaeva@gmail.com

Skype:

achitaeva

