

**XIII Всероссийская конференция «Актуальные проблемы прикладной математики и механики»,  
посвященная памяти академика А.Ф.Сидорова  
2-8 сентября 2024г., пос. Джанхот (Краснодарский край)**

**Системы регулируемого высокоскоростного серво-  
электропривода для роботов на базе двигателей переменного  
тока с магнитопроводом из порошковых материалов и  
системы интеллектуального управления**

**Кондратьев Сергей Евгеньевич  
1 курс магистратуры ФГБОУ ВО «ЛГТУ»**

**Научный руководитель - д. т. н., профессор Мещеряков Виктор Николаевич**

**Липецк – 2024**

# Новизна и актуальность идеи

2

## Новизна:

1. **Использование порошковых материалов:** Применение распыленного железа для изготовления магнитопроводов обеспечивает равномерное распределение магнитных свойств по всему объему изделия.
2. **Инновационная технология производства:** Метод формирования статора и ротора с помощью полиэфирной смолы и вибростола позволяет добиться высокой плотности и однородности материала.
3. **Унифицированные обмотки:** Спроектированные и распечатанные обоймы для катушек обеспечивают простоту замены и повышение надежности устройства.

## Актуальность:

1. **Высокочастотные электротехнические устройства:** Современные технологии требуют магнитопроводы с улучшенными электромагнитными свойствами, способные эффективно работать на высоких частотах (0.4-1 кГц).
2. **Минимальные производственные затраты:** Предложенный метод является простым и не требует значительных финансовых вложений, что делает его привлекательным для массового производства.
3. **Малые габариты и высокая эффективность:** Разработка позволяет создавать компактные устройства с минимальными зазорами и высокой плотностью магнитного потока, что критически важно для поддержания высокого КПД устройства.

**1. Военная промышленность:** • **Торпеды:** Компактные и высокоэффективные двигатели, изготовленные по предложенной технологии, могут применяться в торпедах, обеспечивая им высокую мощность и маневренность.

• **Дроны:** Легкие и мощные двигатели могут использоваться в военных беспилотных летательных аппаратах, повышая их эффективность и дальность полета.

• **Квазимачты:** Использование легкого и малогабаритного двигателя позволяет обеспечить высокую эффективность и надежность работы различных систем, необходимых для выполнения боевых задач и обеспечения безопасности.

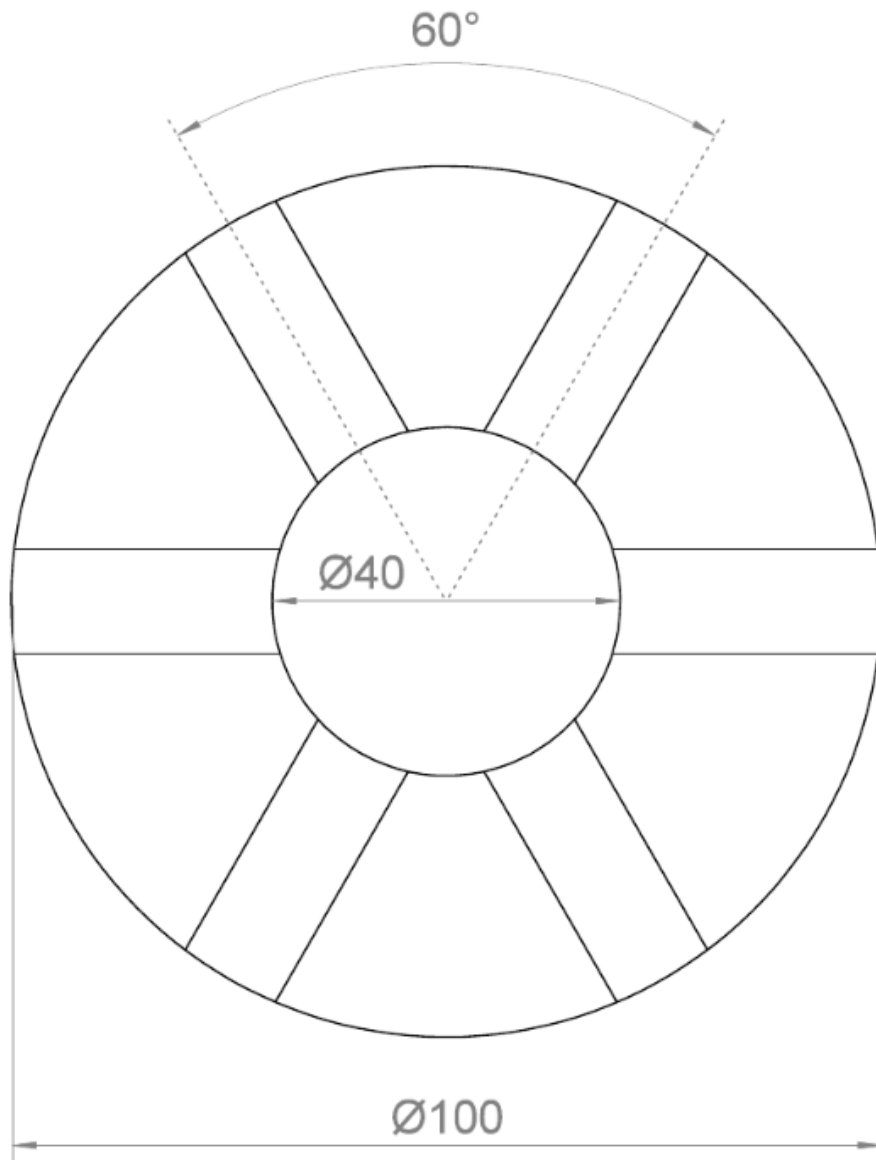
**2. Электродвигатели для электромобилей:** Компактные и высокоэффективные двигатели на основе предложенной технологии могут быть использованы в электромобилях, обеспечивая высокую мощность и эффективность.

**3. Авиакосмическая промышленность:** Применение в авиационных и космических системах, где компактность и эффективность играют ключевую роль.

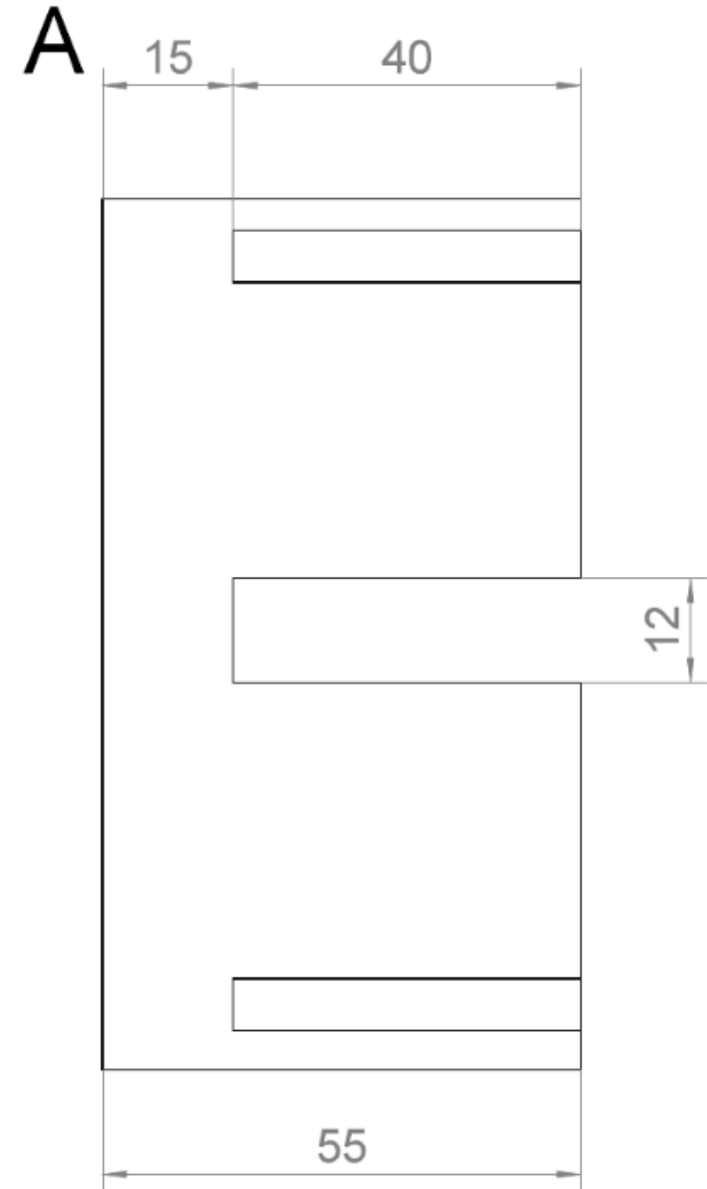
**4. Ядерная энергетика:** Применение в криогенных установках в качестве погружного канального насоса.

# Разработка системы

4

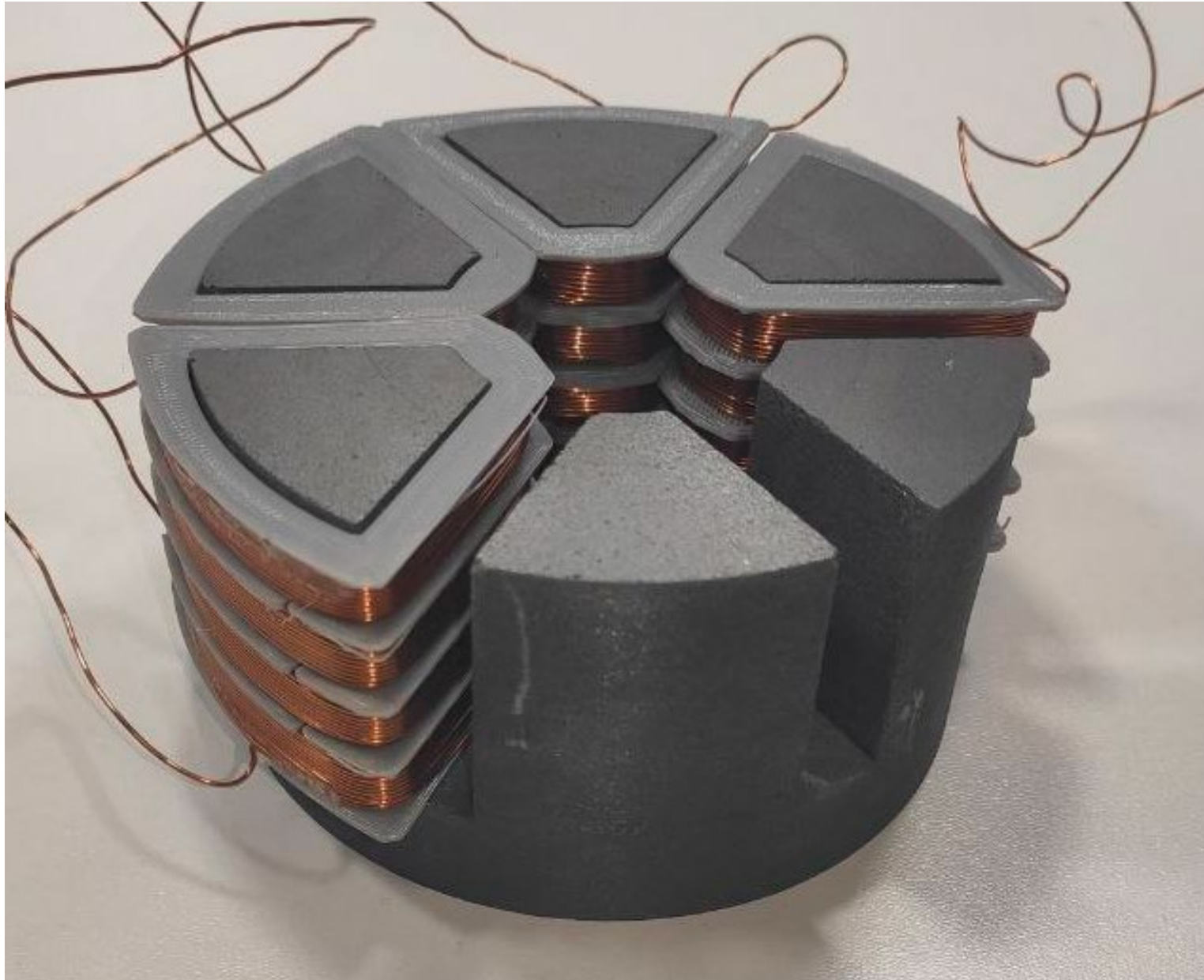


A



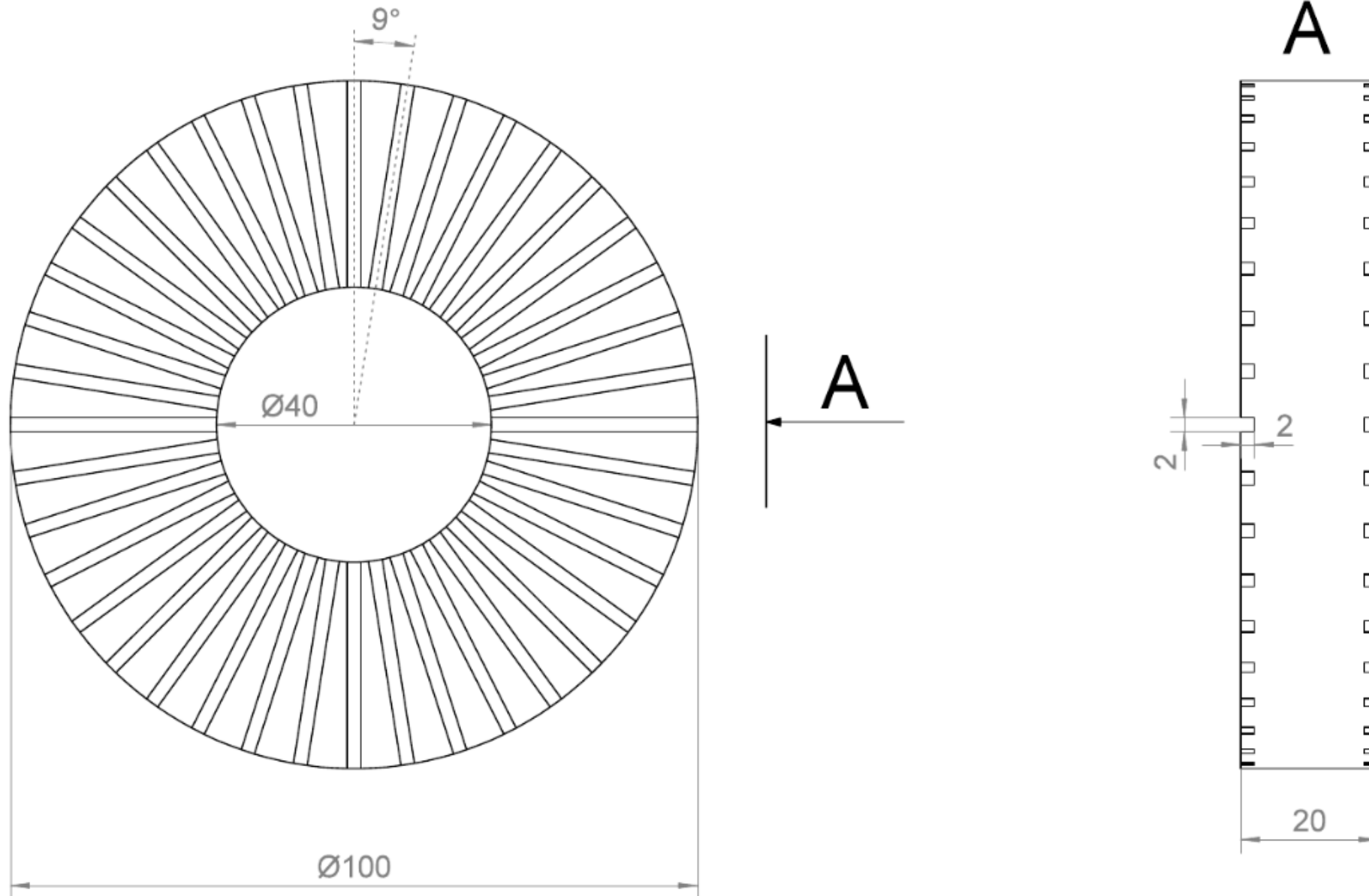
# Разработка системы

5



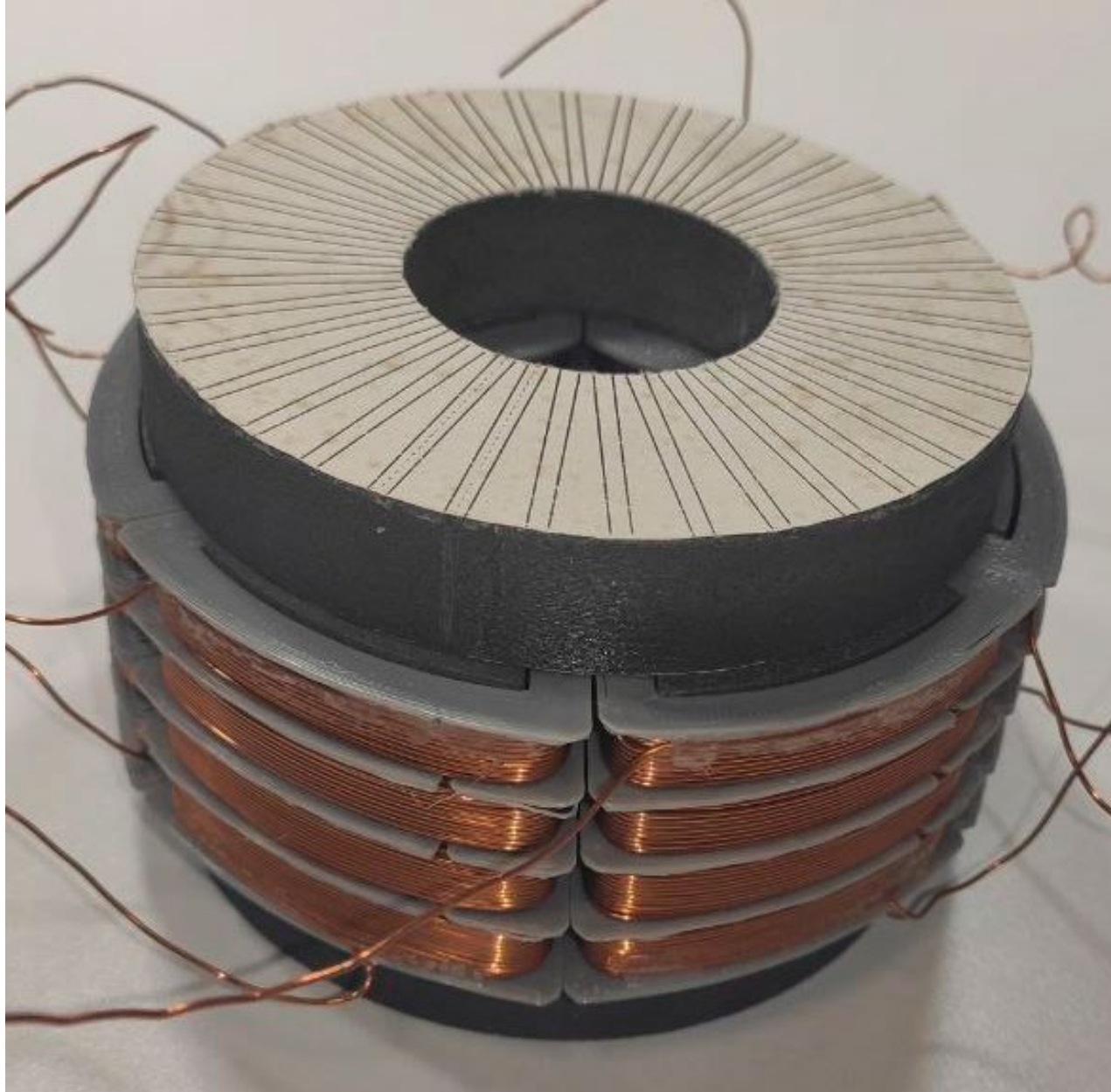
# Разработка системы

6



# Разработка системы

7

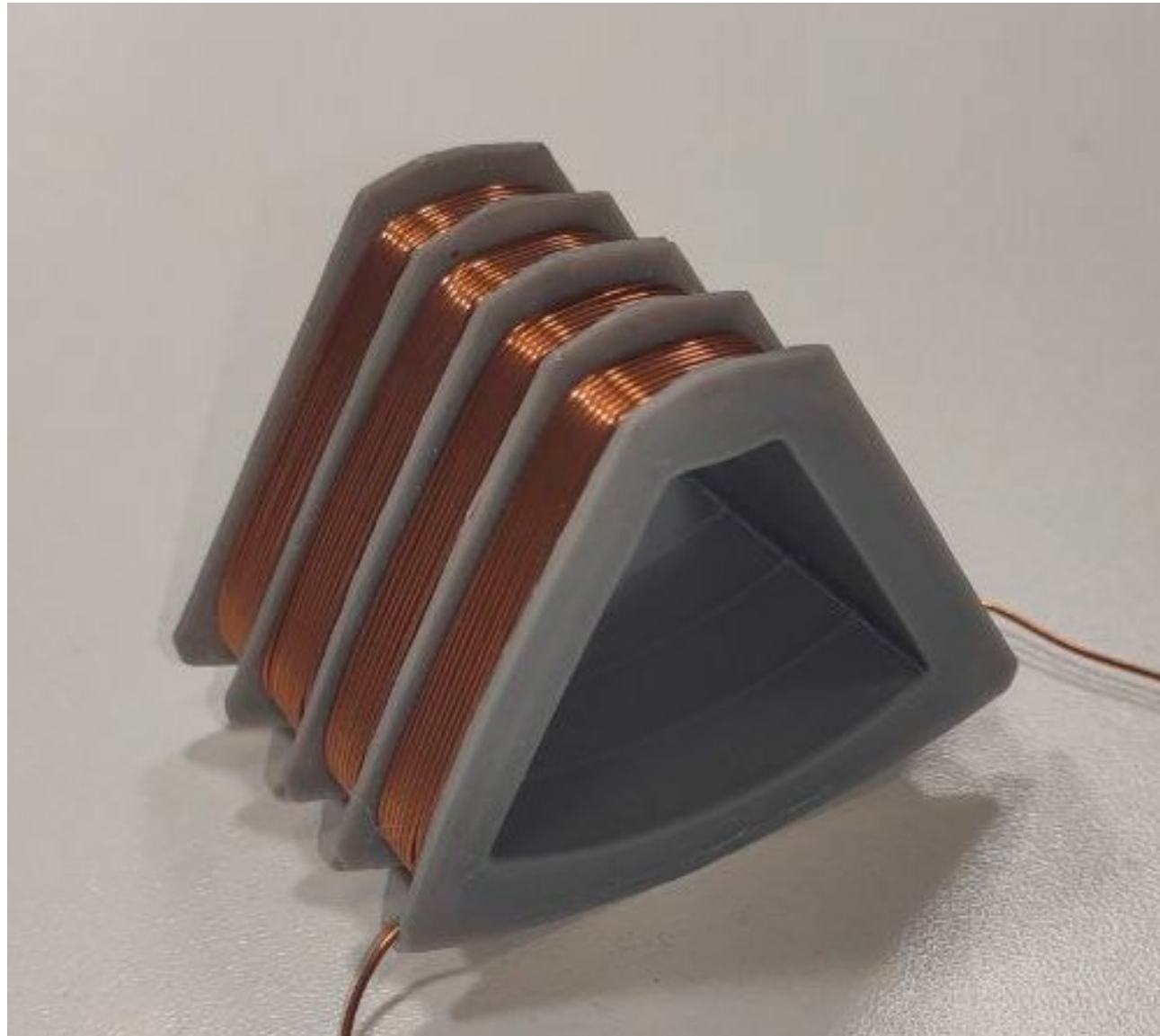


- 1. Чертежи и модели:** Готовы чертежи и модели статора и ротора.
- 2. Моделирование магнитных потоков:** Проводится моделирование магнитных потоков для дальнейшей модернизации и оптимизации конструкции.
- 3. Перспективы применения порошковой 3D-печати:** Рассматривается возможность применения 3D-печати путем наплавления порошковых металлов для улучшения характеристик двигателя.
- 4. Тестовые модели:** Корпусные детали тестовых моделей печатаются на 3D-принтере из пластика, что позволяет добиться изоляции проводников и обеспечить безопасность эксперимента.



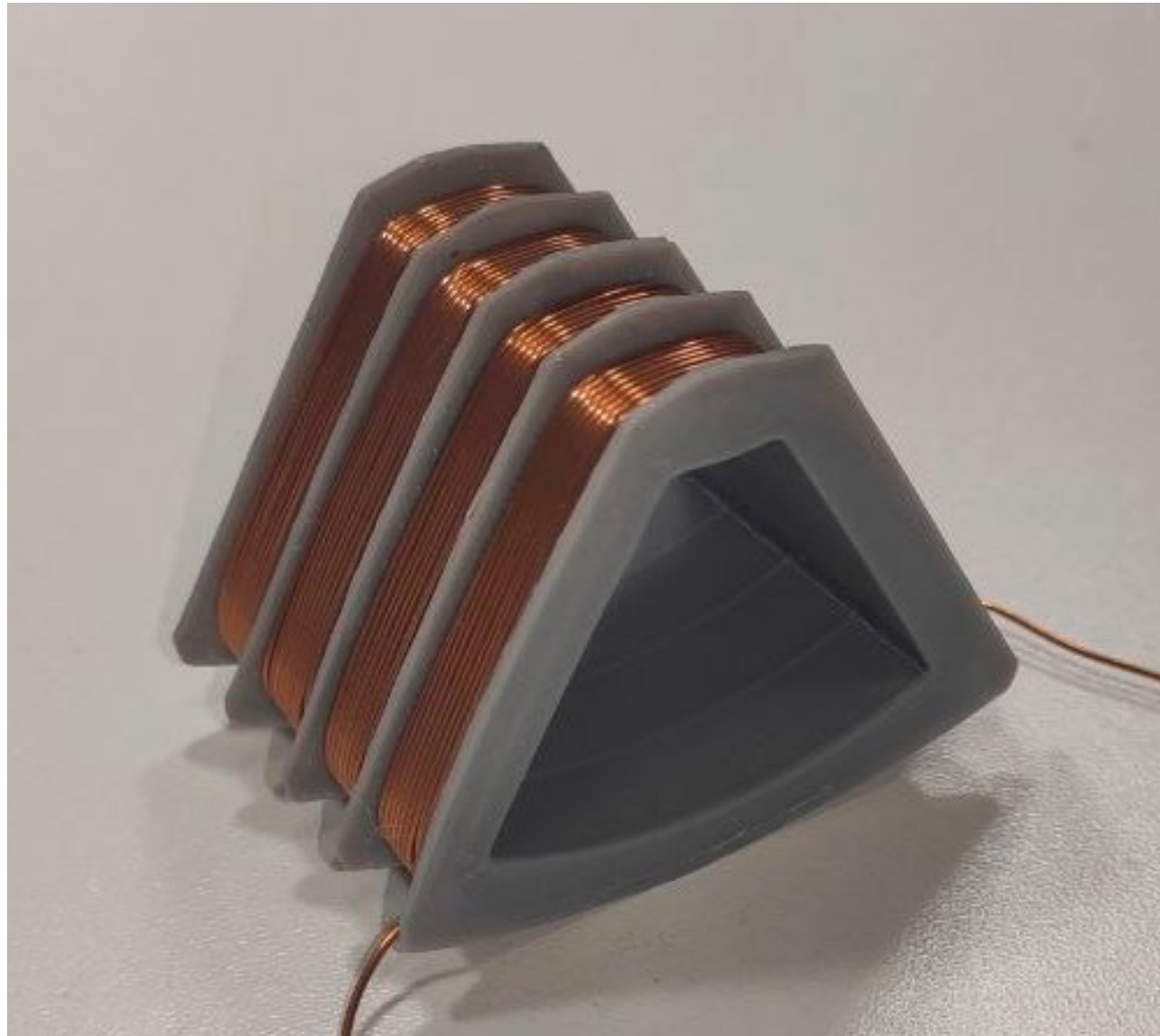
# Разработка системы

9



# Разработка системы

9



# Материальная база

10



1. **3D-принтер:** Используется для создания форм заливки для порошковых материалов, а так же для производства корпусных деталей.
2. **Вибростол:** Обеспечивает равномерное распределение порошка и удаление излишков воздуха.
3. **Токарный станок:** Применяется для обработки готовых изделий и удаления излишков смолы.

- 1. Проектирование формы заливки:** Создание тестовых форм для заливки с использованием 3D-принтера, которые затем заменяются на унифицированные формы под заказ.
- 2. Подготовка смеси:** Порошок железа смешивается с полиэфирной смолой в рассчитанном соотношении.
- 3. Заливка:** Смесь заливается в форму и помещается в вибростол для удаления излишков воздуха. Для увеличения качества возможно применение вакуумной камеры.
- 4. Полимеризация:** Форма оставляется до полного высыхания.
- 5. Обработка:** Готовое изделие вынимается из формы и обрабатывается.
- 6. Монтаж обмоток:** На статор устанавливаются обоймы, на которые намотаны катушки. В ротор производится укладка обмотки в специальные пазы.

- 1. Качество порошка:** Необходимость обеспечения высокого качества и дисперсности однородности гранул порошкового материала для достижения оптимальных магнитных свойств.
- 2. Контроль однородности и изотропности:** Трудности в обеспечении равномерного распределения порошкового материала по всему объему изделия.
- 3. Контроль качества компонентов:** В ходе производства важно обеспечивать равномерность намотки катушек индуктивности статора, использовать только высококачественные высокоскоростные подшипники с высоким классом точности.
- 4. Стабильность соединений:** Обеспечение надежного соединения ротора с валом.

# Ресурсы, необходимые для дальнейшей научно-исследовательской деятельности

1. Оборудование для печати объемных изделий порошковым железом;
2. Токарно-фрезерный станок ЧПУ (с возможностью работ с металлами);
3. Оборудование для исследования характеристик магнитного поля;
4. Оборудование для исследования магнитных свойств материалов;
5. Программное обеспечение для корректного моделирования магнитных потоков.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

Кондратьев Сергей Евгеньевич

+7-910-352-04-16

razthepsycho@yandex.ru