



Передовые  
инженерные  
школы



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ  
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



# Передовая инженерная школа Моторы Будущего

**Вавилов Вячеслав Евгеньевич**

Директор Передовой инженерной школы «Моторы Будущего», д.т.н., профессор

# Описание передовой инженерной школы



Передовые  
инженерные  
школы

**Цели ПИШ «Моторы будущего» и индустрии** – декарбонизация энергетических систем и экономики страны (и, соответственно, мира) и обеспечение связности территории РФ за счет разработки и создания новых агрегатов для транспортных и авиационных систем (соответствие Приоритетам СНТР РФ: а), б), е), ж)), обеспечение технологического суверенитета.

## Тематические направления:



электрические машины  
и их системы управления



технологии создания электрических  
силовых установок (включая цифровые)



Инновационная экономика и  
управление

## Большие вызовы и приоритеты Российской Федерации и Мира



«Связанность территории Российской Федерации»



«Выработка и сохранение энергии»

Ключевые целевые устремления ПИШ – мы создаем новые идеи, способные перевернуть мир, людей, способных развивать, воплощать и использовать эти идеи и делаем продукты, превращающие эти идеи в реальность

- **в подготовке кадров:** создание новых системных инженеров способных создавать, разрабатывать, производить, эксплуатировать и продавать уникальные высокотехнологичные продукты для авиационной, ракетной и транспортной отраслей
- **в науке и технологиях:** достижение удельной мощности электрических машин **15-20 кВт/кг к 2027 г.**, **превышение** технических характеристик **мировых аналогов** не менее чем на **7-9%**, **формирование критических технологий, способных к 2030 году обеспечить достижение 50 кВт/кг**
- **в промышленности:** формирование новой парадигмы проектирования, создание новых стандартов; серийный выпуск на рынок продуктов на базе ПИШ (электрических машин, сервоприводов, блоков управления для них и т.д.) от 5 типов продуктов (100 штук) уже в 2023 году до 60 типов к 2030 г. Диверсификация и завоевание новых рынков

Идея



Новый  
продукт

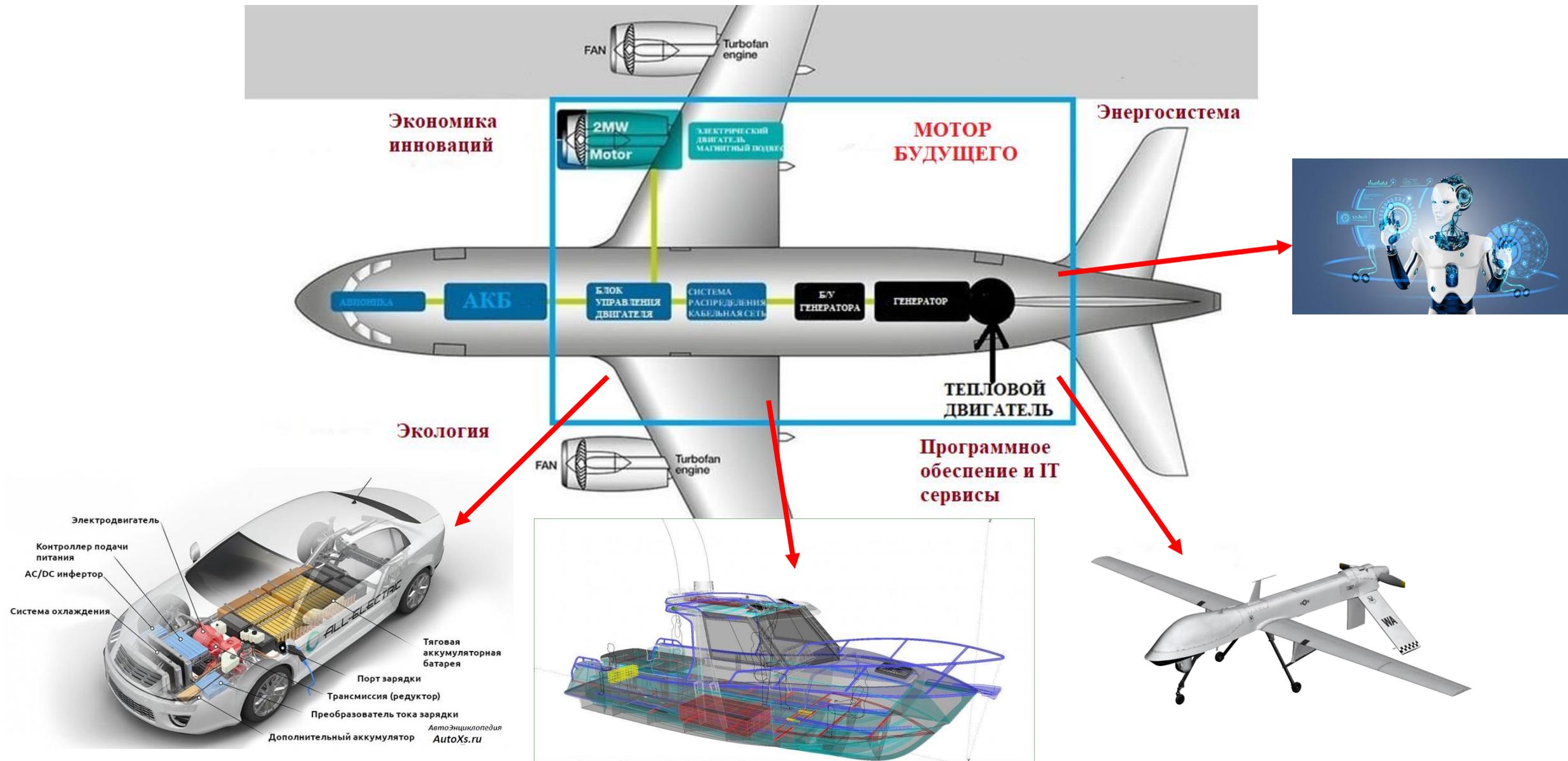


Новый подход к  
инженерии и  
подготовке кадров



Уникальные специалисты с системным мышлением  
Высокоэффективные продукты в серийном производстве

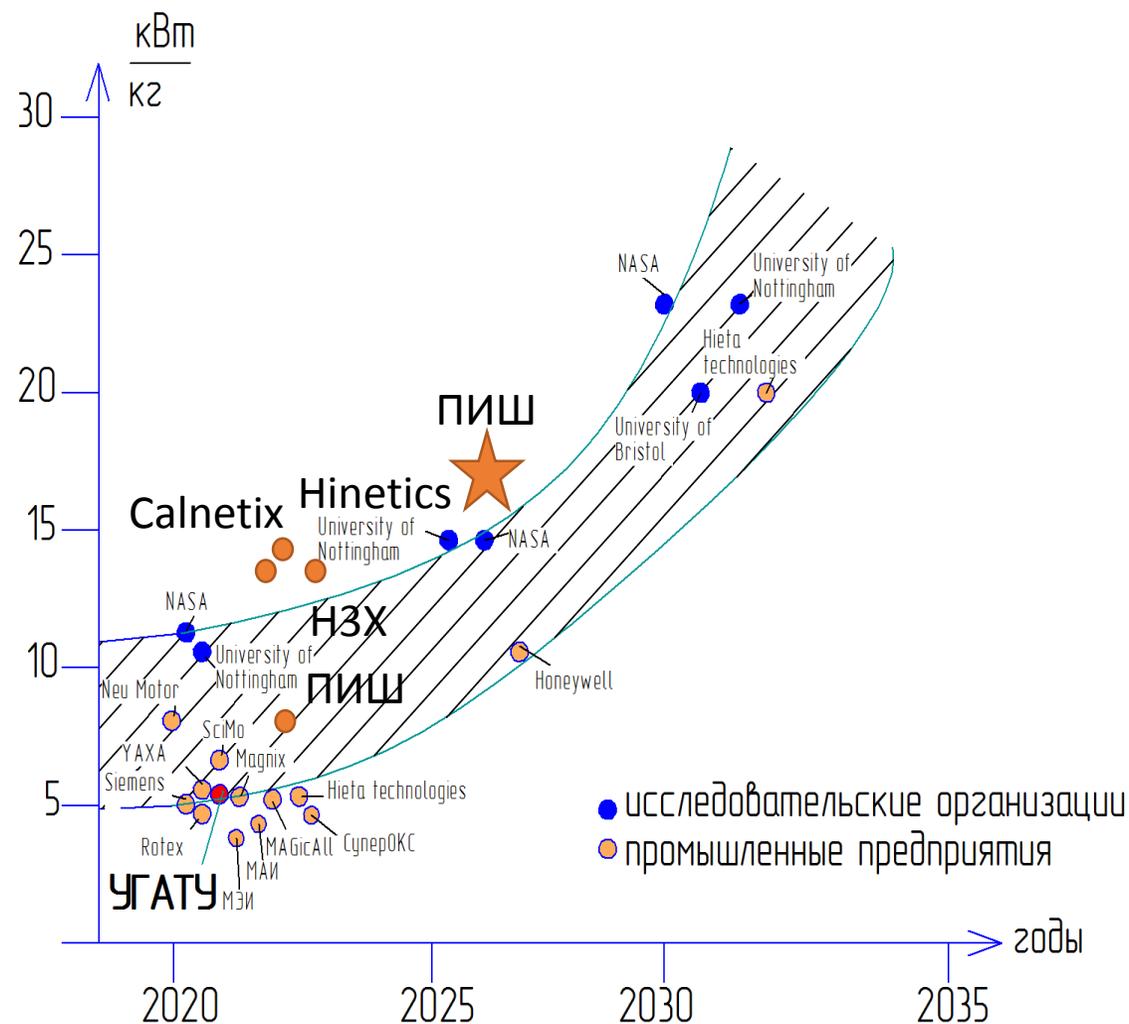
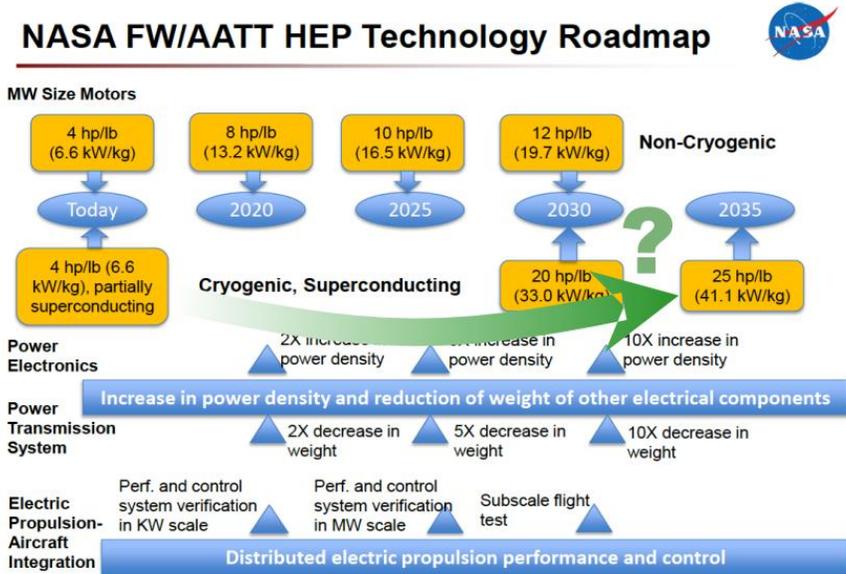
# Моторы будущего-наша основная компетенция



Требования разные, а технологии очень похожи...

# Фронтальная конкретная инженерно-технологическая задача:

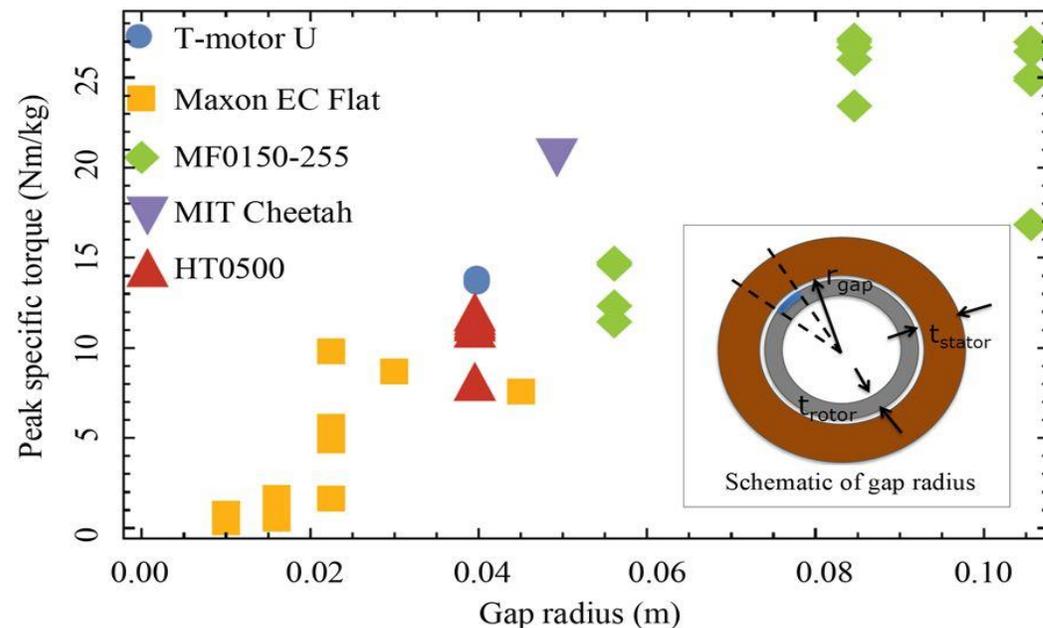
## Разработка технологий создания электрических машин 20 кВт/кг



# Фронтальная научная задача:

## Разработка технологий создания электрических приводов с удельной моментом 30-200 кНм/м<sup>3</sup>

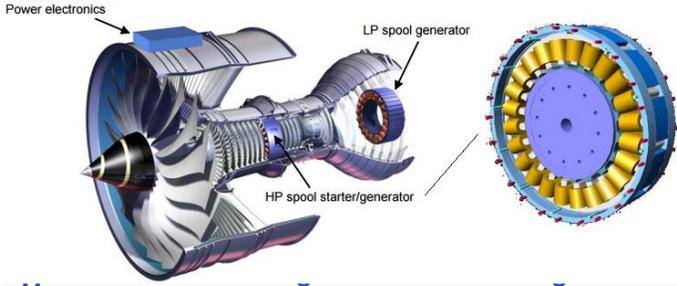
Тип электрической машины	Удельный момент (кНм/м <sup>3</sup> )
Полностью закрытые двигатели – низкоэнергетические магниты (феррит)	5 – 15
Полностью закрытые двигатели – спеченные редкоземельные магниты (NdFeB, SmCo)	15 – 40
Полностью закрытые двигатели – магниты из редкоземельных металлов (NdFeB, SmCo)	10 – 20
Промышленные асинхронные двигатели средней мощности (> 5 кВт)	5 – 30
Серводвигатели	15 – 50
Аэрокосмические машины	30 – 75
Машины с жидкостным охлаждением	75 – 250



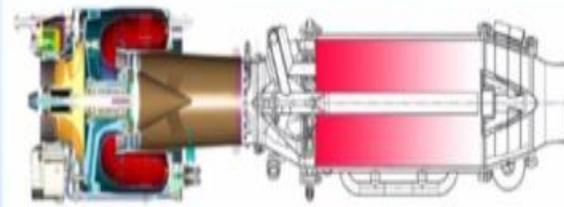
# Основные фронтальные проекты, выполняемые в 2023-2024 г.



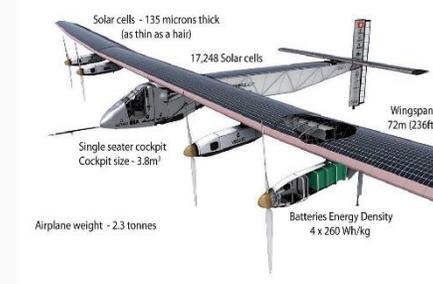
Передовые инженерные школы



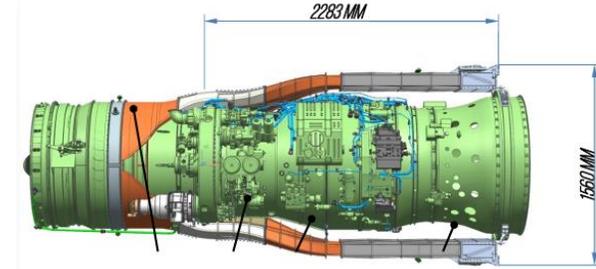
Интегрированный в авиационный двигатель стартер-генератор и электрические агрегаты для авиационного двигателя



МГД-генератор и магнитокамулятивные генераторы



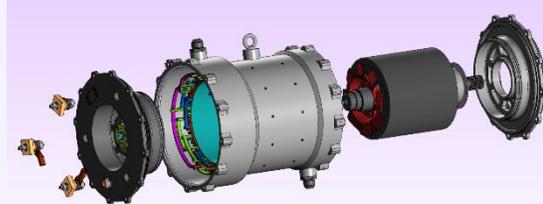
Электрические машины для гибридных силовых установок



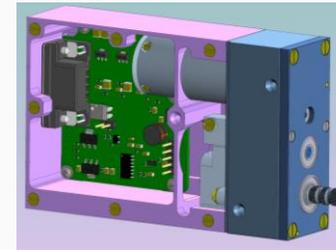
Малоразмерный ГТД для БПЛА



Электродвигатели для различных применений



Электродвигатели, в том числе тяговые



Электрические привода/ севропривода



Беспилотные электрические ЛА



Электропривода и исполнительные механизмы автомобилей



Электромагнитная совместимость блоков силовой электроники



Электротехнические и конструкционные материалы. Технологии

Методики проектирования и экономического обоснования создания электрических машин. Оптимизация бизнес-процессов

# Разработоческая повестка ПИШ

## Авиационная техника

### Самолеты:

Су-75  
Самолет с гибридной силовой установкой ЯК-40ЛЛ  
Полностью электрический самолет Сигма-4  
SSJNew  
SuperCam (заходим в проект)

### Авиационные двигатели:

ПД-14  
ПД-35  
ВК-1600  
ВК-650 (гибридное исполнение)  
АПД-80  
АПД-200  
АПД-500



## Передовая инженерная школа Моторы Будущего

## Военная техника

Системы РСЗО «Проект Гром»  
Мишени «Проект Дань»

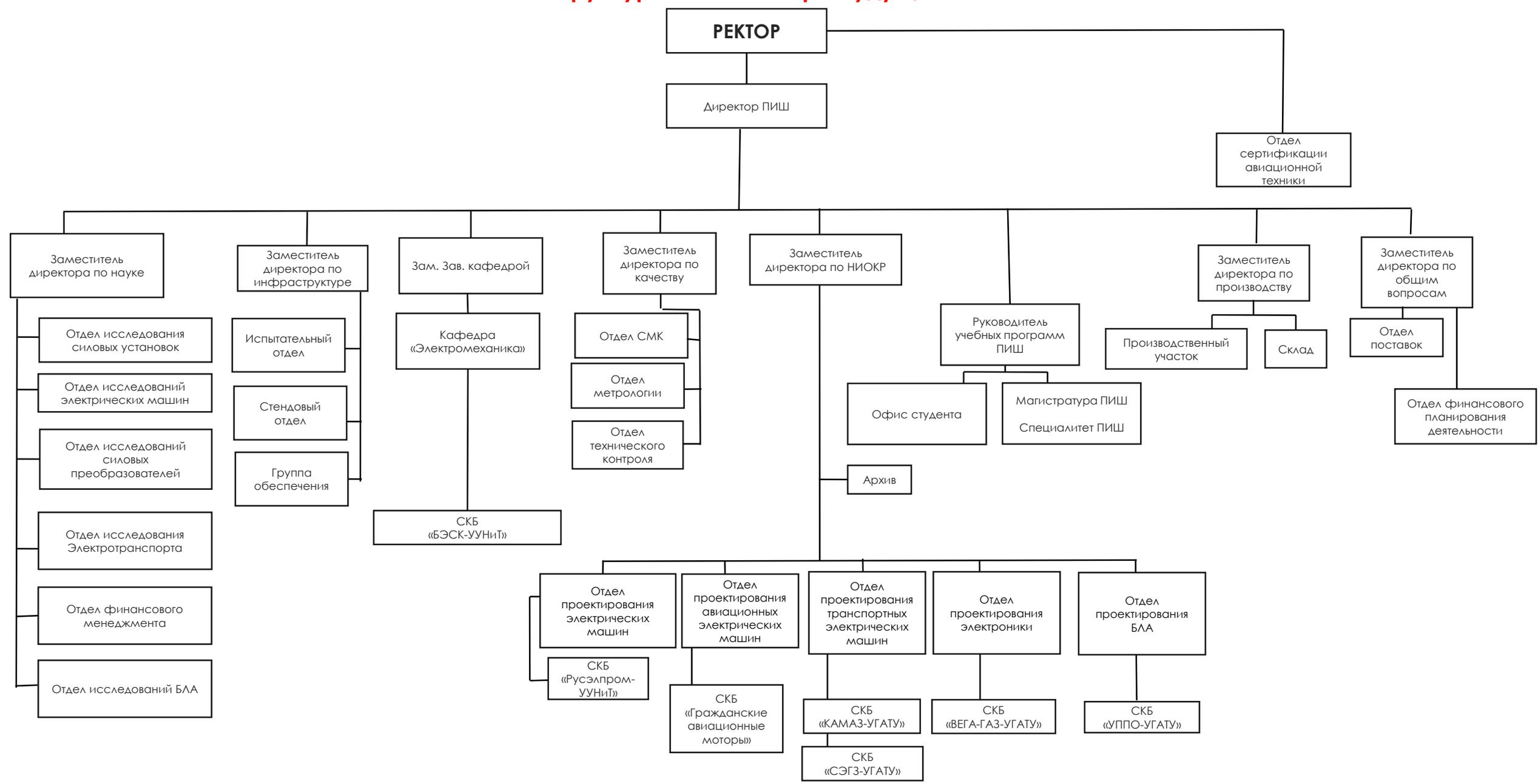
## Нефтегазовая промышленность

- Погружные вентильные электродвигатели (АО "УК Система Сервис");
- Взрывозащищенные асинхронные двигатели АИМ А63, А80, А100, А112 (АО "УАПО")

## Транспортные системы

- Электродвигатели для трамваев ДАТ-72, ДАТ-100 (АО "СЭГЗ");
- Тяговый индукторный электродвигатель (АО "Метровагонмаш");
- Вентильно-индукторные двигатели для электромобилей (Continental AG).

# Структура ПИШ «Моторы Будущего»



# Фундаментальный бизнес-процесс ПИШ «Моторы будущего»

Открытый рынок

Продукты, быстрые компетенции, перестройка компаний

Программы переподготовки и дополнительного образования

Малые инновационные предприятия

Производство, ОТК

НИР, научные компетенции

Аспирантура ПИШ

Научные отделы

НИОКР/ ОКР, технического лидера

Магистратура ПИШ

Проектные команды / технологи/ испытатели

Инженерная задача, характерные и инженерные компетенции

Бакалавриат и специалитет

СКБ

Основа ПИШ

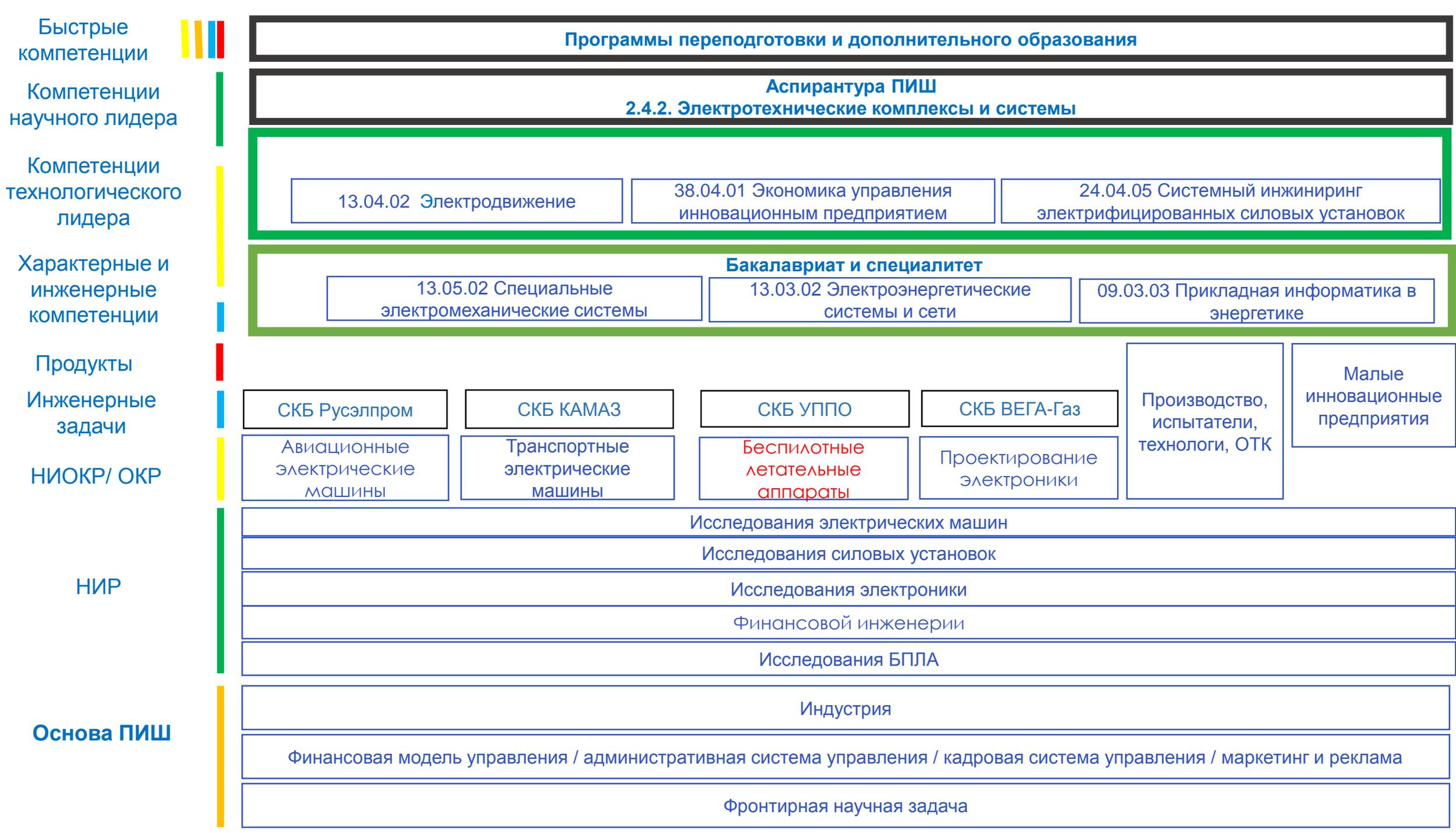
Передовые инженерные задачи

Индустриальные партнеры

Фронтальная научная задача

Принципы / Модель управления/ Финансовая модель управления / Система управления человеческим капиталом / Маркетинг





**Программы переподготовки и дополнительного образования**

**Аспирантура ПИШ**  
**2.4.2. Электротехнические комплексы и системы**

13.04.02 Электродвижение	38.04.01 Экономика управления инновационным предприятием	24.04.05 Системный инжиниринг электрифицированных силовых установок
--------------------------	--	---

**Бакалавриат и специалитет**

13.05.02 Специальные электромеханические системы	13.03.02 Электроэнергетические системы и сети	09.03.03 Прикладная информатика в энергетике
--	---	--

СКБ Русэлпром	СКБ КАМАЗ	СКБ УППО	СКБ ВЕГА-Газ	Производство, испытатели, технологи, ОТК	Малые инновационные предприятия
Авиационные электрические машины	Транспортные электрические машины	Беспилотные летательные аппараты	Проектирование электроники		

Исследования электрических машин
Исследования силовых установок
Исследования электроники
Исследования финансовой инженерии
Исследования БПЛА

**Основа ПИШ**

Индустрия
Финансовая модель управления / административная система управления / кадровая система управления / маркетинг и реклама
Фронтальная научная задача

# Пример кейса с АО ОДК



# Корпоративная образовательная программа АО «ОДК» Системный инжиниринг электрифицированных силовых установок

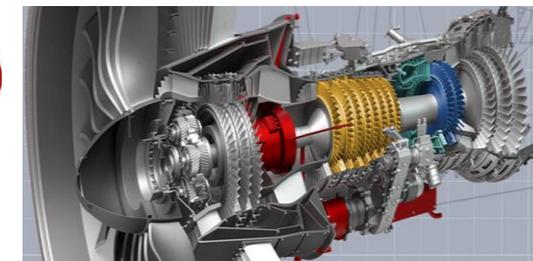
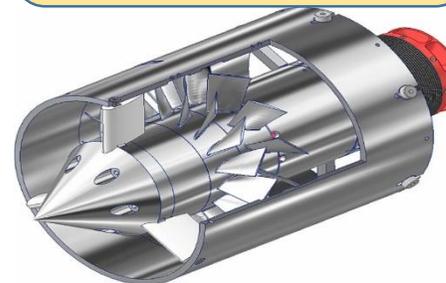


- В образовательной программе по направлению 24.04.05 «Двигатели летательных аппаратов» участвуют молодые специалисты дочерних предприятий АО «Объединенная двигателестроительная корпорация - АО «ОДК-Авиадвигатель», АО «ОДК-Климов», ОКБ имени А. Люльки – филиал ПАО «ОДК-УМПО», Инженерный центр АО «ОДК».
- Модульная интенсивная подготовка на базе УУНиТ с проектной деятельностью во время межмодулей на базе предприятий АО «ОДК».
- На 1-м курсе форсайт-сессия с предприятиями-партнерами для формирования перспективных тематик ВКР. Заключение договоров на выполнение НИР с предприятиями-партнерами по выбранным тематикам, составная часть ТЗ на НИР является заданием на ВКР магистра.
- Сетевая форма реализации образовательной программы совместно с МФТИ (электрохимические накопители энергии) и ЦИАМ им. П.И. Баранова (электрохимические генераторы энергии). Достаивание недостающих компетенций за счет программ ДПО, финансируемых АО «ОДК» и ПИШ.

1 модуль	ПА	2 модуль	ПА	3 модуль	ПА	4 модуль	ПА	5 модуль	ПА	6 модуль	ПА
5 сент. - 22 сент.		27 сент. - 17 окт.		21 окт. - 9 нояб.		14 нояб. - 2 дек.		7 дек. - 24 дек.		29 дек. - 24 янв.	
		Выборные дисциплины		Выборные дисциплины		Выборные дисциплины		Выборные дисциплины		Выборные дисциплины online	
Англ		Англ		Англ		Англ		Англ		Англ	
Профильная дисциплина		Профильная дисциплина		Профильная дисциплина		Профильная дисциплина		Профильная дисциплина		Профильная дисциплина	

**Образовательный трек 2**  
Полностью электрические силовые установки

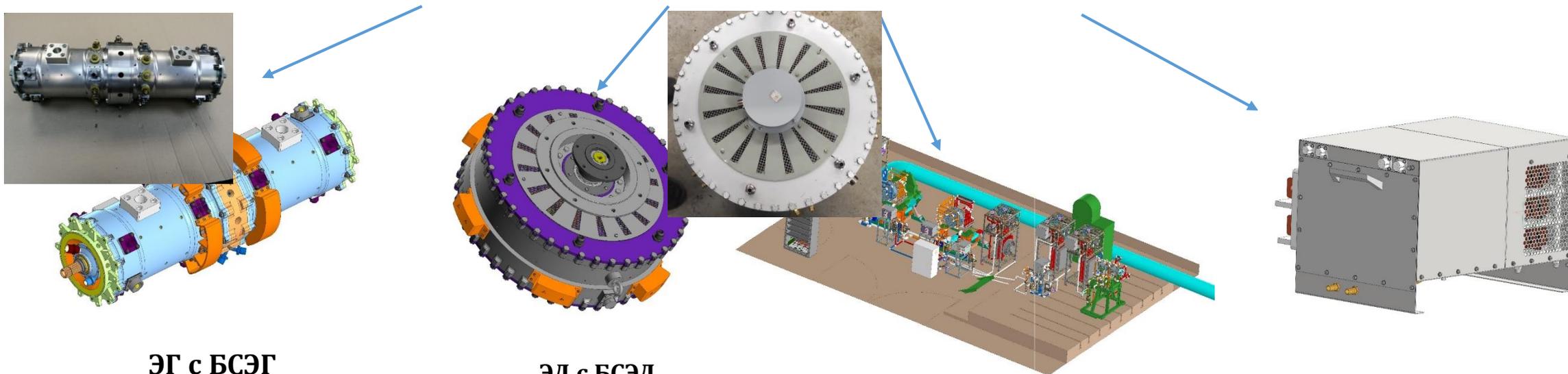
**Образовательный трек 2**  
Гибридные и «более электрические» силовые установки



# Разработка электрической системы демонстратора гибридной силовой установки перспективного летательного аппарата (ЭС Д-ГСУ-1)

Актуальные проекты

Электрическая система предназначена для управления и преобразования энергетическими потоками демонстратора гибридной силовой установки (сборка №1) (механической и электрической энергии).



## ЭГ с БСЭГ

Электрический генератор и блок системы предназначены для электромагнитного преобразования механической энергии ГТД в электрическую энергию переменного тока с последующим его выпрямлением и передачей на шину постоянного тока ГСУ.

## ЭД с БСЭД

Электрический двигатель с блоком системы предназначены для преобразования постоянного тока в переменный с последующим электромеханическим преобразованием энергии переменного тока в механическую энергию вращения.

## СО

СО предназначена для отвода выделяемых в процессе работы ЭГ и БСЭГ, ЭД и БСЭД и блока заряда-разряда АКБ тепловых потерь и их рассеивания.

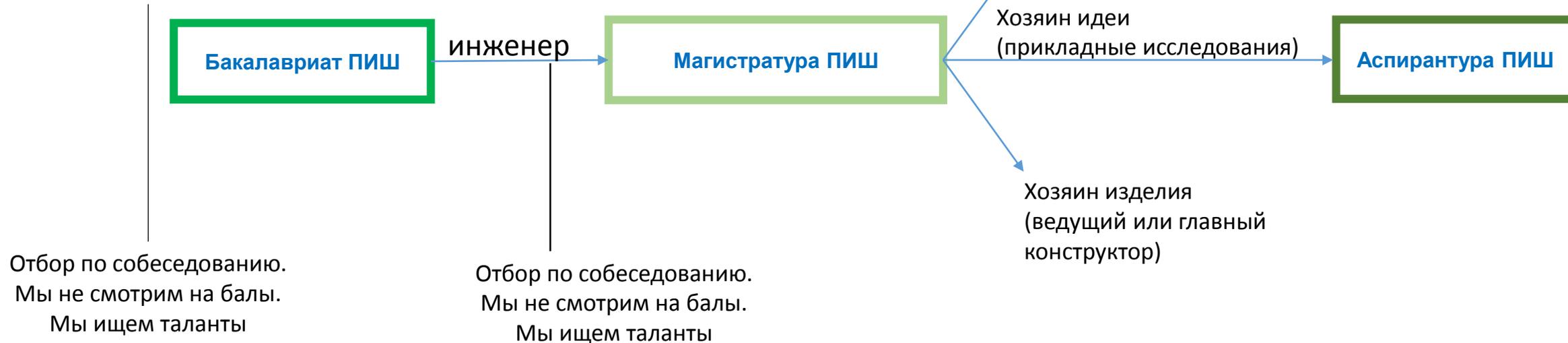
## Блок заряда-разряда

Блок заряда-разряда должен обеспечивать поддержание уровня напряжения и тока при заряде АКБ от БСЭГ и разряде АКБ на общую шину.

# Кейс с ПАО «Камаз» по нашему бизнес-процессу



## И так, чему мы учим и кого мы получаем:



### 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника , профиль Технологии электродвижения

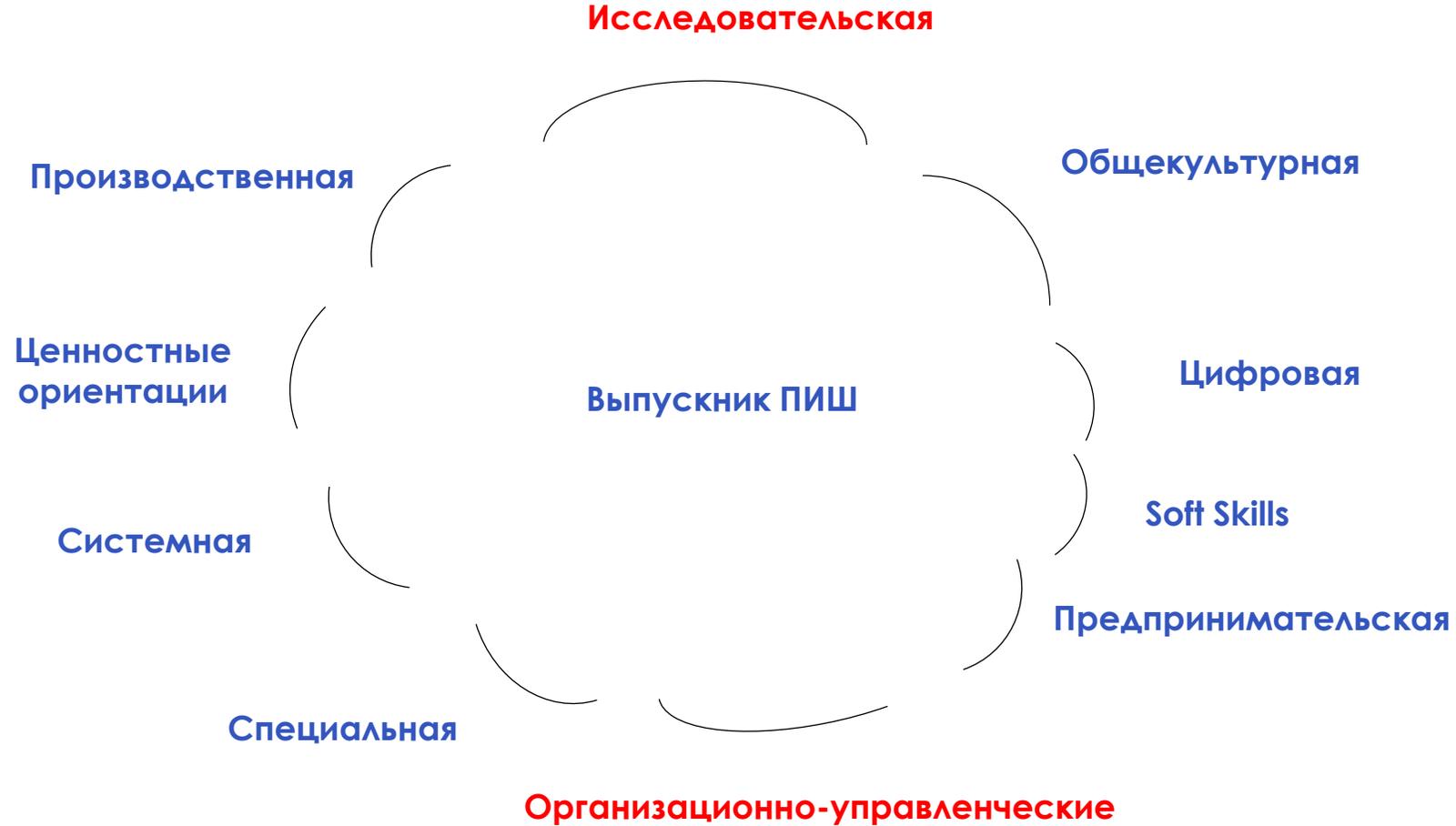
- Проектирование, моделирование и оптимизация электрических машин мирового уровня со сверхвысокими удельными характеристиками, с применением современных программных средств Ansys: Maxwell, Fluent, Mechanical, MotorCAD
- Разработка систем электроснабжения автомобилей с применением современных программных средств Siemens NX, Zuken E3

### 24.04.05 Двигатели летательных аппаратов , профиль Системный инжиниринг электрифицированных силовых установок

- Разработка и оптимизация проектно-конструкторских решений при создании гибридных, электрических и «более электрических» силовых установок

### 38.04.01 Экономика , профиль Экономика и управление высокотехнологичными предприятиями

- Разработка и модернизация методов коммерциализации, расчета ценообразования, расчета трудоемкости на проведение НИОКР, проектирование и разработку наукоемкой продукции



## Как мы учим:

1. На наших принципах мы не учим, мы воспитываем !!!
2. Совмещена предметная и игровая форма обучения. Сложные игры
3. СКБ как практика для приобретения навыков и понимания бизнес-процессов предприятия
4. Совмещённые занятия студентов разных уровней подготовки (аспиранты, магистры и бакалавры 1 курса вместе изучают английский язык)
4. Математика, физика, химия от предмета, от фронтальной научной задачи
5. Проектная деятельность через игровую форму. Участие магистров и аспирантов в конкретных проектах
6. Обучение построено на новых знаниях, получаемых в ходе решения фронтальной научной и инженерной



## На чем мы учим

1. Мы сами являемся разработчиком и производителем электрических машин. Поэтому у нас новейшее технологическое, производственное и исследовательское оборудование (многокоординатные станки, разгонные стенды, автоматизированные линии). По ряду позиций оборудование уникальное для РФ!!!  
Стоимость МТБ на конец 2024 года будет превышать 2 млрд. руб.
1. Учебные стенды созданные специально для фронтальной научной и инженерной задачи, с разработанным для них методологическим обеспечением (например учебные стенды гибридных силовых установок). Собственное производство
2. Полигоны, воссоздающие объекты в реальном масштабе, например на крыше мы поставили солнечную электростанцию

# Принципы ПИШ «Моторы Будущего»

- Под человеком ПИШ мы понимаем каждого сотрудника, студента, школьника, который имеет отношения к нашему миру. С принципами ПИШ, соглашается и выполняет каждый человек ПИШ. В противном случае нам не по пути.
- Все что мы делаем в разработке, производстве и образовании влияет на жизнь людей. Мы осознаем эту ответственность, и должны подходить к результатам нашего труда таким образом, чтобы они имели максимальное качество, полезность и безопасность для людей и окружающего мира.
- ПИШ обладает суверенитетом, как в взаимоотношении с Заказчиками и партнёрами, так и с университетом. В принимаемых решениях ПИШ руководствуется интересами ПИШ и Российской Федерации
- Мы дорожим своим словом, поэтому то что мы говорим и обещаем должно выполняться
- Мы не бросаем начатое дело на половине пути. Любая задача, которая нами взята должна быть доведена до конечного результата. Если меняется внешняя среда или приоритеты, может измениться срок, за который мы получаем результат. Но результат по любой начатой задаче должен быть получен. Нет смысла начинать то, что мы не доделаем.
- Мы непрерывно улучшаем качество всех наших продуктов. Основным продуктом ПИШ является сам ПИШ, как университет-корпорация, которая является востребованной и уникальной для абитуриентов, сотрудников, потребителей продуктов ПИШ и внешних рынков.
- Обучение и развитие—это труд людей ПИШ. Полученные и переданные знания, это продукт ПИШ, качество которого мы непрерывно улучшаем.
- Отношения порождают отношения. Именно так мы относимся к людям ПИШ и внешнему миру. Взаимопомощь, взаимоуважение, честность, доверие, ценность своего времени и времени других людей, осознание единой задачи и понимание того, что каждый человек ПИШ своим трудом делает значительный вклад в эту задачу должно являться базовыми принципами ПИШ. Не относись к другим людям так, как не хочешь, чтоб относились к тебе.
- Каждый человек ПИШ несет ответственность за то, что он делает, а ПИШ несет ответственность за то, что делают все люди ПИШ. Поэтому наши ошибки и наши победы — это результат совместного труда всех людей ПИШ. Мы осознаем, что ошибки каждого конкретного человека, могут создать множество проблем всему ПИШ. Поэтому мы должны их минимизировать и каждый из нас должен качественно и с ответственностью выполнять свою часть работы.
- Внутри себя мы беремся за сложные задачи, не всегда зная их решение вначале. Но мы уверены, что нашим общим трудом мы доведем их до конечного результата. Мы научимся тому, что мы не умеем, узнаем то, что мы не знали, разгадаем то, что было не известно.
- Мы честны с потребителями и заказчиками наших продуктов. Перед тем, как что-то делать мы честно говорим, что мы точно можем сделать сейчас (имея текущие ресурсы, знания и время), но при этом мы должны приложить все усилия, чтоб научиться и сделать больше и быстрее. При этом мы не исходим из принципа как проще, а прикладываем все наши ресурсы для той или иной задачи.
- Мы непрерывно изменяемся, улучшаем, учимся и развиваемся, придумывая что-то новое. Улучшения и изменения ПИШ требуют непрерывных изменений и улучшений от людей ПИШ и каждому человеку ПИШ дается возможность улучшать и совершенствовать себя, расти вместе с нами.
- Мы ошибаемся, но осознавая эти ошибки, мы их исправляем и двигаемся дальше, не допуская этих ошибок в будущем.

# Принципы ПИШ «Моторы Будущего»

- Мы анализируем ошибки окружающих и меняем себя, чтоб не совершать чужих ошибок.
- Мы осознаем, что наши ресурсы (люди, деньги, время, оборудование, помещения, партнеры) не безграничны, поэтому мы должны бережно относиться к ним и использовать их эффективно, осознавая, что все наши ресурсы являются нашими возможностями.
- Если мы приняли решение, то мы его выполняем. Нравится оно нам или нет.
- Каждый человек ПИШ качественно выполняет свою часть работы, а не пытается критиковать, как сделать лучше другим, не получив высокое качество в своих результатах.
- Мы указываем на ошибки друг друга, но не в кулуарах, а в открытую, не критикуя, а помогая друг другу в исправлениях этих ошибок.
- Мы осознаем, что ПИШ эта наша общая ценность, которой мы дорожим и развиваем вместе.
- Мы доверяем друг другу. Каждый человек ПИШ имеет право на реализацию своих идей и талантов. Обманывая друг друга мы теряем доверие.
- Каждый человек ПИШ должен приложить максимальные усилия, для решения общей задачи.
- Все наши проблемы должны решаться внутри нас.
- Время-самый ценный ресурс, поэтому то, что мы делаем, мы стремимся делать максимально быстро, с максимальным качеством.
- Если мы приняли решение, то мы его выполняем. Нравится оно нам или нет.
- Мы не ищем аргументы, чтоб не сделать что-то. Мы берем и делаем
- Все что мы говорим во внешний мир о нас, воспринимаются никак слова одного человека, а слова всего ПИШ. Если вы говорите о ПИШ, то Вы должны иметь представление о всей ситуации, обладать всей полнотой информации, быть уверенным в том, что она полностью правдива, быть готовым говорить за весь ПИШ и нести ответственность за всех людей ПИШ.
- Информация и знания, которую обсуждаем, используем и передаем никак не должна касаться личной жизни других людей. Мы занимаемся работой, а не сочинением сплетен.
- Все чему мы научились внутри ПИШ, весь опыт, который мы накопили– это общие знания ПИШ, которыми мы обязаны делиться с людьми ПИШ. Но чтобы ими делится мы должны быть уверены, что они достоверны и правдивы.
- Все полученные знания и опыт ПИШ должен быть формализован на бумаге.
- Любая идея любого человека ПИШ имеет право на реализацию. Но перед ее реализацией, идея должна быть продуманна и подвергнута критики
- ПИШ непрерывно улучшает качество жизни своих людей, создает им условия и среду, улучшает их материальное положение, развивает свою социальную политику, обеспечивает их безопасность и стабильность, делает возможным развитие каждого человека
- Все наши продукты и действия направлены на развитие и укрепление Российской Федерации.

# Спасибо за внимание!

ВКонтакте



Телеграм



Сайт



Передовая инженерная школа  
**Моторы Будущего**



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ  
И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Передовые  
инженерные  
школы



УФИМСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ