

# РОТОРНО-ДИСКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

УЛАВЛИВАНИЕ CO<sub>2</sub> ИЗ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Виталий Яшин, CBDO**  
vitaly.yashin@rotor-disk.tech  
+7(981) 974-01-71



# ЦЕЛЬ ПРОЕКТА:

Достичь низкой себестоимости улавливания  $\text{CO}_2$  на промышленных предприятиях для стимулирования углеродно-нейтральной экономики

2021

год основания проекта

<30\$

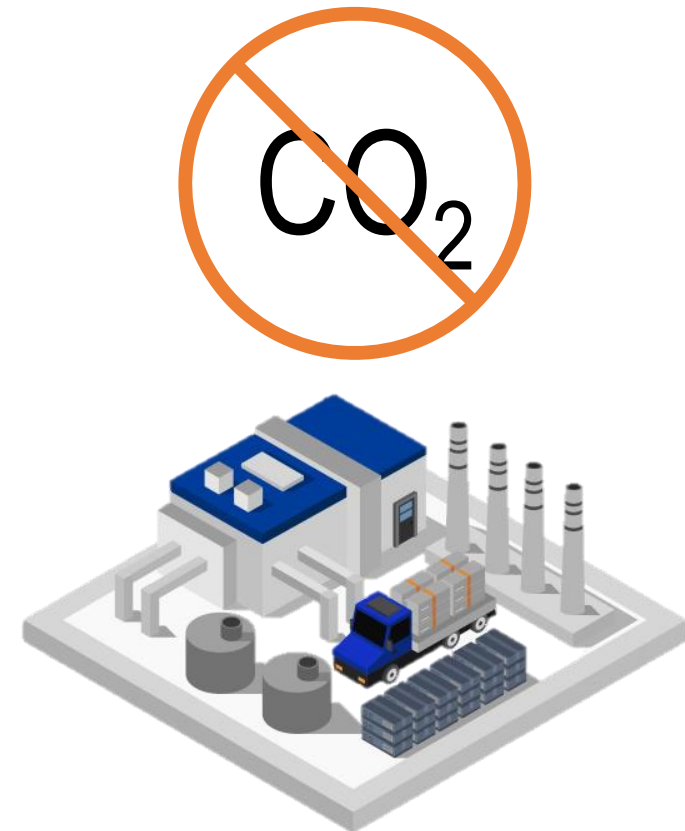
Планируемый показатель стоимость улавливания тонны  $\text{CO}_2$

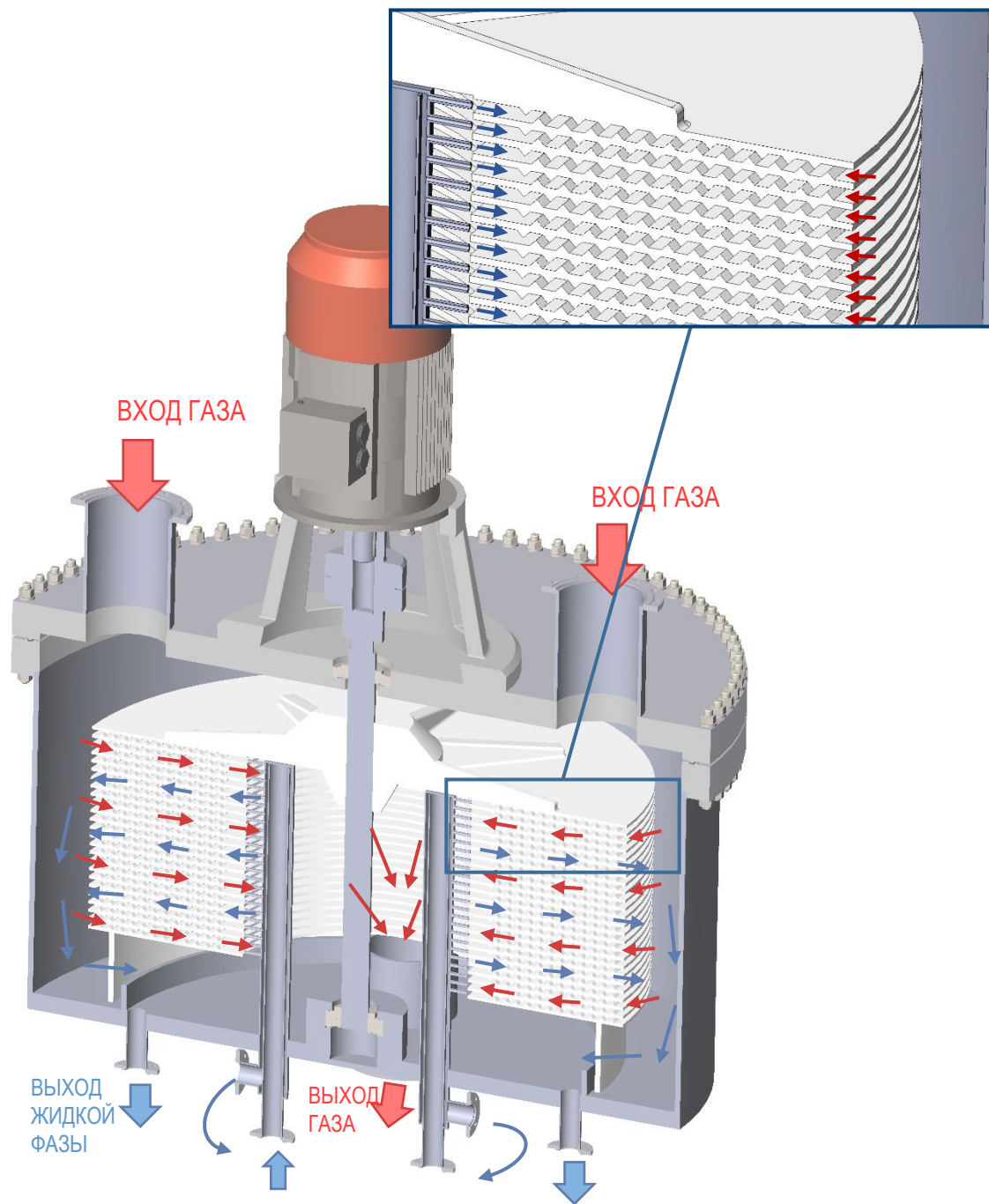
TRL4

Текущий технологический статус проекта

# СУТЬ ПРОЕКТА:

Разработка и коммерциализация технологии абсорбционной очистки дымовых газов с использованием роторно-дисковых аппаратов (РДА)





# ТЕХНОЛОГИЯ:

Запатентованный роторно-дисковый аппарат с контактными устройствами:



**Повышает** интенсивность взаимодействия газа и жидкости за счет использования центробежных сил



**Интенсифицирует** перенос массы за счет многократного диспергирования капель

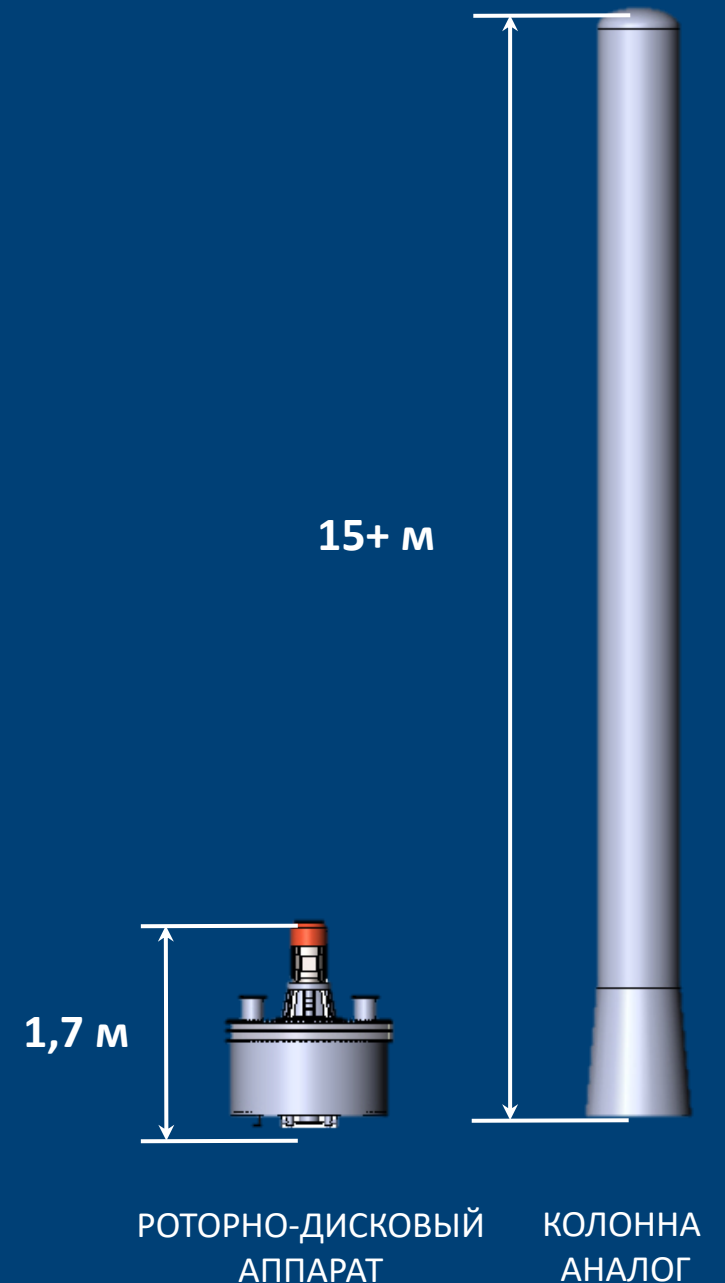


**Разделяет** процесс очистки на множество параллельных благодаря насадке из ряда одинаковых ячеек

# ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

Благодаря снижению размеров и металлоемкости аппарата появляются следующие выгоды:

- ✓ Быстрое и простое изготовление
- ✓ Легкая доставка
- ✓ Легкий монтаж и демонтаж
- ✓ Легко масштабировать проект
- ✓ Сниженный CAPEX и OPEX проекта



# СРАВНЕНИЕ СО СХОЖИМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ:

Ключевой показатель (коэффициент массопередачи) выше в три раза, чем у самого лучшего аналога

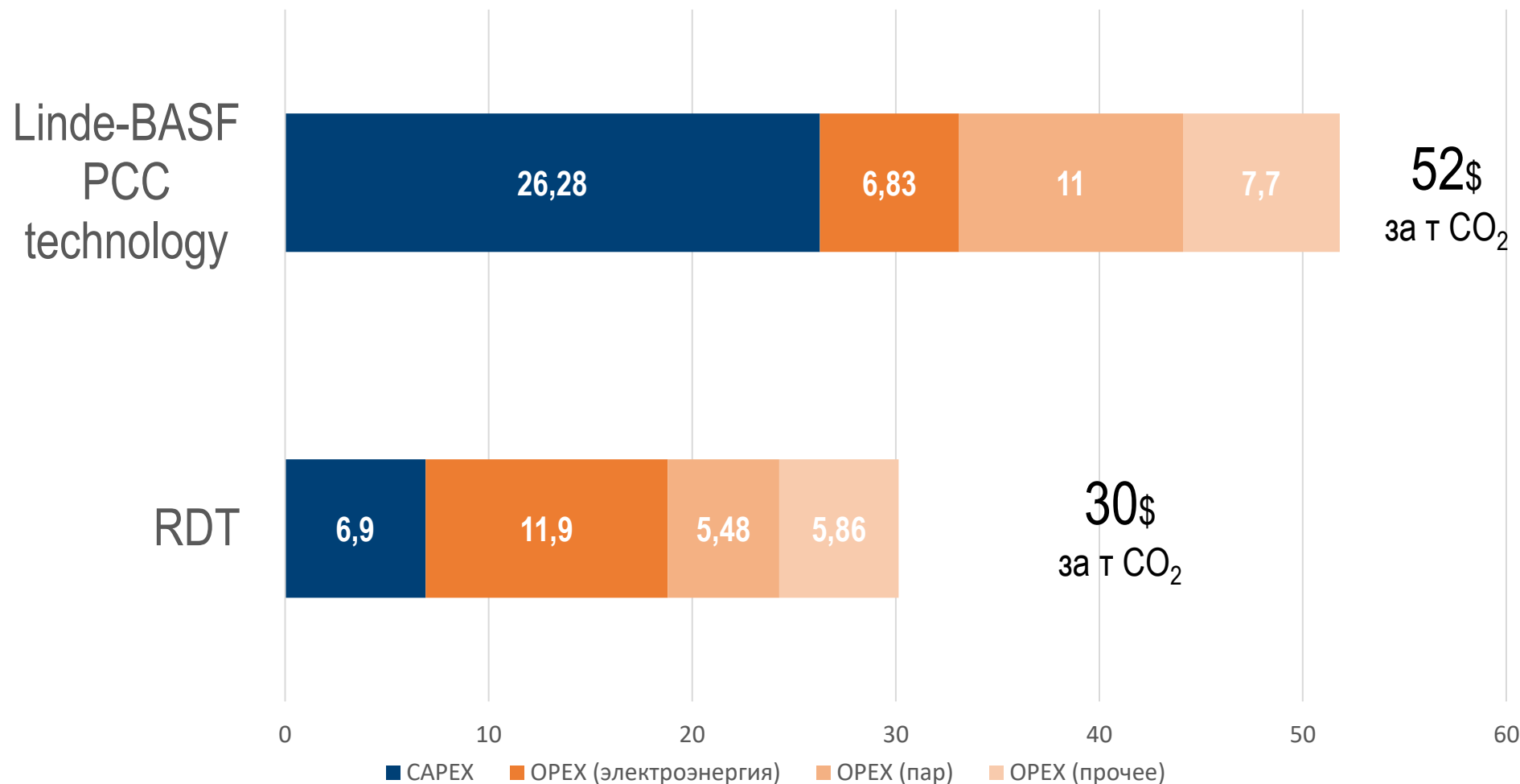
Параметры	Полый распыливающий абсорбер [1]	Колонна с кольцами Рашига [2]	Cross flow Rotating Packed Bed [3]	Роторно-дисковый аппарат
Расход газа, л/с	279,5	0,212	0,167	1,545
Расход жидкости, л/мин	4	2,4	0,2	0,19
Начальная концентрация CO <sub>2</sub> , ppm	450	28500	350	964
Конечная концентрация CO <sub>2</sub> , ppm	419	1840	30	814
Давление CO <sub>2</sub> , Па	46	2888	~18	98
Рабочий объём, л	4106	6,62	0,547	0,156
Коэффициент массо-передачи, K <sub>a</sub> , моль/(м <sup>3</sup> *с)	298	1 920	35 629	97 417

[1] Joshua K Stolaroff, David W Keith, Gregory V Lowry. Carbon dioxide capture from atmospheric air using sodium hydroxide spray Environmental Science & Technology, 2008.

[2] T. Carisle, T. Ivey, S. York Absorption of Carbon Dioxide by a Sodium Hydroxide Solution in a Packed Tower ChE 414 Winter 2005.

[3] Lin, Chia-Chang & Lin, Han-Tsung. (2013). Removal of Carbon Dioxide from Indoor Air Using a Cross- Flow Rotating Packed Bed. Energy Procedia. 37. 1187-1193.

# СРАВНЕНИЕ ПО СЕБЕСТОИМОСТИ УЛАВЛИВАНИЯ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА:



ПРИ УСЛОВИИ:

- Единая стоимость утилит
- Одинаковая концентрация (3,5%) и объем CO<sub>2</sub>

ЗАМЕТКА:

- При повышении концентрации эффективность РДА возрастает, а удельные затраты на электроэнергию уменьшаются

# СРАВНЕНИЕ С СУЩЕСТВУЮЩИМИ РЕШЕНИЯМИ:

Более широкая область применения и гибкость решения повышают доступность технологии для разных отраслей

Технология улавливания CO <sub>2</sub>	Себестоимость, \$/т CO <sub>2</sub>	TRL	Степень извлечения CO <sub>2</sub>	Компактность	Неприхотливость к смене газа
Роторно-дисковые технологии	<30	4	<99%	ДА	ДА
Аминовая колонная очистка	30-50	9	<99%	НЕТ	ДА
Мембранные технологии	50	6-7	50-60%	чаще НЕТ	НЕТ



# РЫНОК УЛАВЛИВАНИЯ CO<sub>2</sub>:

Глобальный рынок улавливания и утилизации CO<sub>2</sub> достигнет **7 млрд долларов к 2030 году**

---

Ежегодный **рост составит 13,8%** (2021-2030)

---

Совокупный размер трансуглеродного налога для российских экспортеров может составить примерно **4 млрд долларов уже с 2026 года**

1-<https://www.alliedmarketresearch.com/carbon-capture-and-utilization-market-A12116>

2-Outlook Boston Consulting Group, 2020

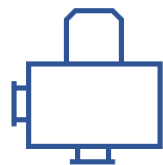






# БИЗНЕС-МОДЕЛЬ:

Проект планирует получать прибыль от продажи лицензий, экспертного сопровождения строительства и послепродажного обслуживания:



**Реализация роторно-дисковых аппаратов ЕРС-подрядчикам**

Стоимость РДА = лицензия + себестоимость



**Инжиниринг и сервисное обслуживание, поставка запасных частей**

# ЦЕПОЧКА ПОСТАВОК:



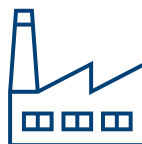
**Производители корпуса, двигателей и др.**

Лидеры в отрасли, аккредитованные у ЕРС-подрядчика



**МИКРОФАБРИКА «Роторно-дисковых технологий»**

Производство контактных устройств и пэкидж аппаратов



**Объект клиента**

Монтаж, пусконаладка силами ЕРС-подрядчика



# МИКРОФАБРИКИ:

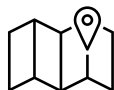
Рядом с каждым заказчиком/заказчиками, где требуется улавливать более 1 млн тонн CO<sub>2</sub>. Легко открыть и администрировать.



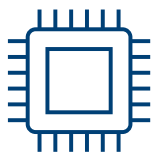
**3 человека –**  
постоянный персонал



**100 кв.м –** площадь  
микрофабрики



**Рядом с городом**  
(транспортная доступность)



## **3D-печать, либо отливка контактных устройств**

Для оперативной замены



## **Ремонт или переработка контактных устройств**

Для создания экономики замкнутого цикла



## **Склад ЗИП для оперативной замены**

Двигатели, подшипники, уплотнители



## **Сборка (пэкидж) аппаратов**

При старте нового проекта



# ПРЕДИКТИВНОЕ ПО:

## РДА №45: ВСЕ СИСТЕМЫ РАБОТАЮТ В ШТАТНОМ РЕЖИМЕ

ДВИГАТЕЛЬ:  
СЛЕДУЮЩАЯ ЗАМЕНА  
ЧЕРЕЗ

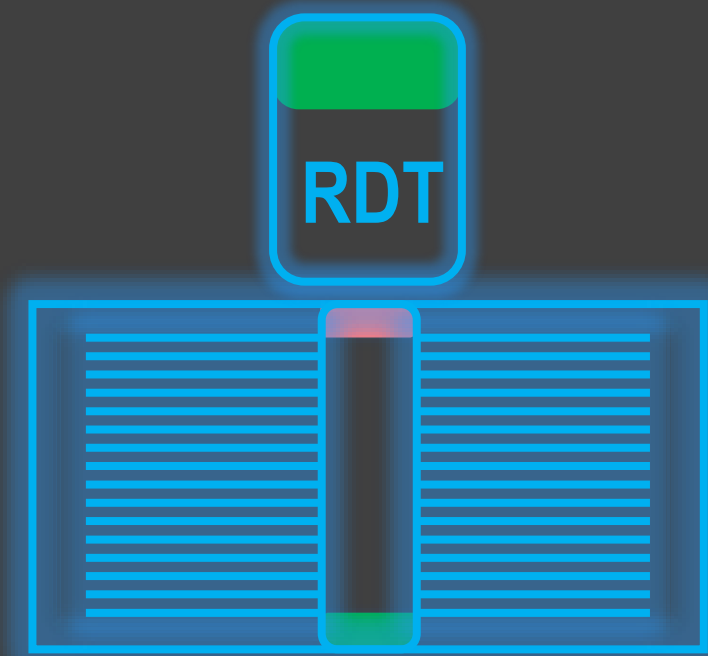
**16 000** ЧАСОВ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ:

**99%**

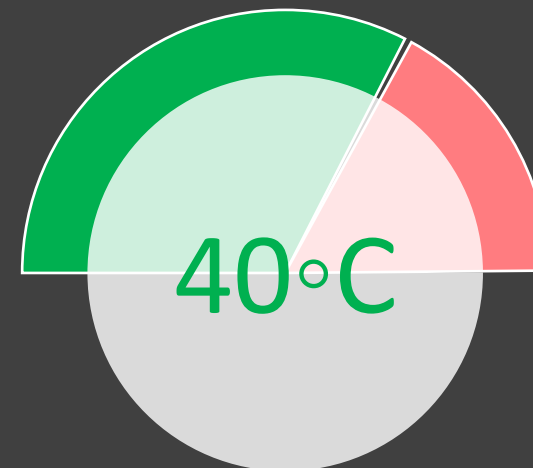
СОБРАНО CO<sub>2</sub>:

**500** ТЫС. ТОНН



УРОВЕНЬ ВИБРАЦИИ  
**В НОРМЕ**

ТЕМПЕРАТУРА  
ПОДШИПНИКА



ДАТА: 4.11.2021, ДАВЛЕНИЕ В АППАРАТЕ: 1,6 МПА, СКОРОСТЬ ВРАЩЕНИЯ: 2 М/С

# КОМАНДА ПРОЕКТА:



**АНДРЕЙ УТЁМОВ, CEO**

- Основатель проекта
- Опыт по разработке инженерных 3D-моделей технологических объектов нефтепереработки
- Опыт конструкторской деятельности по разработке аппаратов химической промышленности



**АЛЕКСАНДР УТЁМОВ, CTO**

- Опыт по разработке исследовательских и лабораторных стендов для ряда проектов в нефтехимической промышленности
- Опыт проведения испытаний в области катализаторов, процессов нефтепереработки



**ВИТАЛИЙ ЯШИН, CBDO**

- Участие в организации порядка 80 испытаний российской продукции на промышленных объектах
- Организация конкурентной закупки 40+ видов новой российской продукции
- Привлечено ~6 млрд руб. инвестиций

# МЕНТОРЫ:



**ДМИТРИЙ СЛАДКОВСКИЙ,  
TECHNICAL ADVISOR**

Эксперт в области пусконаладочных работ пилотных и промышленных установок, а также оптимизации процессов нефтепереработки на российских и зарубежных предприятиях



**АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ ВЕРИГИН,  
SCIENTIFIC ADVISOR**

Заведующий кафедрой мехатронных технологических комплексов СПбГТИ(ТУ). Более 250 научных публикаций, из которых около 45 по тематике рассматриваемого проекта.



# ДОРОЖНАЯ КАРТА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

## ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА

(2021 г.)



- ✓ Экспериментально **подтверждена эффективность абсорбера**
- ✓ Полученная **интенсивность очистки выше, чем у других решений**
- ✓ Конфигурация насадки **совпадает с промышленной**

## ИСПЫТАНИЯ НА СТЕНДЕ

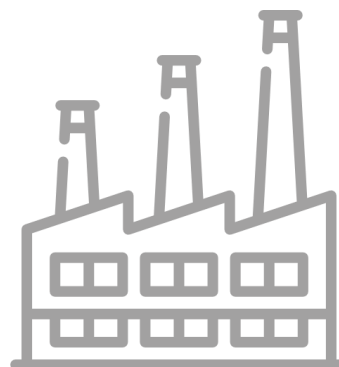
(2021 - I-II кв. 2022 гг.)



- ✓ Определен состав оборудования стенда и составлена программа испытаний
- ❑ Ведется строительство стенда для отработки гипотез **для выхода на пилотный проект**

## ПИЛОТ+ПЕРВАЯ МИКРОФАБРИКА

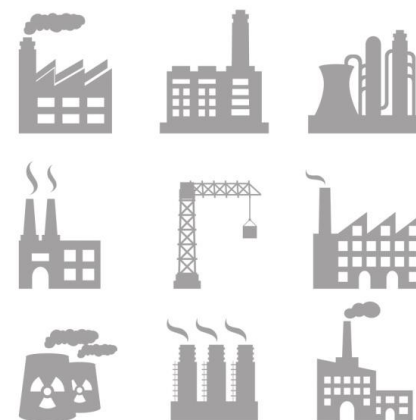
(2023 г.)



- ✓ Получена **предварительная заинтересованность** от пяти заказчиков по проведению пилотного проекта
- ❑ **Требуется экспериментально подтвердить гипотезы**, позволяющие масштабировать проект

## МАСШТАБИРОВАНИЕ

(2023+ гг.)



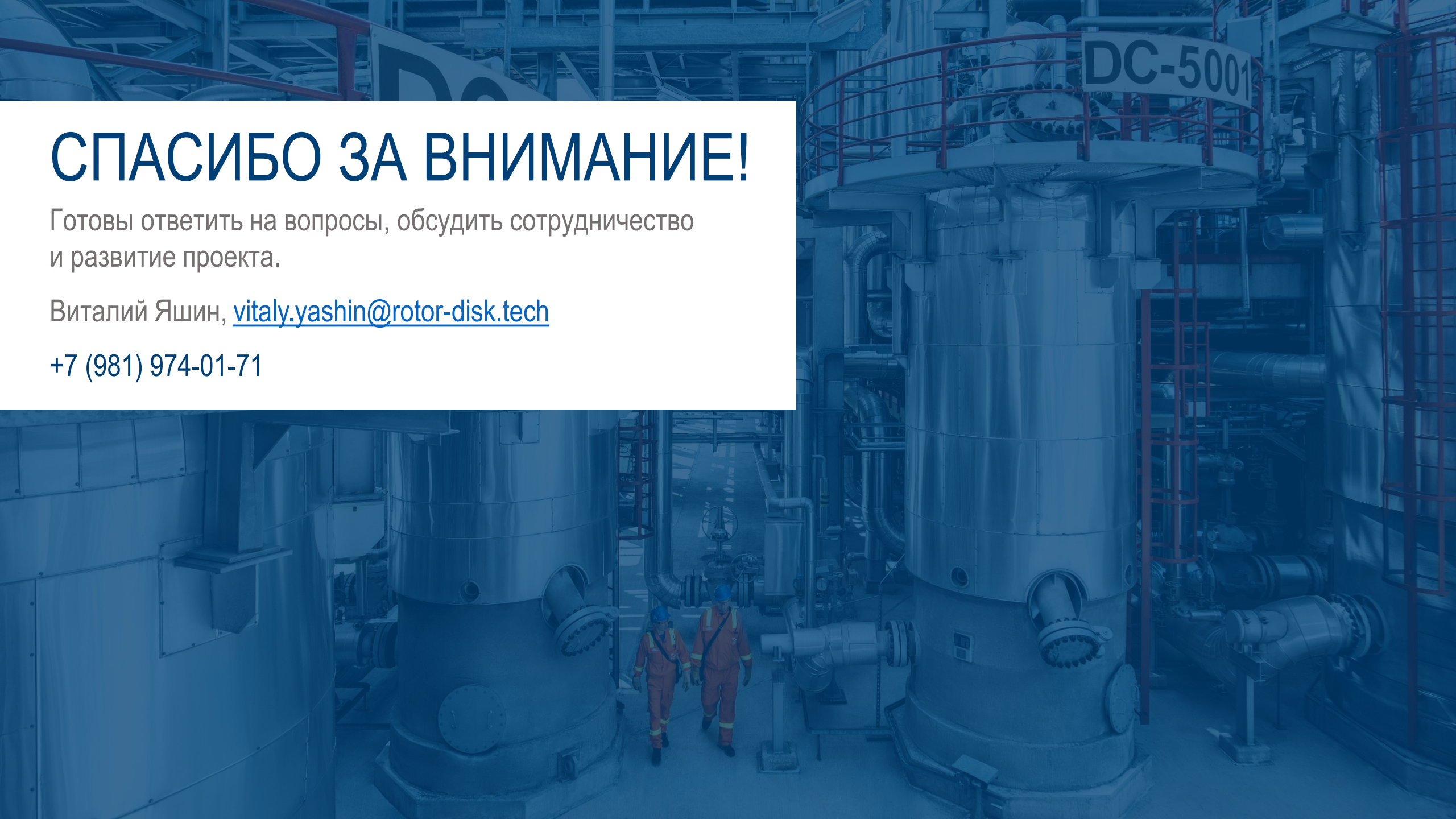
- ✓ Получена **предварительная заинтересованность** в партнерстве с точки зрения утилизации CO<sub>2</sub>
- ✓ Получена **предварительная заинтересованность** в партнерстве от международного EPC-подрядчика

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Готовы ответить на вопросы, обсудить сотрудничество  
и развитие проекта.

Виталий Яшин, [vitaly.yashin@rotor-disk.tech](mailto:vitaly.yashin@rotor-disk.tech)

+7 (981) 974-01-71





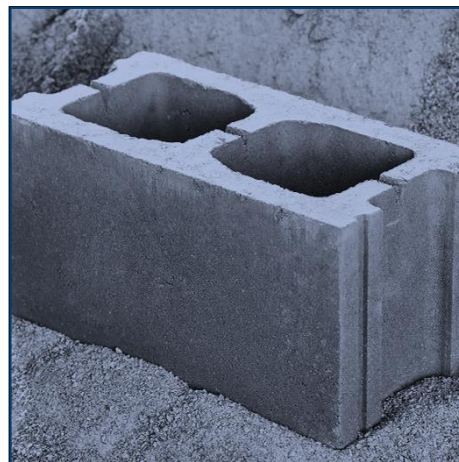
# ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ

Идет поиск потенциальных партнеров для пилотного проекта на промышленном объекте



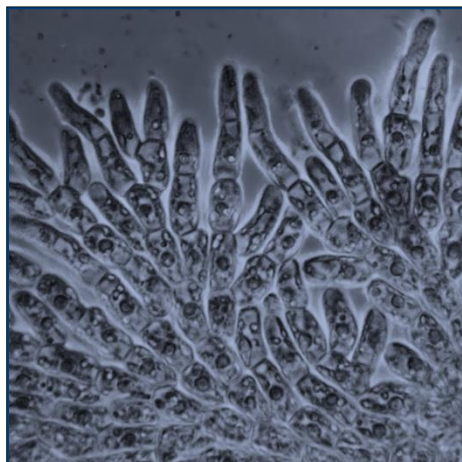
**ЗАКАЧКА В ПЛАСТ ДЛЯ  
УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ**

✓ ПАРТНЕР НАЙДЕН



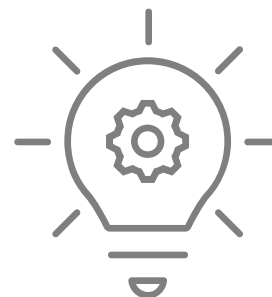
**КАРБОНИЗАЦИЯ В  
СТРОЙМАТЕРИАЛЫ**

ПОИСК ПАРТНЕРА



**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РОСТА  
ВОДОРΟΣЛЕЙ**

ПОИСК ПАРТНЕРА



**ДРУГИЕ НАПРАВЛЕНИЯ (СИНТЕЗ  
ХИМ.МАТЕРИАЛОВ И Т.П.)**

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ