ПРОЕКТ

# Разработка плазмохимического метода получения нанокристаллической целлюлозы

*Экологичная альтернатива кислотному гидролизу*

**Команда проекта:**

Жуков В., Гудкова В., Зимина М., Гильденштерн М., Архипцева А.

Москва, 2026 г.

# 2 ПРОБЛЕМА

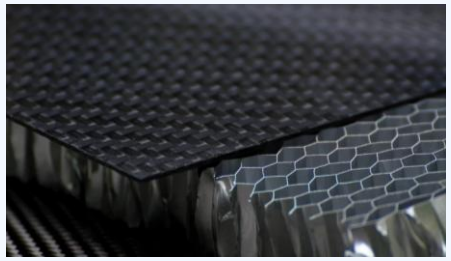
Разным отраслям нужны биополимеры с **целевыми функциональными** свойствами. Современные технологии их получения – сложные, дорогой и длительный процесс.

## Каждое применение требует **определенных** свойств

### Упаковка

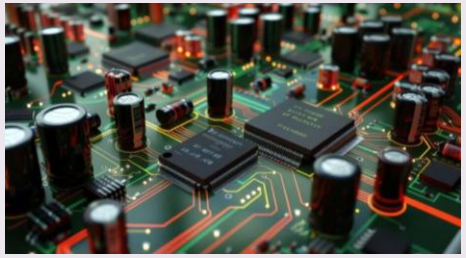
- ✓ Антибактериальность,
- ✓ Барьерные свойства,
- ✓ Гидрофобность.

### Композиты



- ✓ Высокая адгезия,
- ✓ Повышение прочности,
- ✓ Снижение массы.

### Электроника



- ✓ Функциональная поверхность,
- ✓ Контролируемая проводимость,
- ✓ Гибкость и легкость.

## Ограничения существующих методов

- Многостадийность
- Сложность и низкая гибкость
- Экологическая нагрузка
- Длительность и высокая стоимость

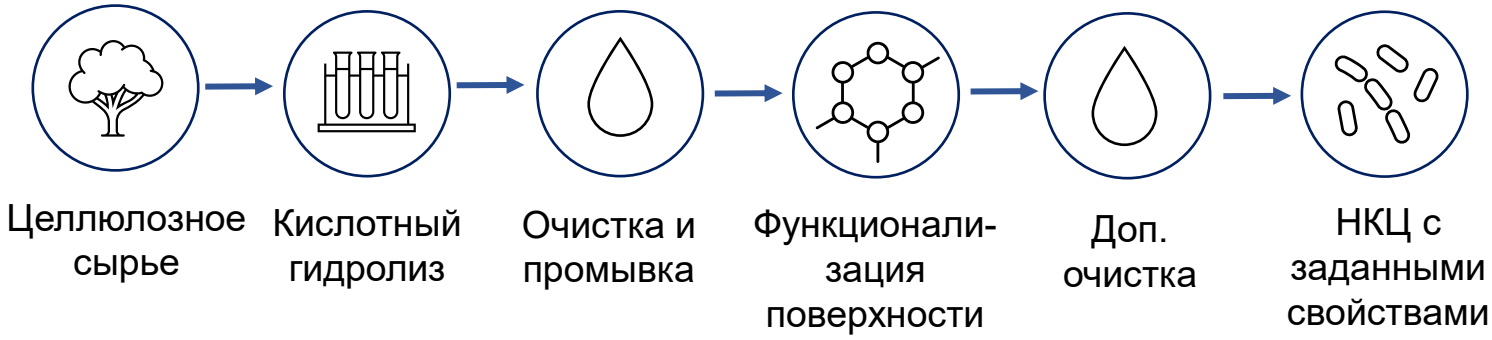
**4+** стадий получения и функционализации биополимера традиционными методами.

**Рынку необходима технология**, которая позволяет быстро и экологично получать биополимер с заданными свойствами под конкретные задачи.

# 3 РЕШЕНИЕ

Плазмохимическая технология получения нанокристаллической целлюлозы (НКЦ) с заданными свойствами (функционализация)

## Традиционный подход




4+ стадий

## Наш подход

**Получение и функционализация за один процесс**

**1 стадия**

**Одностадийность**

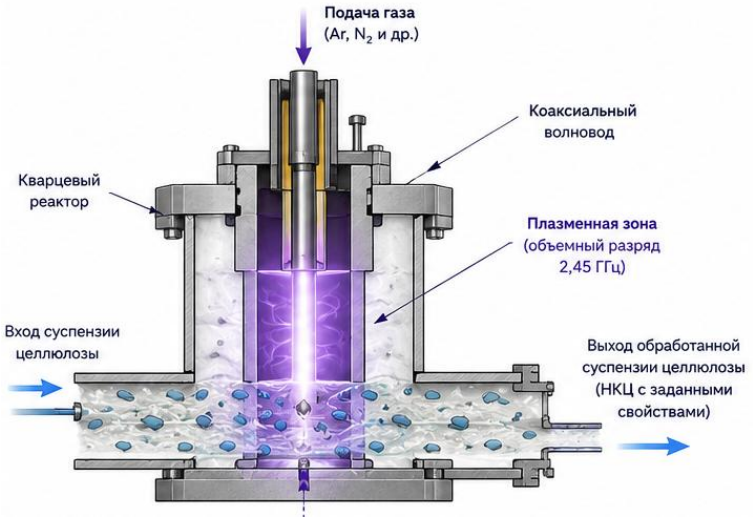
**Управляемые свойства**

**Экологичность**

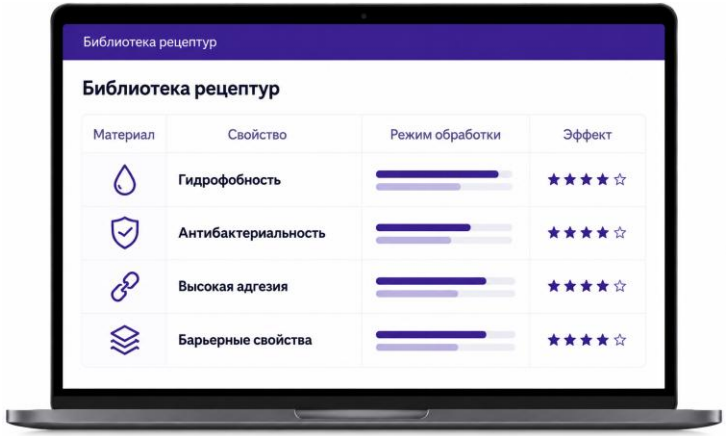
# 4 ПРОДУКТ

## Платформа плазмохимической функционализации биополимеров

### УСТАНОВКА
плазмохимической обработки




### БИБЛИОТЕКА «РЕЦЕПТУР»
технологических режимов




### СЕРВИС
и техническая поддержка

**НКЦ с заданными свойствами**

- Гидрофобность
- Антибактериальность
- Высокая адгезия
- Барьерные свойства

# 5 РЫНОК

## Функционализированная НКЦ – ключевая добавка для материалов нового поколения

Мировой рынок наноцеллюлозы

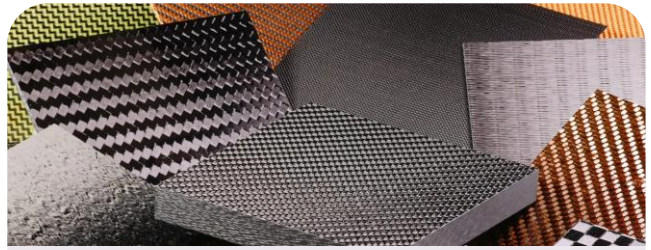
**>1** млрд $ | CAGR **18-20%**

### УПАКОВКА

- Барьерные,
- антибактериальные,
- биоразлагаемые покрытия.

Рынок экологичной упаковки

≈ 300 млрд $ | CAGR **7-8%**

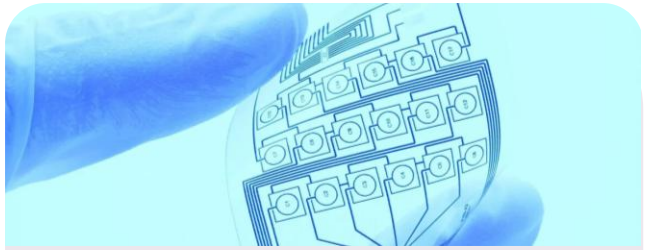


### КОМПОЗИТЫ

- Армирующие наполнители,
- Легкие и прочные материалы.

Рынок композитов

≈ 100 млрд $ | CAGR **7-8%**



### ГИБКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

- Гибкие подложки,
- Сенсоры,
- Дисплеи.

Рынок гибкой электроники

≈ 30 млрд $ | CAGR **10-11%**

### Почему рынок растет?

1. Тренд на экологию,
2. Рост числа новых технологий,
3. Спрос на функциональные материалы.

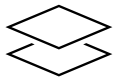
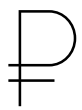
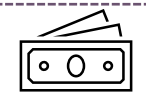
### Количество – не главное!

НКЦ используется как **функциональная добавка** в концентрациях **0,1-5%** от массы конечного материала.

## Стратегия выхода на рынок

1. **Упаковка и покрытия**
   Наибольшая близость к коммерциализации
2. **Композитные материалы и полимеры**
   Расширение продуктовой линейки
3. **Электроника и сенсоры**
   Высокомаржинальные продукты

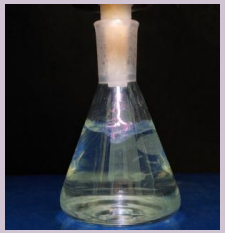
# 6 КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

| | Параметр | Кислотный гидролиз (1 модуль) | Ферментативный гидролиз (1 модуль) | Наш метод (1 модуль) |
|---|---|---|---|---|
| | Время процесса | 2-4 часа | 24-48 часов | 15-60 минут |
| | Производительность 1 модуля | 200-500 г/сутки | 30-80 г/сутки | 50-70 г/сутки |
|  | Количество стадий | 3-5 | 3-4 | 1 |
| | Концентрированные реагенты | Да | Нет | Нет |
|  | Эксплуатационные затраты | 3-10 тыс. руб./сутки | 2-7 тыс. руб./сутки | 1-2 тыс. руб./сутки |
|  | Стоимость 1 модуля | От 450 тыс. руб. | От 3 млн. руб. | 500-700 тыс. руб. |

# 7 БИЗНЕС-МОДЕЛЬ

## Как мы зарабатываем

**1. Продажа установок**



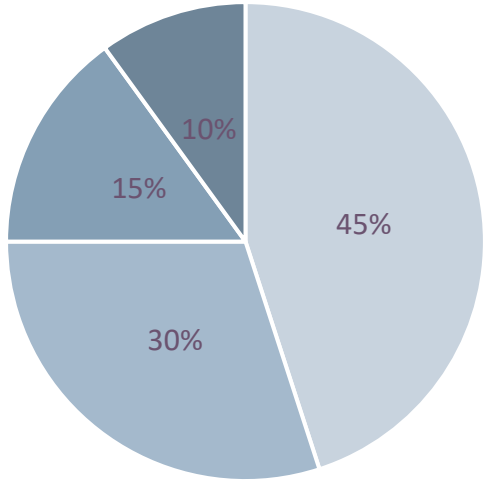
**2. Контрактная разработка**

**3. Малотоннажная химия**

**4. Сервис и сопровождение**

## Возможные потребители

| | |
|---|---|
| Упаковка | АРХБУМ ГОФРОДИВИЗИОН, ИЛИМ, segezha group |
| Композитные материалы | ЮМАТЕКС ТЕРМО, АэроКомпозит, АО «Препрег-СКМ» |
| Электроника | mikron, НМ-ТЕХ, РОСЭЛ |
| Медицина (долгосрочно) | BIOCAD 25, Generium Pharmaceuticals, Р-ФАРМ Инновационные технологии здоровья |




- **45%** — Малотоннажная продукция
  Маржинальная часть бизнеса
- **30%** — Контрактная разработка
  Разработка под задачи заказчика
- **15%** — Продажа установок
  Разовые продажи оборудования
- **10%** — Сервис и сопровождение
  Долгосрочные отношения с клиентами

# 8 ДОРОЖНАЯ КАРТА

**2026** — Оптимизация режимов обработки

**2027** — Разработка лабораторного регламента

**2028** — Разработка проточного реактора

**2029** — Пилотные испытания

**2030** — Выход на рынок, первые продажи

## Наша конечная цель

Создание технологической платформы получения и функционализации различных материалов.

## Долгосрочная перспектива

- Коммерческое производство проточных модулей
- Расширение линейки функциональных материалов
- Вклад в развитие экологичных материалов
- Выход на международные рынки

# 10 ЗАПРОС

## Индустриальные партеры

Для проведения пилотных испытаний в применимых отраслях.

Компании и предприятия, заинтересованные в новых функциональных материалах и технологиях.

## Инфраструктура

Для комплексной характеризации структуры и свойств материала.

ПЭМ, СЭМ, РФА, FTIR, DLS, XPS, TGA, исследования антибактериальной активности.

Партнеры с современным оборудованием и возможностью совместных исследований.

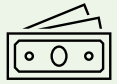
## Усиление команды

Для ускорения разработки и выхода технологии на рынок.

Открыты к сотрудничеству и привлечению профильных специалистов.

## ЧТО МЫ ПРЕДЛАГАЕМ ПАРТЕРАМ

| | | | |
|---|---|---|---|
| Уникальная технология с высоким потенциалом масштабирования | Научный задел и подтвержденная методика на хитозане | Возможность первенства на быстрорастущем рынке | Готовность к совместной работе и пилотным проектам |

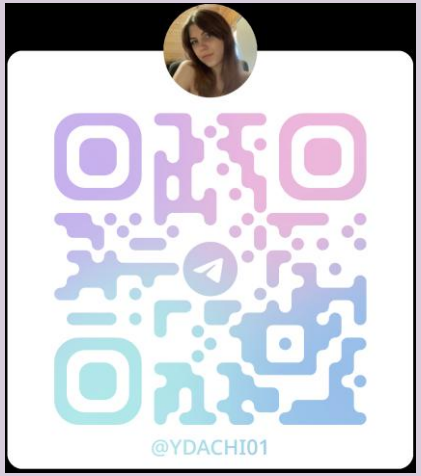


## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Открыты к обсуждению грантового или инвестиционного финансирования проекта.

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Контакты:
masha.zimina1014@gmail.com



# План реализации

## Этап НИР

| Виды работ | Длительность, мес. | Стоимость, тыс.руб. |
|---|---|---|
| **Определение концентраций активных форм** в зависимости от режимов работы разряда | 2 | 500 |
| **Исследование влияния параметров СВЧ-разряда** на морфологию и свойства наноцеллюлозы | 5 | 700 |
| **Установление роли** активных форм в процессе получения модифицированной целлюлозы | 2 | 300 |
| **Оптимизация режимов** для получения продукта с заданными свойствами | 4 | 600 |
| Характеризация продукта и апробация образцов в разных отраслевых применениях | 5 | 900 |
| **Итог** | **18** | **3000** |

## Этап ОКР

| Виды работ | Длительность, мес. | Стоимость, тыс.руб. |
|---|---|---|
| **Разработка лабораторного регламента** производства нанокристаллической целлюлозы | 4 | 2500 |
| **Масштабирование технологии** для выпуска опытно-промышленных партий | 6 | 3500 |
| **Адаптация режимов** | 4 | 3000 |
| **Разработка методик контроля качества** и стандартизации продукта | 4 | 3000 |
| **Итог** | **18** | **12000** |

## Запрос к акселератору МИФИ

### Экспертная поддержка

- Построение бизнес-модели проекта
- Разработка финансово-экономической модели
- Оценка рыночного потенциала и стратегия выхода на рынок

### Инфраструктура

- Доступ к оборудованию и технологическим мощностям НИЯУ МИФИ
- Возможность масштабирования разработки
- Использование лабораторных и пилотных установок

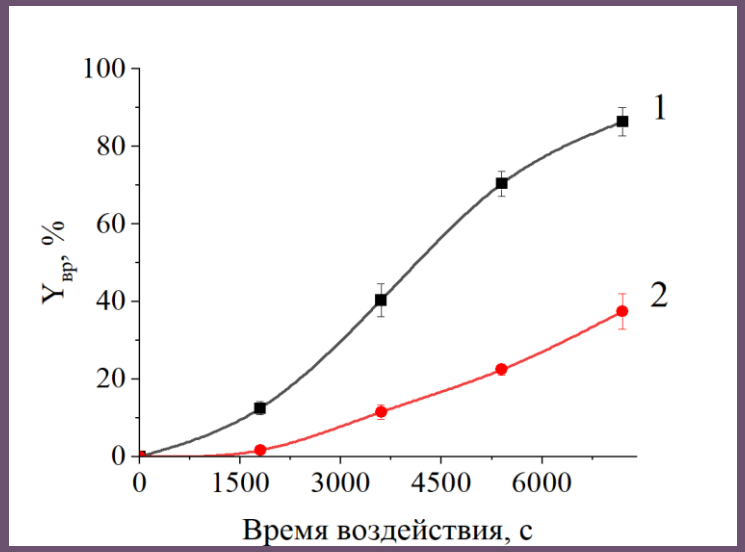
### Индустриальные партнеры

- Производители упаковок для пищевой промышленности
- Фармацевтические компании для пилотных испытаний
- Потенциальные заказчики для тестирования продукта

# 07 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЗАДЕЛ

## Уже достигнуто

- Принцип технологии подтвержден на хитозане (структурный аналог).
- Снижена молекулярная масса хитозана (170 → <10 кДа).
- Определены концентрации АФА/АФК в жидкости.
- Наличие оборудования.
- Сформирована команда.




Кинетика образования низкомолекулярных фракций хитозана

Контроль

Раствор модифицированного хитозана

## Уровень готовности

# TRL 3-4

Осуществляются предварительные эксперименты на целлюлозе, анализируется влияние разряда на структуру.