



## **PHY2782 - СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАУК О МАТЕРИАЛАХ И ПРОЦЕССАХ**

### **3-Лекция**

### **Проблемы перевода современных материалов и технологий из лабораторий в промышленность**

7M07103 – Материаловедение и технология новых материалов

5 кредитов (2/0/1/2)

Семестр: 3, весенний, 2025-2026 учебный год

Лектор: Керимкулова Алмагуль Рыскуловна – к.х.н., ассоц.профессор

# Цели и задачи презентации



## Трансфер технологий

Определить ключевые этапы процесса трансфера технологий и их специфику в области материаловедения.



## Барьеры масштабирования

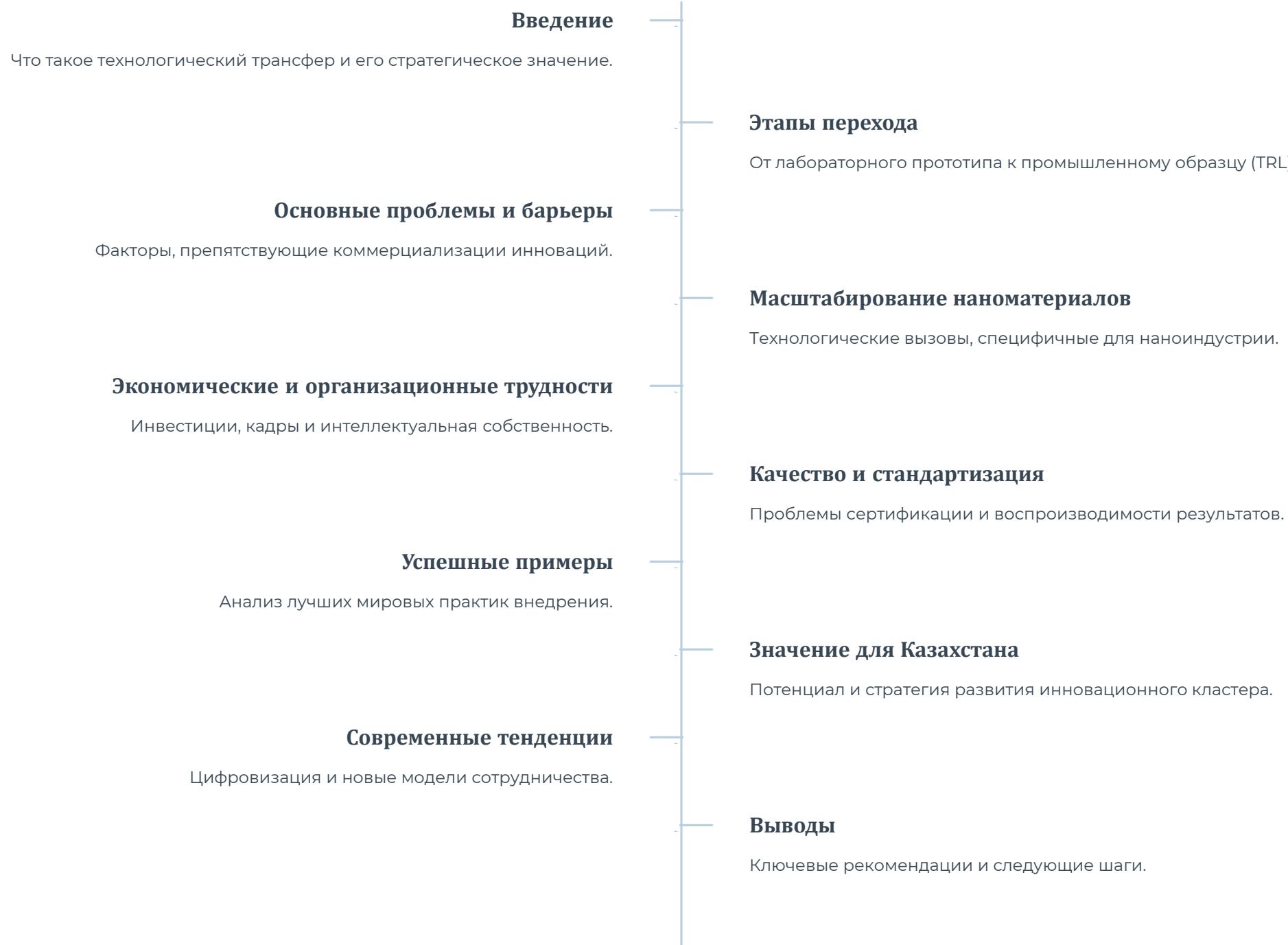
Выявить основные причины, замедляющие или останавливающие масштабирование (особенно для наноматериалов).



## Примеры и опыт

Проанализировать примеры успешных и неудачных внедрений и извлечь уроки.

# Содержание лекции: Наш путь от фундаментальной науки до производства



# Введение: Что такое технологический трансфер?

Технологический трансфер (ТТ) — это **систематический процесс передачи** знаний, технических навыков, образцов и патентов от первоисточника (университет, НИИ, лаборатория) к коммерческому пользователю (промышленное предприятие, стартап). Этот процесс является критически важным звеном между наукой и экономикой.

## Ключевая цель

ТТ направлен на [превращение фундаментального научного открытия](#) в конкурентоспособный и масштабируемый коммерческий продукт или услугу.

## Области применения

Наибольшее значение ТТ имеет в высокотехнологичных отраслях: современное материаловедение, биотехнологии, информационные технологии и [нанотехнологии](#).

**Исследование**

**Прототип**

**Пилотное производство**

**Готовый продукт**



# Этапы перехода от лаборатории к производству (TRL)

Для оценки зрелости технологии используется шкала **Technology Readiness Levels (TRL)**, разработанная NASA и широко используемая Еврокомиссией. Она помогает определить риски и необходимый объем инвестиций на каждом этапе.



Процесс перехода через эти уровни нелинейен и часто включает возврат на предыдущие стадии для доработки.

# Основные проблемы и барьеры: «Долина смерти» инноваций

Главным препятствием является так называемая «Долина смерти» (Innovation Valley of Death) — период между успешным лабораторным прототипом (TRL 3-4) и привлечением крупного промышленного инвестора (TRL 7-8).

- **Финансовый разрыв:** Острый недостаток инвестиций и венчурного капитала на стадии пилотного масштабирования, когда риски уже высоки, а коммерческая выгода еще не очевидна.
- **Технологический скачок:** Сложность перехода от микро- или наномасштаба к промышленным объемам, требующим кардинально иного оборудования и контроля.
- **Инфраструктурные ограничения:** Отсутствие доступной и адекватной инфраструктуры для проведения полупромышленных испытаний и отработки технологии.
- **Культурный барьер:** Несогласованность и отсутствие взаимопонимания между научным сообществом (фокус на публикации) и промышленниками (фокус на рентабельность и стабильность).



«Переход через Долину смерти в инновациях материалов требует не только финансовых вливаний, но и стратегического партнерства, сочетающего научную гибкость и промышленную строгость» — Nature Materials, 2021.

# Специфические проблемы масштабирования наноматериалов

Нанотехнологии, обладая огромным потенциалом, сталкиваются с уникальными трудностями при масштабировании, которые часто связаны с фундаментальными физико-химическими процессами.

## Неоднородность

При увеличении объема синтеза наноструктуры теряют однородность. Меняется размер частиц, форма и удельная поверхность, что критически влияет на свойства конечного продукта.

## Контроль параметров

Чрезвычайная чувствительность синтеза к изменениям температуры, давления и атмосферы, которые сложно поддерживать в крупнотоннажных реакторах.

## Тип оборудования

Фундаментальное различие между малыми лабораторными реакторами (идеальные условия перемешивания) и промышленными установками (зональность, градиенты).

Например, синтез нанотрубок из диоксида титана ( $TiO_2$ ) или дисульфида молибдена ( $MoS_2$ ) — перспективных материалов для фотокатализа — часто приводит к потере их уникальной морфологии при переходе на пилотные объемы, снижая их эффективность.



# Экономические и организационные трудности

## → Высокая капиталоемкость

Значительная стоимость промышленного оборудования, требующего больших энергозатрат и специализированного обслуживания.

## → Стимулы и риски

Отсутствие достаточных стимулов и механизмов для промышленных партнеров, чтобы взять на себя риски внедрения непроверенных технологий.

## → Кадровый дефицит

Недостаточная подготовка кадров (инженеров-технологов, способных работать на стыке науки и производства) и низкая мобильность специалистов.

## → Интеллектуальная собственность

Сложность патентования и защиты прав интеллектуальной собственности, особенно на международных рынках, что отпугивает инвесторов.

Отчет Всемирного банка (2020) подчеркивает, что укрепление связей в инновационной экосистеме (университеты ↔ промышленность ↔ государство) является ключевым фактором для снижения организационных барьеров.

# Качество, стандартизация и сертификация в наноиндустрии

Успешный вывод материала на рынок невозможен без доказательства его стабильности, безопасности и воспроизводимости свойств. В области наноматериалов это остается острой проблемой.

## Отсутствие единых стандартов

В отличие от традиционных материалов, для многих наноматериалов отсутствуют общепринятые международные стандарты (ISO, ASTM) и четкие методики контроля качества.

## Проблема воспроизводимости

Результаты, полученные в одной лаборатории, часто оказываются **невоспроизводимыми** в других, что подрывает доверие потенциальных партнеров.

## Сертификация безопасности

Критически важна разработка надежной системы токсикологической и экологической сертификации наноматериалов, особенно для их применения в биомедицине, пищевой промышленности и экологии.

Международные организации, такие как ISO, разрабатывают технические отчеты (например, ISO/TR 19716:2021) для руководства по промышленному внедрению, но процесс идет медленно, что создает правовую неопределенность.



# Ключевые выводы и дальнейшие шаги

Для успешного преодоления «Долины смерти» и коммерциализации материалов в Казахстане необходимо системное вмешательство и стратегическое планирование.



## Усилить финансирование TRL 4–7

Создание специализированных венчурных фондов и грантовых программ, ориентированных именно на стадию пилотного масштабирования, а не только на фундаментальные исследования.



## Развитие центров прототипирования

Создание сети доступных центров совместного пользования (Pilot Plants) для отработки технологий и предоставления промышленникам низкорискового доступа к инновациям.



## Принятие национальных стандартов

Ускорение работы по гармонизации национальных стандартов (СТ РК) с международными (ISO/ASTM) для наноматериалов, обеспечивая прозрачность и безопасность.

## Список литературы

- *Nature Materials* (2021). “Crossing the Valley of Death in Materials Innovation.”
- *Journal of Nanomaterials* (2022). “Challenges in Scaling Up Nanomaterial Production.”
- *OECD Report* (2023). “Innovation and Technology Transfer.”
- *World Bank* (2020). “Barriers to Technology Commercialization.”
- *ISO/TR 19716:2021*. “Nanotechnologies — Guidance for industrial implementation.”
- МЦРИАП РК. *Национальный инновационный отчет Казахстана, 2024*.