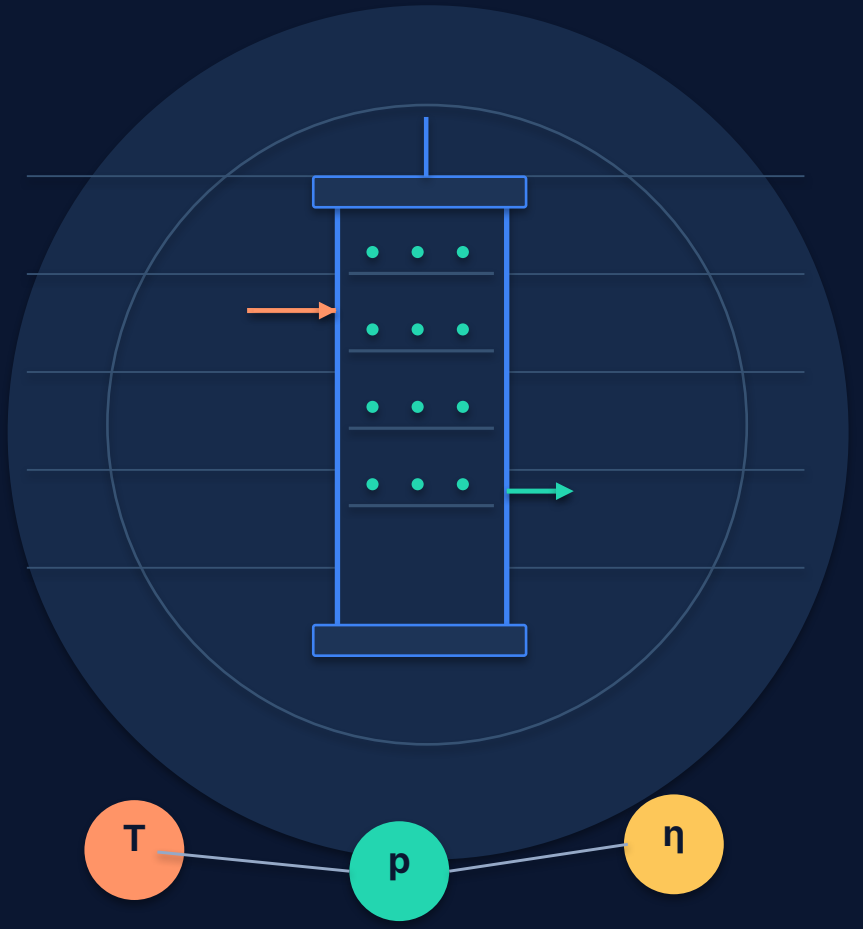
КУРС • 10 ЛЕКЦИЙ

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

ЛЕКЦИЯ 01

Моделирование и виды моделей



Материальные и мысленные модели • физические образы • математическое описание

Почему технологический процесс исследуют на модели?

Промышленный эксперимент часто дороже и рискованнее испытания модели.

01

НЕПРЕРЫВНОСТЬ

Изменение действующей линии может потребовать остановки производства.

02

ЭКОНОМИКА

Остановка крупнотоннажной установки снижает выпуск продукции.

03

БЕЗОПАСНОСТЬ

Высокие температуры, давление и опасные компоненты ограничивают эксперимент.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА ОПТИМИЗАЦИИ

Промышленный объект → **Исследование модели** → **Сравнение вариантов** → **Улучшенная конструкция**

Критерии сравнения: производительность • энергопотребление • эффективность процесса

КЛЮЧЕВЫЕ ПОНЯТИЯ

Модель и моделирование — в чём различие?

Один термин обозначает упрощённую систему, другой — исследовательский процесс.

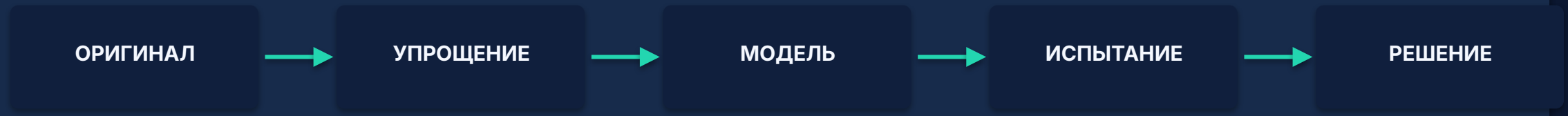
МОДЕЛЬ

Упрощённое представление оригинала, раскрывающее существенные свойства и характеристики.

МОДЕЛИРОВАНИЕ

Создание модели, её исследование и перенос полученных результатов на оригинал.

СХЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ



Результаты обоснованно переносятся на промышленную установку.

КЛАССИФИКАЦИЯ

Четыре понятия — два признака сравнения

В исходной лекции представлены способы реализации и формы описания процессов.

ПО СПОСОБУ РЕАЛИЗАЦИИ

МАТЕРИАЛЬНАЯ

Реальный уменьшенный объект, пригодный для испытаний.

МЫСЛЕННАЯ

Идеальная схема, выделяющая важнейшие связи и принципы.

ПО ФОРМЕ ОПИСАНИЯ

ФИЗИЧЕСКАЯ

Образ процесса, основанный на принципах подобия.

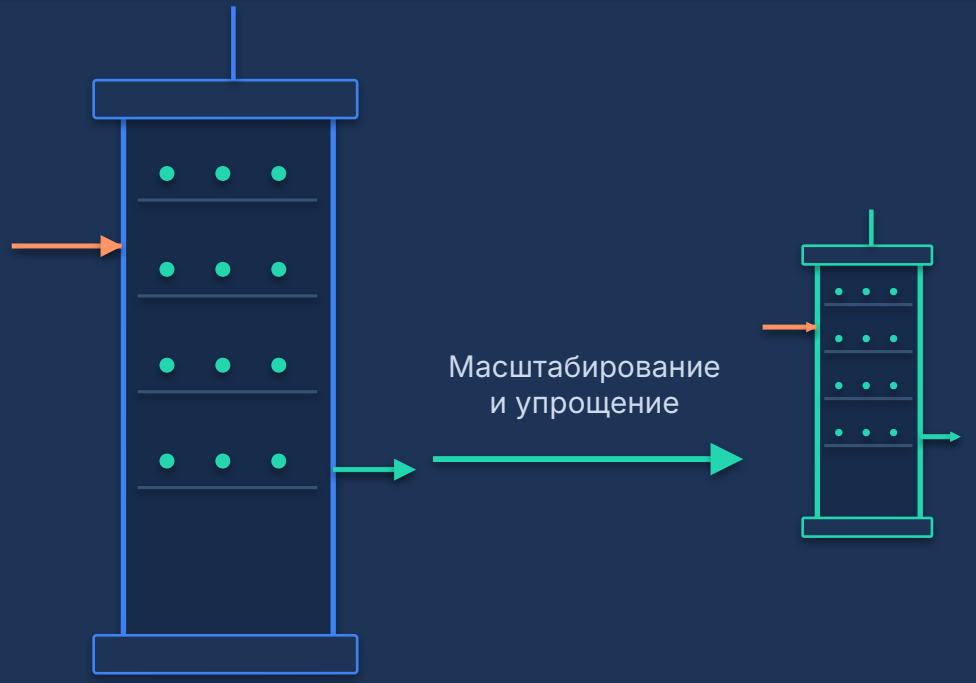
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ

Уравнения, критерии, графики и таблицы.

Физический образ и математическое описание могут дополнять друг друга в одном исследовании.

Промышленный аппарат → уменьшенная установка

На модели проверяют необходимые характеристики без вмешательства в работающую линию.



ОРИГИНАЛ

ЛАБОРАТОРНАЯ МОДЕЛЬ

ЗАЧЕМ НЕСКОЛЬКО МОДЕЛЕЙ?

ГИДРОДИНАМИКА

Исследование структуры течения

МАССОПЕРЕДАЧА

Оценка эффективности разделения

Ключевой принцип: модель создают под исследуемое свойство аппарата.

Сначала понять процесс, потом его исследовать

Мысленная модель предшествует материальной и помогает интерпретировать результаты.

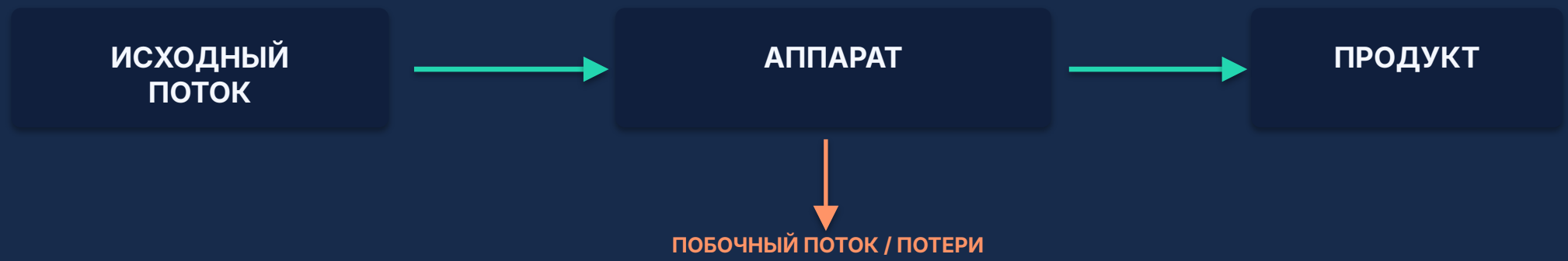
ДО ИСПЫТАНИЙ

Выявить главные элементы и связи.

ПОСЛЕ ИСПЫТАНИЙ

Объяснить и перенести результаты.

ИЛЛЮСТРАТИВНАЯ МЫСЛЕННАЯ СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АППАРАТА

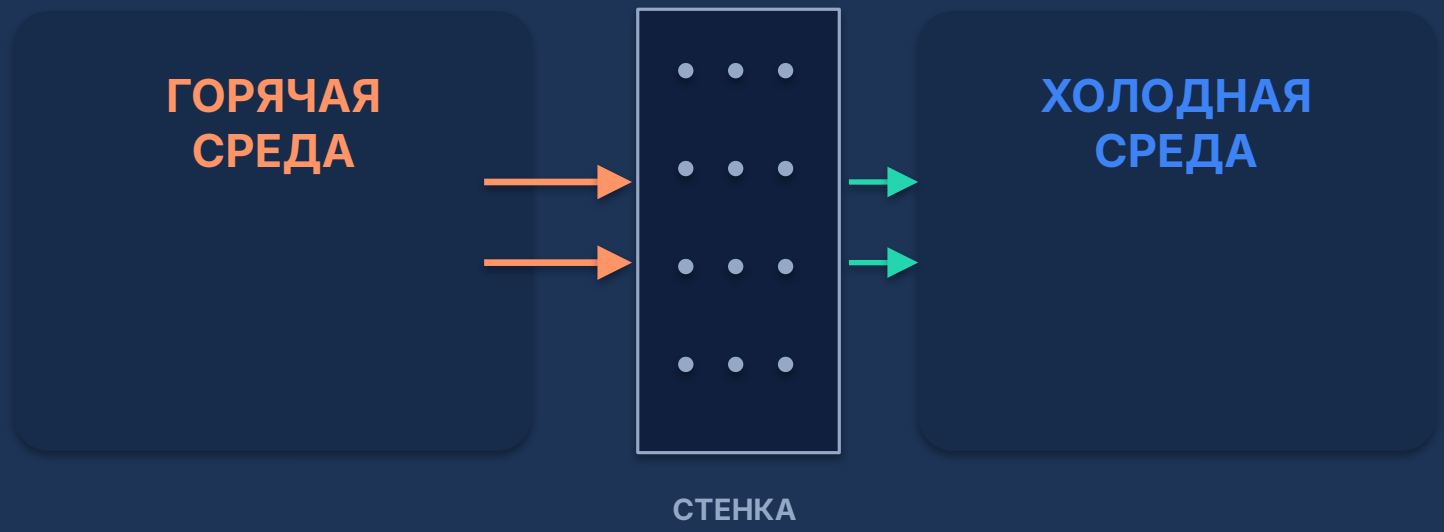


Модель отражает принципиальные связи, а не каждую деталь аппарата.

Принцип подобия: перенос физических закономерностей

Пример из лекции — передача теплоты через разделительную стенку.

ФИЗИЧЕСКИЙ ОБРАЗ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ



Теплота идёт от более нагретой среды к менее нагретой.

ПОДОБИЕ

Модель и оригинал должны совпадать по существенным физическим закономерностям.

ЧТО ИЗУЧАЮТ?

Температуры, потоки теплоты и влияние свойств среды.

Физический процесс → символы, уравнения и расчёт

Математическое описание может включать уравнения, критерии, таблицы и графики.

ИЛЛЮСТРАТИВНЫЙ ПРИМЕР: БАЛАНС ВЕЩЕСТВА



$$dM / dt = Gвх - Gвых$$

Условное уравнение баланса для иллюстрации, не цитата из лекции.

ЧТО НУЖНО ЗАДАТЬ

1 Система уравнений

Связи между параметрами процесса

2 Начальные условия

Состояние системы в начале расчёта

3 Граничные условия

Воздействия и связи на границах

Четыре взаимосвязанных этапа математического моделирования

Проверка соответствия реальному объекту завершает цикл и может вернуть к пересмотру модели.

01

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Выбрать цель, параметры и критерии оптимизации.

02

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Записать связи, допущения, начальные и граничные условия.

03

МЕТОД И АЛГОРИТМ

Определить способ решения, реализовать моделирующую программу.

04

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ

Сопоставить прогноз модели с поведением оригинала.

Если модель неадекватна — уточняют физические предположения, параметры и условия расчёта.

ИТОГИ

Как оценить пригодность модели для оптимизации?

Экономичность и возможность обоснованного переноса результатов — ключевые требования.

ТРЕБОВАНИЯ К МОДЕЛИ

ЭКОНОМИЧНОСТЬ

Ценность исследования должна оправдывать затраты.

ТРАДУКТИВНОСТЬ

Выводы возможно переносить с модели на оригинал.

АДЕКВАТНОСТЬ

Модель достаточно точно воспроизводит важные свойства.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ

1. Чем модель отличается от оригинала?
2. Когда необходима материальная модель?
3. На чём основана физическая модель?
4. Из каких этапов состоит математическое моделирование?

Вывод: оптимизация начинается с выбора модели, адекватной цели и масштабу задачи.