

tinyLogic

# Численное моделирование физических процессов

От инженерного вопроса к проверяемой модели и программной реализации.

Инженерные расчёты, моделирование и оптимизация

## ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

# Модель нужна, когда измерение дорого, поздно или недостаточно

Она не заменяет эксперимент, а помогает увидеть внутренние поля, сравнить режимы и проверить гипотезу до изменения оборудования.

## Внутри

поля скорости, температуры и давления

## До

сравнение вариантов до изменения объекта

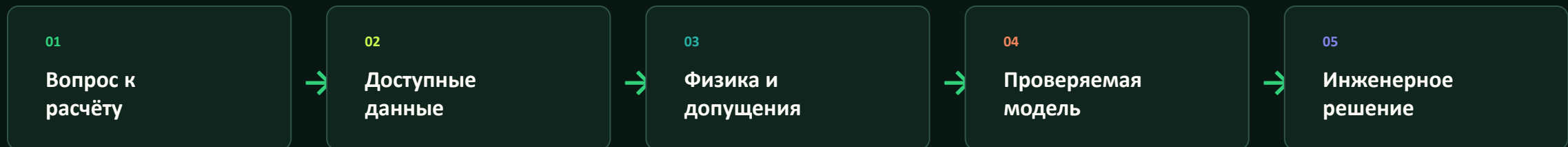
## Почему

объяснение связи параметров и результата

## ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

# Сначала определяется вопрос, затем — детализация

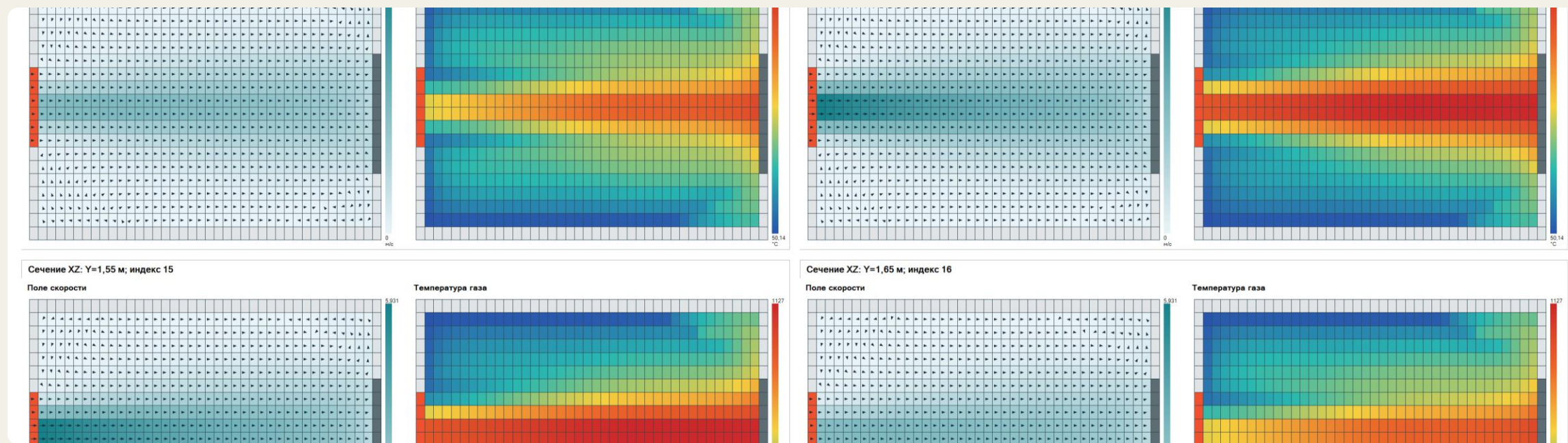
Сложность модели оправдана только тогда, когда она меняет инженерное решение.



## ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

# Пример: расчётная модель промышленной печи

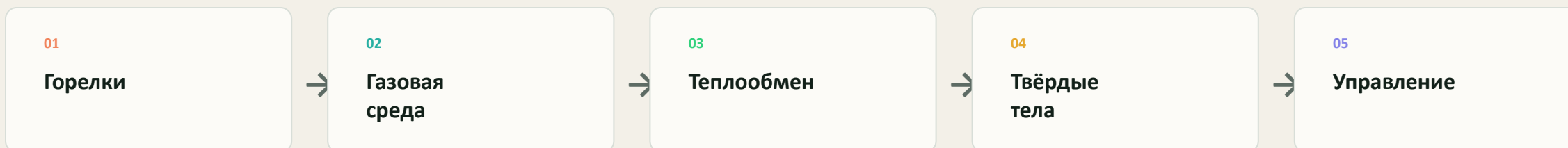
Собственная модель связывает газовую среду, перенос энергии, нагрев твёрдых тел и алгоритм управления во времени.



## ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

# Связанные процессы рассчитываются согласованно

Изменение режима проходит через всю цепочку — от горелок до температуры тела и реакции системы управления.



## ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

# Модель работает как воспроизводимый вычислительный эксперимент

Исходные данные и допущения задаются явно, сценарии повторяются, результаты сохраняются для независимого анализа.

## ВХОД

- Геометрия и материалы
- Режимы и граничные условия
- Измерения и неопределённости

## ВЫХОД

- Поля и интегральные показатели
- Диагностика и балансы
- Сравнение сценариев

## ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

# Проверка является частью результата

Красивое поле не доказывает корректность постановки. Выводы должны выдерживать контроль модели и данных.

- Контрольные оценки и физические балансы
- Сходимость по сетке и шагу времени
- Чувствительность к неопределённым параметрам
- Сравнение с измерениями или верифицированной CAE-моделью

## ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

# Заказчик получает не только изображения полей

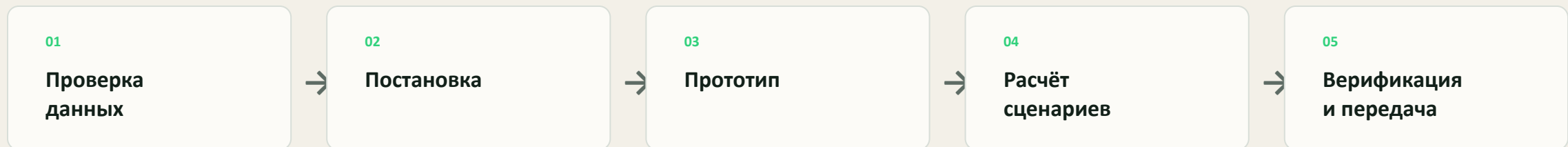
Материалы должны позволять воспроизвести расчёт, понять выводы и увидеть границы применимости.

- Постановка, исходные данные и допущения
- Модель, сценарии и исходные файлы
- Графики, поля и контрольные показатели
- Инженерные выводы и сравнение вариантов
- Ограничения и рекомендации по дальнейшей проверке

## ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

# Проект проходит от исходного вопроса до передачи модели

Метод расчёта и достаточная точность согласуются после анализа данных, а не назначаются заранее.



СЛЕДУЮЩИЙ ШАГ

# Обсудим физический процесс и требуемую ТОЧНОСТЬ

Для начала достаточно описания объекта, режимов, доступных измерений и вопроса, на который должен ответить расчёт.

---

**20+ лет**

опыт исследований и разработок

**к.ф.-м.н.**

математическое моделирование и  
численные методы

**Алексей**

техническое руководство проектом