Цифровая нить для тяжелого машиностроения



Международный коллектив с участием доцента СПбПУ *Елены Гебель* предложил способ заранее рассчитать, насколько цифровизация ускорит выпуск тяжелого оборудования. На примере кузнечного пресса модель показала, что путь заказа может сократиться на 22–30%.

Кузнечно-прессовое оборудование выпускают поштучно: каждая машина стоит дорого, производственный цикл длинный, сборка требует высокой точности. Сама по себе установка новых программ на таком заводе выгоды не дает. Она появляется, когда сведения о машине без потерь и задержек доходят от чертежа до испытательного стенда. Понять, будет ли эффект, хочется до крупных вложений, но привычные методы оценки цифровой зрелости опираются на опросы экспертов и не показывают, как внедрение скажется на сроках.

Елена Гебель, доцент Высшей школы управления кибер-физическими системами Института компьютерных наук и кибербезопасности СПбПУ, и ее соавторы связали такую оценку с компьютерной моделью производства. Примером стал пресс горячей штамповки VFP-1600 китайской компании Zhejiang Weirong Precision Forging Equipment. Его путь от расчетов до

приемки авторы описали как «цифровую нить» — сквозную цепочку данных, где у каждого документа есть версия, ответственный и время выпуска. Так видно, где информация сбоит: например, в работе две версии чертежа или протокол испытаний неполон.

Семь экспертов оценили цифровую зрелость завода в 0,264 по шкале от 0 до 1. Улучшать в первую очередь, по их согласованному мнению, нужно производство, затем связь информационных систем и проектирование.

В модели заказы проходят девять этапов и ждут в очереди, если нужный участок занят. Каждый из пяти вариантов цифровизации «прожил» в ней по 10 тыс. виртуальных лет. При шести заказах в год пресс в среднем проходит все этапы за 163 дня. По расчетам, связка систем проектирования, управления цехом и контроля качества с датчиками сокращает срок до 127 дней, а с системой планирования — до 119. Если заказов вдвое больше, ожидание в очередях растет втрое, цикл растягивается до 213 дней, и выигрыш от цифровизации увеличивается.

Полнота внедрения заранее неизвестна, поэтому авторы перебрали 512 сочетаний условий. В девяти случаях из десяти связка трех систем сокращала срок на 9–25%.

Оригинал статьи: Predictive Assessment of Digital Transformation in Heavy Equipment Manufacturing Using a Digital Thread and Discrete-Event Simulation. Algorithms, 2026, Vol. 19, No. 10, Article 901.