

Шейкина Алиса Сергеевна, Попов Даниил Александрович.

Студент, кафедра биотехнологии, пищевой и химической
инженерии, Алтайский Государственный Технический университет
им. И. И. Ползунова,
РФ, г. Барнаул

Лёвкин Игорь Васильевич

Научный руководитель, кандидат технических наук,
кафедра информатики, вычислительной техники и информационной
безопасности, Алтайский Государственный Технический
университет
им. И. И. Ползунова,
РФ, г. Барнаул

ЭВОЛЮЦИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ: ОТ ПОРТНОВСКОГО МЕЛА К 3D-АВАТАРУ. КАК ИЗМЕНИЛАСЬ РАБОТА ИНЖЕНЕРА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ.

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается трансформация инженерного конструирования за последние два десятилетия: от традиционных методов ручного проектирования к цифровым технологиям, включая CAD, BIM, цифровые двойники и 3D-аватары. Анализируются изменения в инструментах, компетенциях и роли инженера в производственном процессе. Делается вывод о переходе от графического представления к интеллектуальному моделированию и управлению жизненным циклом изделия.

Ключевые слова: CAD, BIM, цифровой двойник, 3D-моделирование, инженер-конструктор, цифровизация.

ANNOTATION

The Evolution of Design: From Tailor's Chalk to a 3D Avatar. How the Engineer's Work Has Changed Over the Past 20 Years.

The evolution of engineering is directly linked to technological progress. Until relatively recently, a designer's primary tools were paper, pencil, and simple measuring instruments. Today, design takes place in a digital space, where complex virtual models of products are created.

The past two decades have seen significant changes, affecting not only the tools but also the very logic of an engineer's work. Design has evolved from the process of creating drawings to the management of digital models and data.

1. Традиционное конструирование.

Традиционное инженерное конструирование на протяжении длительного времени основывалось на ручных методах работы. Процесс проектирования начинался с выполнения эскизов, которые затем перерабатывались в детализированные чертежи. Все операции выполнялись вручную, что требовало значительных временных затрат и высокой точности исполнения. Любые изменения в проекте сопровождались необходимостью повторного выполнения значительной части работы, что снижало общую эффективность процесса.

Существенную роль в данном этапе играли индивидуальные профессиональные навыки инженера. Качество итогового результата во многом зависело от его опыта, внимательности и уровня подготовки. При этом возможности визуализации оставались ограниченными, поскольку проект существовал преимущественно в виде плоских изображений. Передача информации между участниками разработки также была затруднена, особенно при работе с большим объемом документации.

2. Переход к CAD-системам.

С развитием вычислительной техники началось активное внедрение систем автоматизированного проектирования. Появление CAD-технологий позволило значительно ускорить процесс разработки и повысить точность выполнения чертежей. Проектная документация стала создаваться в цифровой форме, что упростило ее хранение, редактирование и передачу между специалистами.

Несмотря на очевидные преимущества, на начальном этапе такие системы в значительной степени повторяли традиционные подходы к проектированию. Основной упор делался на создание двумерных изображений, а сами программы выступали в роли инструмента, заменяющего бумагу и чертежные принадлежности. Тем не менее, именно этот этап стал фундаментом для дальнейшей цифровой трансформации инженерной деятельности.

3. Развитие 3D-моделирования.

Ключевой этап в эволюции конструирования связан с внедрением трехмерного моделирования. Появление возможности создавать объемные цифровые модели позволило инженерам по-новому взглянуть на процесс проектирования. Теперь объект можно было рассматривать с разных сторон, анализировать его форму и структуру еще до начала производства.

Особое значение приобрело параметрическое моделирование, при котором элементы конструкции оказываются взаимосвязанными. Геометрия изделия в этом случае описывается через набор параметров, что позволяет формализовать процесс проектирования с использованием математических зависимостей. В общем виде такая модель может быть представлена как функция, связывающая параметры конструкции с ее геометрическими характеристиками.

$$y=f(x_1,x_2,\dots,x_n)$$

где $x_1, x_2, \dots, x_n$ — параметры модели, определяющие размеры, форму и взаимное расположение элементов, а y — результирующее геометрическое представление объекта.

Такой подход позволяет автоматически перестраивать модель при изменении входных параметров, что значительно упрощает процесс проектирования и снижает вероятность ошибок. Более того, параметрические зависимости открывают возможность для оптимизации конструкции. В инженерной практике это часто формулируется как задача поиска наилучшего решения при заданных ограничениях.

$$\text{Min } f(x) \text{ при условиях } g_i(x) \leq 0, h_j(x) = 0$$

где функция $f(x)$ описывает, например, массу конструкции или стоимость производства, а ограничения $g_i(x)$ и $h_j(x)$ отражают прочностные, технологические и эксплуатационные требования. Таким образом, современное 3D-моделирование представляет собой не только визуальный инструмент, но и математическую основу для анализа и оптимизации инженерных решений.

Заключение.

За последние двадцать лет инженерное конструирование претерпело существенные изменения. Переход от ручных методов к цифровым технологиям позволил значительно повысить эффективность разработки и качество продукции.

Современное проектирование представляет собой интегрированную цифровую среду, в которой ключевую роль играет не чертеж, а модель и данные.

Дальнейшее развитие технологий, включая искусственный интеллект и цифровые двойники, будет продолжать трансформировать инженерную деятельность.

Список литературы

1. <https://web.snauka.ru/issues/2018/12/88068>
2. <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-konstruktsii-odezhdy-po-tehnologii-3d>
3. <https://riorp.ru/ru/nauka/article/63611/view>
4. <https://www.perevalov.ru/cat/sfery-primeneniya-sistemy-sapr/>