

# Снижение ресурсоемкости дизайн - проектирования

Ю.С. Дё, А.В. Шкляр

dyojulias@gmail.com|shklyarav@mail.ru

г. Томск, Томский Политехнический Университет

В данной работе рассматривается проблема снижения ресурсоемкости дизайн – проектирования за счет своевременной апробации дизайн решения. Своевременная апробация дизайн решения приводит к снижению ресурсоемкости процессов производства, что в свою очередь влияет на себестоимость продукта. В распространенной схеме дизайн – проектирования решение апробируется на завершающей стадии – прототипирование. Прототипирование это изготовление изделия с использованием технологий и материалов близких к производственным. При обнаружении ошибки в следствии тестирования прототипа необходимо возвращаться к предыдущим ступеням производственной цепочки. Применение метода проектирования, за счет использования виртуального тестирования позволяет апробировать решение на любом из необходимых этапов в режиме реального времени, что приводит к снижению ресурсоемкости проектирования.

**Ключевые слова:** виртуальное тестирование, компьютерная графика, ресурсоемкость, снижение себестоимости.

## Reduction of resource intensity - design

J.S. Dyo, A.V. Shklyar

dyojulias@gmail.com|shklyarav@mail.ru

Tomsk, Tomsk Polytechnic University

In this scientific article, we consider the problem of reducing the resource intensity of design-design due to the timely approbation of the design of the solution. Timely approbation of the design solution leads to a decrease in the resource intensity of production processes, which in turn affects the cost of the product. In a common design design scheme, the solution is tested at the final stage - prototyping. Prototyping is the manufacture of a product using technologies and materials close to production. If an error is detected during the testing of the prototype, it is necessary to return to the previous stages of the production chain. Application of the design method, through the use of virtual testing, allows you to test the solution at any of the necessary stages in real time, which leads to solving the resource-intensive design.

**Keywords:** virtual testing, computer graphics, resource intensity, cost reduction.

### 1. Введение

Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности является нормативным документом, описывающим какие работы, товары или услуги необходимо получить от поставщика.

Услуги, предоставляемые в области промышленного дизайна, по ОКПД имеют код 74.10.12.000 и описаны как:

«...создание и разработка дизайна и спецификаций для оптимизации использования, стоимости и внешнего вида продуктов, включая определение материалов, конструкции, механизма, формы, цвета и поверхностной обработки продукта, принимая во внимание человеческие характеристики и потребности, требования безопасности, привлекательности для потребителя и эффективности распространения, использования и технического обслуживания» [1].

Если ознакомиться с официальными документами, которые определяют не только саму трактовку понятия "промышленный дизайн", но и требования к знаниям и умениям у специалистов в этой области, можно сделать вывод и о задачах, которые стоят при разработке устройства:

- повышение эстетических качеств, для ориентирования на выбранную или заданную сегментацию рынка;
- снижение ресурсоемкости процессов производства, для уменьшения себестоимости устройства;
- повышение функциональности устройства для улучшения потребительских свойств;

Рассмотрим вопрос о снижении ресурсоемкости процессов производства.

### 2. Этапы разработки промышленных изделий

При разработке промышленных объектов используют распространенный алгоритм производственной цепочки, в котором чувствует ряд специалистов.

Стоимость каждого из этапов и специалистов оплачивается отдельно. Следовательно, чем более ресурсоемка разработка, тем дороже себестоимость разработки.

Для того что бы снизить ресурсоемкость дизайн - проектирования рассмотрим алгоритм производственной цепочки, представленный студией промышленного дизайна «Форма». [2] (Рисунок 1)

1. СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ
2. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОИСК
3. ЭСКИЗНЫЙ ПОИСК
4. СОЗДАНИЕ УПРОЩЕННЫХ 3D-МОДЕЛЕЙ
5. СОЗДАНИЕ ПРОРАБОТАННОЙ 3-D МОДЕЛИ
6. РАЗРАБОТКА ЦВЕТОГРАФИЧЕСКОЙ СХЕМЫ
7. ФОТОРЕАЛИСТИЧНАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ
8. ИНЖЕНЕРНАЯ ПРОРАБОТКА 3-D МОДЕЛИ
9. ПРОТОТИПИРОВАНИЕ
10. ДОРАБОТКА ПРОТОТИПА
11. ВЫПУСК КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
12. ПОДБОР ПРОИЗВОДСТВА И ПОСТАВЩИКОВ КОМПОНЕНТОВ
13. ИЗГОТОВЛЕНИЕ МАЛОЙ ПАРТИИ
14. АВТОРСКИЙ НАДЗОР
15. РАЗРАБОТКА ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
16. РАЗРАБОТКА УПАКОВКИ И СОПУТСТВУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ

Рисунок 1. Технологическая цепочка, представленная на сайте студии «Форма»

Подтверждение было найдено в методическом указании Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана, «Введение в дизайн-проектирование» [3].

Для выявления недостатков технологической цепочки необходимо проанализировать каждый из этапов.

Пункт 2-7 относится к задачам дизайна, 8-10 к инженерным задачам.

#### 1) Эскизный проект.

Эскиз выполняется от руки в глазомерном масштабе.

[4] Задача этой стадии – поиск различных концепций для последующей проработки.

На этапе эскизирования невозможно апробировать решение, потому что информация о формообразовании и свойствах изделия является неполной.

Таким же недостатком обладает следующий этап - этап трехмерного моделирования.

#### 2) Трехмерное моделирование

Трехмерные модели создаются на основе наиболее удачных эскизов.

На этапе трехмерного моделирования отсутствует полноценное представление о свойствах изделия.

Для апробации физических свойств на этапе трехмерного моделирования можно применить виртуальное тестирование или макетирование. В дизайне термин «виртуальное тестирование» не определен до конца, и чаще всего встречается в области инжиниринга, где применяются программные средства автоматизированного проектирования, включающие системы для моделирования твердотельных объектов, расчёта динамики твёрдых и упругих тел, расчёт прочности и деформаций конструкции и т.п. [4]

Макет выполняется из материалов, позволяющих постоянно вносить изменения в форму (пеноплекс, пластилин, картон, бумага и т.д.) [5].

Так как материал и способ изготовления влияет на физические свойства изделия, жесткость, мягкость, радиопрозрачность, электропроводимость, изломостойкость и т.д.

Макетирование не дает полного представления о реальных физических свойствах объекта и позволяет оценить лишь отдельные характеристики изделия.

Возникают трудности в апробации решения.

#### 3) Разработка цветографической схемы

Для объекта подбираются самые выигрышные цвета, наносятся графика, логотипы и все необходимые надписи. Данный этап можно отнести к этапу 3д моделирования, или эскизирования.

4) Фотореалистичную визуализацию нужно вынести после инженерных работ в случае необходимости наличия презентационной картинке продукта. При инженерных работах форма может быть скорректирована и смысла делать фотореалистичную визуализацию – нет.

#### 5) Прототипирование.

Итоговый шаг в создании дизайна – прототипирование. Прототипирование – это физическая апробация решения.

Прототип изготавливается из материалов и технологий близким по свойствам к реальным. Потому что материал и способ изготовления влияет на физические свойства изделия, жесткость, мягкость, радиопрозрачность, электропроводимость, изломостойкость и т.д. [6]

Если прототип не отвечает заданным характеристикам, то нужно возвращаться к предыдущим этапам. А изготовление прототипа дорогостоящий и время затратный процесс, который может потребовать многократной апробации.

### 3. Поиск решения задач снижения ресурсоемкости дизайн – проектирования на примере медицинского иньектора

Недостаток рассмотренной технологической цепочки - отсутствие проверки решения на каждом из этапов. Поэтапная проверка позволит избежать не нужных действий и корректировать ошибки сразу, следовательно, снизить ресурсоемкость при проектировании изделия.

Выдвинутое утверждение подтверждается решением задач дизайн - проектирования на примере разработки индивидуального, медицинского иньектора.

Медицинский иньектор - прибор для инвазивного введения лекарственных препаратов.

Дизайнеру было выдано техническое задание от студии промышленного дизайна «Карфидов Лаб» [9] - готовое конструктивное решение (Рисунок 2), к которому нужно было разработать корпус.

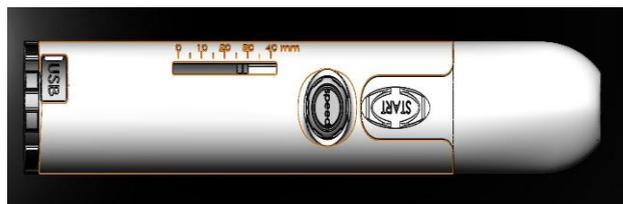


Рисунок 2. Техническое задание «Карфидов Лаб». Конструктивное решение.

Для разработки персонального медицинского иньектора необходимо было создать ряд эскизов, удовлетворяющих требованиям технического задания. В результате проведенной работы, были предложены эскизы оболочки персонального медицинского иньектора, которые соответствовали выдвинутым требованиям.



Рисунок 3. Эскизный проект

Эскизный проект был согласован и принят заказчиком на инженерную доработку.

Однако в ходе проведенной работы, был выявлен ряд недочетов, касающихся требований к дизайну устройства, указанных в техническом задании. Возникла необходимость проведения дизайн – исследования, результаты которого необходимы для преодоления выявленных недочетов

Так как конструкция была предоставлена, дизайнерское решение ограничивалось компоновкой и расположением органов управления, габаритными размерами.

При этом задачи дизайна и конструктивные решения вступают в конфронтацию. Например, параметр мобильности не сопоставим с габаритными размерами конструкции, фиксированные органы управления и

заданные габаритные размеры не позволяют работать с эргономикой устройства.

Следовательно, необходимо изменить параметры конструкции, а для этого дизайнер должен обладать специальными навыками и знаниями и иметь возможность апробировать решение, при этом управлять процессом тестирования, для внесения своевременных правок.

Актуальным решением выступает виртуальное тестирование.

#### 4. Виртуальное тестирование как инструмент снижения ресурсоемкости дизайн – проектирования

В дизайне термин «виртуальное тестирование» не определен до конца, и чаще всего встречается в области инжиниринга, где применяются программные средства автоматизированного проектирования, включающие системы для моделирования твердотельных объектов, расчёта динамики твёрдых и упругих тел, расчёт прочности и деформаций конструкции и т.п. [7]

Определим виртуальное тестирование в дизайне как процедуру исследования свойств виртуальной модели дизайн - объекта, на базе компьютерных технологий.

Создание симуляции реальных условий физического мира и интерактивное управление процессом тестирования позволил осуществить программный пакет 3D-моделирования – autodesk 3ds Max, на основе встроенного плагина Mass FX. [8]

Так как этап инжиниринга был определен как первоочередный, дизайнер должен апробировать предполагаемые конструктивные решения.

#### 5. Постановка эксперимента

Инъектор совершает три последовательных действия

- Ввод иглы
- Ведение лекарственного препарата за счет движения поршня
- Вывод иглы

Данный алгоритм действий выполняется за счет манипулирования тремя элементами управления.

Для предотвращения ошибки при эксплуатации пользователем, улучшения эргономических характеристик, объединим заданные функции в один элемент управления, за счет разности сопротивления.

Создана сцена, имитирующая выполнение процедуры инъектирования. (Рисунок 4)

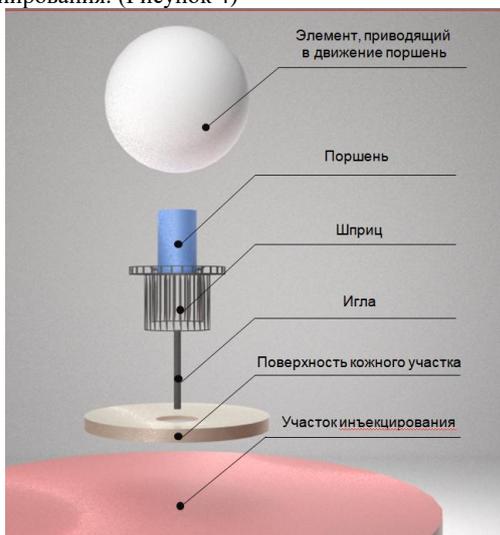


Рисунок 4. Смоделированная сцена для проведения виртуального тестирования.

Зададим условия тестирования:

- Необходимо соблюсти габаритные размеры шприца, иглы и поршня
- Шприц должен совершить обратное поступательное движение, без каких либо резких скачков, и отклонений от вертикальной оси хода шприца.
- Необходимо создать три элемента сопротивления. (Рисунок 4)
- При совершении инъектирования игла должна полностью войти на заданную глубину, при этом поршень не должен начать ход до тех пор, пока игла не будет полностью введена.
- После введения иглы поршень начинает движение - ввод лекарственного препарата.
- После полного введения лекарственного препарата игла должна полностью выйти. Выход иглы не должен происходить за счет вытягивания шприца за поршень, потому что существует вероятность всасывания лекарственного препарата обратно в шприц. Следовательно, сопротивление возвратному ходу необходимо устанавливать под шприцом.

Было установлено три сопротивления (Рисунок 5):

- 1) сопротивление поршня (введения лекарственного препарата);
- 2) сопротивление кожи при введении иглы;
- 3) обратное движение (вывод иглы);

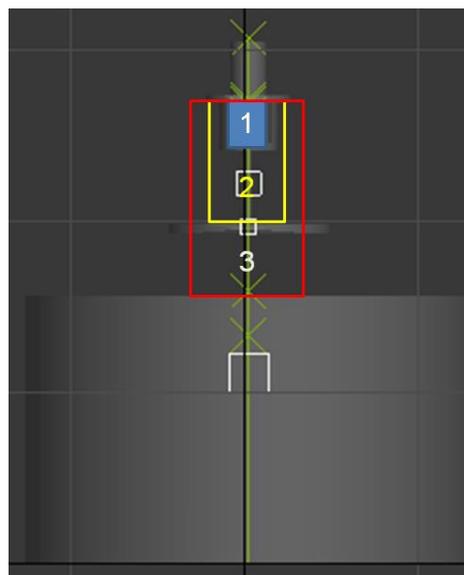


Рисунок 5. Обозначение зон сопротивления

В ходе эксперимента были соблюдены все условия тестирования, и сделан вывод о работе конструкции: разница в сопротивлении между 1 и 2 пружиной должна быть меньше сопротивления третьей.

С учетом того что принцип работы конструкции с соблюдением габаритных размеров был успешно апробирован в программе 3д моделирования, трехмерное моделирование возможно выполнять в той же сцене. Это позволит при необходимости совместить проведение испытаний корпуса с симуляцией работы конструкции.

#### 7. Заключение

В распространенной схеме дизайн - проектирования апробация решения выполняется за счет прототипирования. При этом в распространенной технологической цепочке этап прототипирования является завершающим. И для

корректировки необходимо обращаться к предыдущим этапам проектирования.

Этап прототипирования может проводиться неоднократно. А это вложение как временного, так и финансового ресурса. Что в свою очередь влияет на себестоимость разрабатываемого продукта.

В связи с этим виртуальное тестирование имеет ряд преимуществ. Так как может проводиться на разных этапах дизайн - проектирования, имеет возможность интерактивного управления процессом для внесения своевременных правок.

Снижение ресурсоемкости дизайн – проектирования при использовании метода виртуального тестирования очевидно.

## 8. Литература

[1] Общероссийский классификатор экономической деятельности. URL: <http://www.okvad.ru/razdel-m.html> (дата обращения 10.04.2018)

[2] Студия «Forma» промышленный, предметный дизайн и инжиниринг. URL: <http://formaforma.ru/> (дата обращения 17.04.2018)

[3] МГТУ имени Н.Э. Баумана, «Введение в дизайн - проектирование».

URL:<http://design.bmstu.ru/ru/metodichki/Bakalavriat/Vvedeniye%20v%20professiiu.pdf>

[4] Михаил Куприков, Леонид Маркин. Инженерная графика. изд. Москва Дрофа 2011

[5] В.А Смирнов Профессиональное макетирование и техническое моделирование. Краткий курс. Учебник пособие : Изд. "Проспект", 2016

[6]Формлаб.Как и где изготовить прототип корпуса. URL: <https://formlab.ru/tehnologii-dlya-prototipa>

[7] А. И. Боровков. Компьютерный инжиниринг : учеб. пособие / [и др.]. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. - 93

[8] 3ds Max Learning Center. URL: <http://help.autodesk.com/view/3DSMAX/2018/ENU/?caas=caas/discussion/t5/3ds-Max-Forum/Mass-FX-is-gone/td-p/7586985.html> (дата обращения 17.04.2018)

[9]Студия промышленного дизайна «Карфидов Лаб». URL: <https://karfidovlab.com/> (17.04.2018)

## 9. Об авторах

Шкляр Алексей Викторович, старший преподаватель, отделение автоматизации и робототехники, Томского политехнического университета. E-mail [shklyarav@tpu.ru](mailto:shklyarav@tpu.ru).

Дё Юлия Станиславовна, студентка инженерной школы информационных технологий и робототехники (бывш. Институт кибернетики) Томского политехнического университета. E-mail [dyojulias@gmail.com](mailto:dyojulias@gmail.com).