

*П. П. Солощенко<sup>1\*</sup>, Г. В. Симонова<sup>1</sup>*

## **Реверс-инжиниринг как ключевой инструмент импортозамещения при работе сервисной службы ООО «ЦСМ»**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация  
\* e-mail: ppp131144@mail.ru

**Аннотация.** После введения экономических санкций и отказа западных компаний поставлять запчасти и материалы в Россию значительное число отечественных предприятий оказались в тяжёлой ситуации, а иногда и на грани останковки производства. Ежедневно возникает объективная необходимость воссоздать пришедшую в негодность деталь или целый узел импортного оборудования. Подобные проблемы возникают и в случае, если деталь отечественного производства, но уже больше не выпускается. Трудности подобного рода могут быть решены применением аддитивных технологий совместно с методами обратного проектирования, или, реверсивным инжинирингом. В статье рассмотрен метод внедрения реверс-инжиниринга в сервисную службу ООО «Центра стандартизации и метрологии», проведен анализ наиболее востребованных запасных частей и составлен их каталог, также выявлен ряд перспективных организаций субподрядчиков.

**Ключевые слова:** оборудование, отказ, реверс инжиниринг, сервисная служба., импортозамещение, экономическая целесообразность

*P.P. Soloshchenko<sup>1\*</sup>, G.V. Simonova<sup>1</sup>*

## **Reverse Engineering as a Key Tool For Import Substitution in the Work of the Service Department of CSM LLC**

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: ppp131144@mail.ru

**Abstract.** After the introduction of economic sanctions and the refusal of Western companies to supply spare parts and materials to Russia, a significant number of domestic enterprises found themselves in a difficult situation, and sometimes even on the verge of stopping production. Every day there is an objective need to recreate a part that has become unusable or a whole assembly of imported equipment. Similar problems also arise, if the part domestically produced, but is no longer produced. Difficulties of this kind can be solved by using additive technologies in conjunction with reverse engineering methods, or reverse engineering. The article considers the method of implementing reverse engineering in the service department of "Center Standardization and Metrology" LLC, analyzes the most popular spare parts and compiles their catalog, and also identifies a number of promising subcontractor organizations.

**Keywords:** equipment, failure, reverse engineering, customer service, import substitution, economic feasibility

### **Введение**

Реверс-инжиниринг, или обратный инжиниринг представляет собой процесс воссоздания существующего продукта или компонента путем изучения его конструкции и конструктивных особенностей. Реверс-инжиниринг имеет огромную практическую ценность в промышленном секторе [1].

Существует несколько причин, по которым обратный инжиниринг является важным инструментом для современного бизнеса. Наличие необходимых комплектов для производства помогает оставаться конкурентоспособной организацией, понимание и использование эффективных разработок своих конкурентов или других компаний позволяет реализовать оперативное воссоздание отсутствующих на рынке материалов или изделий. Таким образом, реверс-инжиниринг дает возможность быстро и эффективно выпускать аналогичные продукты или улучшать существующие, что приводит к увеличению прибыли [2, 3].

Задачи, которые решает реверс-инжиниринг:

- производство запасных частей по моделям цифрового склада;
- производство не выпускаемых запасных частей и запрещённых для поставки в РФ;
- оптимизация сложных сборок с целью их агрегации в единое изделие.

В настоящее время сервисная служба ООО «Центр стандартизации и метрологии» (ЦСМ) испытывает сложности при ремонте средств измерений иностранных производителей по причине антироссийских санкций и действующих запретов на импорт техники и компонентов. Сейчас работоспособность сервисной службы большей частью зависит от замещения деталями российского производства. Произвести узлы средств измерений, на которые отсутствует конструкторская и технологическая документация, позволяет реверс-инжиниринг [8, 9].

Процесс обратного проектирования обычно включает сканирование или измерение существующего продукта с использованием 3D-сканеров или другого подходящего оборудования. С помощью этих отсканированных данных можно создать 3D-модель, чтобы точно определить особенности, которые делают продукт уникальным или особенным. После создания модели воссоздается исходный продукт, при необходимости внося в него определенные изменения [6].

Кроме того, обратный инжиниринг можно использовать для оптимизации продукта путем улучшения методов производства, исправления ошибок или недостатков в конструкции. Этот процесс помогает увеличить жизненный цикл продукта и обеспечивает экономичный метод обслуживания.

### *Методы и материалы*

Для реверс-инжиниринга можно использовать несколько устройств. 3D-сканеры – это наиболее часто используемое оборудование, которое фиксирует физические атрибуты объекта в цифровом виде. Технология 3D-сканирования необходима для захвата даже самой сложной геометрии, органических форм, а реверс-инженеры могут получить ценные данные о материалах и составе. Другие устройства включают координатно-измерительные машины (КИМ) и альтернативы КИМ.

КИМ, (рис. 1) – это приборы для точных контактных измерений объектов. Устройства работают при помощи специальных датчиков (зондов), определяющих положение точек на поверхности объектов [7].

Перемещением измерительной головки может управлять компьютер или оператор. КИМ определяет положение датчика по изменению его положения в

сравнении с исходной позицией по осям XYZ. Для работы в труднодоступных участках КИМ изменяет угол наклона датчика при движении.



Рис. 1. Координатно-измерительная машина

3D-сканер (рис. 2) работает путем захвата данных с поверхности физического объекта для описания его формы в точном цифровом трехмерном формате. В отличие от данных измерений на КИМ, высококачественные данные 3D-сканирования используются не только для контроля и анализа размеров [4, 5]. Полученные бесконтактным измерением данные позволяют быстрее и доступнее проводить цифровой анализ и инспекцию с помощью визуального, углубленного метода исследования.



Рис. 2. 3D-сканер

Ключевое преимущество реверс-инжиниринга заключается в том, что он позволяет производителям воссоздавать существующий продукт или систему с большей точностью и детализацией.

Рентабельность: процесс обратного проектирования часто дешевле, чем импорт оригинальных запасных частей. Затраты на реверс-инжиниринг связаны с исследованиями и разработками, которые будут сведены к минимуму по мере увеличения количества деталей, с использованием этого метода. Кроме этого, обратный инжиниринг гарантирует, что воспроизводимые запасные части имеют характеристики и качество, аналогичные оригинальным деталям [10, 11].

Для реализации предложенной программы по производству запасных частей для бесперебойной работы сервисной службы ООО «ЦСМ» необходимо решить следующие задачи:

- выявить компании, основным направлением которых является реверс - инжиниринг;
- создать цифровой каталог запасных частей, необходимых для работы сервисной службы;
- разработать технические задания по каталогу выбранных запасных частей;
- наладить сотрудничество с производствами, которые способны воспроизвести запасные части по техническому заданию;
- рассчитать экономику каждого изделия [2, 12].

### ***Результаты***

Одной из основных статей расходов, связанных с обратным проектированием, являются затраты на исследования и разработки. На старте проекта целесообразней отдавать заказы в компанию направлением которой является реверс-инжиниринг. В данной работе был проведен сравнительный анализ по трем организациям соответствующей направленности. Сравнение проводилось по стоимости работ и срокам выполнения заказа. На основании выполненного сравнения был сделан выбор компании «PLM УРАЛ». Компания уже 30 лет успешно работает в этом направлении и имеет большой опыт в реверс-инжиниринге. «PLM УРАЛ» предлагает КИМ типа "рука" Hexagon Absolute Arm двух типоразмеров: 8325-7 и 8540-7, а так же лазерный сканер RS6. Готовая модель экспортируется в форматах. iges, .stp, .x\_t, .model, .catpart, .ftp. Организация «PLM УРАЛ» выполняет работы как на территории заказчика, так и в собственном сервисном центре (табл. 1).

В сервисный центр ООО «ЦСМ» поступает пятнадцать типов различных турбинных и роторных счетчиков газа иностранных производителей. Специалистами сервисной службы на базе анализа был создан каталог изделий, необходимых для бесперебойной работы сервисного центра по ремонту газовых счетчиков газа производителя "Actaris Gaszählerbau GmbH", Германия.

Таблица 1

Наименование	Внешний вид	Материал	Цена у производителя, руб.
Магнитная муфта в сборе		ШХ15, [15] РС термопластик	2800
Основание ротора		В95 [15]	17800
Колеса синхронизации		20ХМ	9300

### *Заключение*

В данной статье рассматривается роль обратного инжиниринга в импорто-замещении в сервисной службе ООО «ЦСМ». Внедрение реверс-инжиниринга в сервисном отделе является ответственным процессом, так как позволяет заменить любые импортные запчасти, необходимые клиентам. Этот процесс будет выгоден, поскольку он снижает затраты без ущерба для качества и повышает удовлетворенность клиентов.

На основании анализа были выделены организации готовые к сотрудничеству и удовлетворяющие потребность в проектировании запасных частей для сервисного центра, был составлен каталог необходимых запасных частей. Эта

работа оценивает преимущества использования обратного инжиниринга, возможные затраты и связанные с этим риски, а также шаги, необходимые для реализации этой стратегии. С помощью результатов этой работы можно создать эффективную и прибыльную систему импортозамещения запасных частей, которая расширит возможности сервисного центра.

В рамках данной работы планируется дальнейшее исследование по внедрению реверс-инжиниринга в сервисный центр ООО «ЦСМ», а также расширение каталога запасных частей и налаживание сотрудничества с новыми организациями по проектированию и производству запасных частей.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Водин Д.В. Применение технологии обратного инжиниринга в машиностроении // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2016 г.). СПб.: Свое издательство, 2016. – С. 67–69.
2. Моисеева Н.К. Стратегический менеджмент: учебник. / Н.К. Моисеева, Г.Д. Костина. – М.: МИЭТ, 2016. – 220 с.
3. РМГ 128-2013 «ГСИ. Требования к созданию лабораторий, осуществляющих испытания и измерения» введен 01.05.2015 – Москва: Стандартиформ, 2015 – 16 с.
4. Гуськова, В. П. Хроматографические методы разделения и анализа : учебное пособие / В. П. Гуськова, Л. С. Сизова. – 2-е изд., испр. и доп. – Кемерово : КемГУ, 2015. – 148 с. – ISBN 978-5-89289-888-1. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/72028> (дата обращения: 24.03.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей
5. Баранов В.В. Система разработки прикладного программного обеспечения с использованием языка высокого уровня. / В.В. Баранов, А.А. Звонарев, К. Чжао // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки, № 2 (4), 2019 – с. 27 – 30.
6. Гарнавский Ю. Основы реверс-инжиниринга .Net-приложений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://s3r.ru/2012/10/bez-rubriki/basics\\_dot\\_net\\_reversing/](https://s3r.ru/2012/10/bez-rubriki/basics_dot_net_reversing/).
7. Алехина Т.А., Захаркина Н.В. Импортозамещение как основной инструмент развития экономики России // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2018. № 45 (1) – С. 223–235.
8. Жакевич А.Г. Импортозамещение: проблемы и перспективы // Вестник Международного института экономика и права. 2015. № 1 (18) – С. 36–39.
9. Алексеев Н.Е. Импортозамещение как институт укрепления национального суверенитета // Мировая политика. 2019. № 2 – С. 43–50.
10. Елецкий Н.Д., Столбовская А.Г. Импортозамещение в России: не проблема, а задача // Молодой ученый. 2015. № 6 (86) – С. 406–408.
11. Березинская О., Ведев А. Зависимость российской экономики от импорта // Экономическое развитие России. 2017. Т. 24, № 4 – С. 19–25.
12. Управление промышленными предприятиями: стратегии, механизмы, системы: моногр. / О.В. Логиновский, А.А. Максимов, В.Н. Бурков и др.; под ред. О.В. Логиновского, А.А. Максимова. М.: ИНФРА-М, 2018 – 410 с.
13. ГОСТ Р 57306- 2016 ИНЖИНИРИНГ Терминология и основные понятия в области инжиниринга введен 30.11.2016 – Москва: Стандартиформ, 2016 – 4 с.
14. ГОСТ 18322-2016 Межгосударственный стандарт система технического обслуживания и ремонта техники Введен 01.09.2017- Москва: Стандартиформ, 2017 – 17 с.
15. ГОСТ 4784-2019 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые Введен 01.09.2019- Москва: Стандартиформ, 2019 – 35 с.

© П. П. Солощенко, Г. В. Симонова, 2023