

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-39-18-22>

## ОСНОВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ. РЕВЕРСИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАК ИНСТРУМЕНТЫ НАЛАЖИВАНИЯ СОБСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Чернов Р.С., Мишкина К.А., Стреляная Ю.О.*

*Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия*

**Ключевые слова:** реверсивный инжиниринг, метрологический контроль, импортозамещение, собственное производство, качество продукции (услуг), бюро реверсивного инжиниринга.

**Аннотация.** В данной статье исследуются метрологический контроль и реверсивный инжиниринг как основные средства налаживания собственного производства. Актуальность темы обоснована уходом с российского рынка большого количества поставщиков, что приводит к трудностям в вопросе замены или ремонта устаревшего оборудования. Ключевая идея данной работы – создание на базе предприятий отделов (лабораторий, бюро) по реверсивному инжинирингу. Такие отделы, совместно со специалистами в области машиностроения и метрологии, смогли бы не только решить проблему нехватки комплектующих для машиностроительной отрасли, но и вывели бы государство на новый технологический уровень.

## MAIN TOOLS OF IMPORT SUBSTITUTION. REVERSE ENGINEERING AND METROLOGICAL CONTROL AS TOOLS FOR ESTABLISHING IN- HOUSE PRODUCTION

*Chrenov R.S., Mishkina K.A., Strelyanaya Yu.O.*

*Sevastopol state university, Sevastopol, Russia*

**Keywords:** reverse engineering, metrological control, import substitution, in-house production, product quality (services), reverse engineering bureau.

**Abstract.** This article examines metrological control and reverse engineering as the main means of establishing in-house production. The relevance of the topic is justified by the departure of a large number of suppliers from the Russian market, which leads to difficulties in the issue of replacing or repairing outdated equipment. The key idea of this work is the creation of departments (laboratories, bureaus) for reverse engineering on the basis of enterprises. Such departments, together with specialists in the field of mechanical engineering and metrology, could not only solve the problem of lack of components for the engineering industry, but also bring the state to a new technological level.

В настоящее время из-за санкционной политики многих стран-поставщиков российские предприятия могут испытывать трудности с заменой устаревшего оборудования и поставками нового. Однако, многие производители видят в сложившейся ситуации способ достижения технологического суверенитета. Уход с российского рынка известных иностранных брендов существенно уменьшает конкуренцию, а значит, освобождает место для отечественных производителей. Наладить собственное производство является достаточно сложной задачей, но благодаря методам реверсивного инжиниринга и метрологического контроля этот процесс можно значительно упростить.

Обратный инжиниринг (обратное проектирование, реверсивный инжиниринг, реверс-инжиниринг) – это процесс исследования готового устройства (механизма), целью которого является воссоздание копии объекта, его модернизация и/или восстановление конструкторско-технической и технологической документации на копируемое изделие [1].

Процесс реверс-инжиниринга готового устройства состоит из следующих этапов.

1) Разборка изделия, иногда с применением специальных средств. Изделия могут быть защищены различными способами, и его разборка может потребовать использования специальных инструментов и особых условий (например, высоких температур или давления). При этом в процессе разборки необходимо соблюдать осторожность, чтобы не повредить само изделие.

2) Металлографические и материаловедческие исследования с целью определения используемого материала, его структуры, механических свойств. В случае, если изделие имеет покрытие необходимо также определить его состав и технологические особенности при изготовлении. При необходимости может потребоваться подбор и замена материала исходя из требований, которые предъявляются к функциональным возможностям используемых деталей.

3) 3D-сканирование деталей со сложными поверхностями, получение 3D модели.

4) Снятие размеров с остальных деталей, 3D моделирование деталей сборки.

5) Доработка полученных моделей при необходимости.

6) Создание конструкторско-технологической документации.

7) Выпуск и испытания готового изделия.

Метрологический контроль – это проверка технической документации на соответствие конкретным метрологическим требованиям, регламентированным в стандартах и других нормативных документах [2].

Объектами метрологического контроля, касательно реверс-инжиниринга, могут являться следующие.

1) Состояние и применение средств измерений, эталонов, стандартных образцов, технических устройств с измерительными функциями, испытательного и контрольного оборудования, средств допускового контроля, используемых как в сферах, так и вне сфер государственного регулирования.

2) Состояние и применение методик измерений, используемых как в сферах, так и вне сфер государственного регулирования.

3) Результаты измерений.

4) Соблюдение метрологических правил и норм, устанавливаемых нормативными документами, включая требования к количеству фасованных товаров в упаковках любого вида.

5) Другие объекты метрологического надзора, на которые распространяются метрологические правила и нормы, соответствующие специфике деятельности предприятия [3].

Эти два инструмента отлично дополняют друг друга. Устройства, которые сегодня выпускает машиностроительная отрасль, имеют все больше сложных узлов и деталей, изготовление которых требует высокой точности изготовления и сборки, а значит и обратное проектирование такого оборудования будет требовать той же, а может даже большей точности. Как раз с этой задачей и будет справляться метрологический контроль, задачами которого является контроль качества выпускаемых деталей и проверка соответствия технической документации требованиям ГОСТ и других нормативных документов, что напрямую влияет на качество выпускаемой продукции.

Контроль качества выпускаемых деталей является актуальной задачей не только для реверс-инжиниринга, но и для всего машиностроения в целом. В нынешнее время машиностроительная отрасль выпускает всё более сложные устройства, оснащенные более совершенными по формам узлами и деталями. Для обеспечения точной работы подобных устройств требуется точность сборки, соответствие размеров комплектующих. В подобной ситуации как никогда ранее повышается значимость метрологического контроля качества [1].

Для внедрения методов обратного проектирования в собственное производство вполне логичным выглядит создание на предприятиях лабораторий, бюро или целых отделов по обратному проектированию, которые занимались бы анализом устаревшего или не имеющего отечественных аналогов оборудования, используемого на предприятии, и совместно со специалистами по метрологии и технологами воссоздавали бы на их базе новое оборудование. Таким образом устаревшие машины могут быть не только восстановлены, но и улучшены, адаптированы под конкретные нужды предприятия.

Многие российские предприятия обладают достаточно большой производственной мощностью, чтобы воссоздавать необходимые детали и узлы для вышедшего из строя или устаревшего оборудования. Однако, для внедрения реверсивного инжиниринга в предприятие, необходимо проделать большую работу.

В первую очередь нужно разработать положение об отделе (бюро), которое будет заниматься обратным проектированием, прописать должностные инструкции реверс-инженеров, закупить оборудование, необходимое для работы отдела (бюро), разработать методики, инструкции и множество другое.

Необходимо набрать компетентный персонал. За 3D-сканером, компьютером и программным обеспечением стоит человек, именно он принимает решения, интерпретирует результаты, проводит конструкторскую разработку детали, которая в дальнейшем пойдет на производство, будет функционировать в комплексе оборудования и сэкономит компании деньги. Чтобы этот процесс прошел в адекватные сроки и с адекватным качеством, безусловно, нужен квалифицированный инженер.

На сегодняшний день уже есть специалисты, имеющие достаточные знания, для обеспечения работы бюро по реверсивному инжинирингу. В части измерений и метрологического исследования, это инженер-метролог, который выдаст правильные и четкие результаты, а со стороны создания CAD-моделей – инженер-конструктор, знакомый с основными методами 3D-моделирования и владеющий специальным набором инструментов [4].

Однако, несмотря на близость вышеперечисленных специальностей к процессам и методами обратного проектирования, есть ряд существенных отличий, которым необходимо обучиться, прежде чем стать инженером по обратному проектированию (реверс-инженером).

Вопрос обучения персонала также стоит остро. На сегодняшний день немногие вузы выпускают специалистов по профилю реверсивный инжиниринг и еще меньше обучающих организаций проводят профессиональную переподготовку на данное направление.

Данной работой подтверждается эффективность реверсивного инжиниринга и метрологического контроля как инструментов импортозамещения и развития собственного производства. Эти методы позволяют снизить зависимость от иностранных поставщиков, создавать новые продукты и технологии, а также улучшить качество выпускаемой продукции. Однако, для успешного внедрения этих инструментов в российское производство еще предстоит преодолеть ряд барьеров.

#### **Список литературы**

1. Чернов Р.С., Мишкина К.А., Стреляная Ю.О. Применение методов реверс-инжиниринга для решения производственных задач в современных реалиях // Мехатроника, автоматика и робототехника. – 2022. – № 10. – С. 48-51. – DOI: 10.26160/2541-8637-2022-10-48-51.
2. Карпова О.В., Максимова И.Н. Учебное-методическое пособие к практическим занятиям «Стандартизация и разработка нормативной документации по метрологическому обеспечению». – Пенза: ПГУАС, 2015. – 72 с.
3. ГОСТ Р 8.884-2015 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологический надзор, осуществляемый метрологическими службами юридических лиц. Основные положения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200121499>.
4. Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_97378/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_97378/).

#### **References**

1. Chernov R.S., Mishkina K.A., Strelyanaya Yu.O. Application of reverse engineering methods for solving production problems in modern realities // *Mechatronics, automation and robotics*. 2022, no. 10, pp. 48-51. DOI 10.26160/2541-8637-2022-10-48-51.
2. Karpova O.V., Maksimova I.N. Study guide for practical classes “Standardization and development of regulatory documentation on metrological support”. – Penza: PGUAS, 2015. – 72 p.

3. GOST R 8.884-2015 «State system for ensuring the uniformity of measurements. Metrological supervision carried out by metrological services of legal entities. Basic provisions». – [Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200121499>.
4. Unified Qualification Handbook of Positions for Managers, Specialists and Employees [Electronic resource]. – Access mode: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_97378/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_97378/).

<b>Чернов Роман Сергеевич</b> – магистрант	<b>Chernov Roman Sergeevich</b> – master student
<b>Мишкина Карина Анатольевна</b> – магистрант	<b>Mishkina Karina Anatolievna</b> – master student
<b>Стреляная Юлия Олеговна</b> – кандидат технических наук, доцент кафедры «Цифровое проектирование»	<b>Strelyanaya Yuliya Olegovna</b> – candidate of technical sciences, associate professor of Department «Digital design»
4ernovrs@gmail.com	

*Received 20.12.2023*