

Панфилова Елена Евгеньевна
Государственный университет управления

**Цифровая трансформация экономики и ее влияние на развитие особых
экономических зон**

Аннотация. В статье представлены подходы к рассмотрению реверс-инжиниринга как инструменту эффективного управления деятельностью промышленных организаций в условиях цифровизации экономики и нестабильной внешней среды. Определены виды аддитивных технологий и сфера их применения в различных отраслях промышленности. Даны рекомендации по выбору перспективных направлений для поддержки внедрения технологий реверс-инжиниринга и связанных с ним бизнес-процессов в компании. Уточнен характер влияния реверс-инжиниринга на получение компанией налоговых преференций, достижения целей устойчивого развития и конкурентоустойчивости в перспективе. Рассматриваются вопросы цифровой трансформации экономики на примере Особых экономических зон, являющихся драйверами развития промышленности. Определено место и роль инжиниринговых компаний, оказывающих услуги по реверс-инжинирингу в ИТ-кластерах и якорных резидентах. Выявлены факторы, влияющие на способность инновационных компаний отвечать на глобальные вызовы цифровизации.

Ключевые слова: 3D–модель, цифровизация, цифровой двойник, Особая экономическая зона, управляющая компания.

Panfilova Elena Evgenievna
State University of Management

**Digital transformation of the economy and its impact on the development of special
economic zones**

Abstract. The article presents approaches to considering reverse engineering as a tool for effective management of industrial organizations in the context of digitalization of economics and an unstable external environment. The types of additive technologies and their scope of application in various industries are defined. Recommendations are given for choosing promising areas to support the implementation of reverse engineering technologies and related business processes in the company. The nature of the influence of reverse engineering on obtaining tax preferences by a company, achieving sustainable development goals and competitiveness in the future has been clarified. The issues of digital transformation of the economy are considered using the example of Special Economic Zones, which are drivers of industrial development. The place and role of engineering companies providing reverse engineering services in IT clusters and anchor residents are determined. Factors influencing the ability of innovative companies to respond to global challenges of digitalization are identified.

Keywords: 3D model, digital twin, digitalization, management company, Special economic zone.

Введение

В современных условиях действия жесткой санкционной политики в отношении РФ, ухода с российского рынка ряда иностранных разработчиков программного обеспечения по автоматизации промышленности, а также необходимости усиления технологического

суверенитета при становлении и развитии цифровой экономики особенно актуальным становится вопрос выбора инструментов, позволяющих обеспечить предприятию устойчивость функционирования в нестабильной внешней среде.

Ключевыми проблемами для отечественных предприятий машиностроения, автомобильной промышленности, агропромышленного комплекса и станкостроения становятся нехватка высококвалифицированных инженеров-проектировщиков, отсутствие инновационных технологий, позволяющих создавать цифровые двойники высокотехнологичной, наукоемкой и инновационной продукции, а также проработанного механизма взаимодействия государственных структур, промышленных организаций и фирм, занимающихся реверс-инжинирингом.

Целью исследования является выявление возможных направлений становления и развития реверс-инжиниринга для обеспечения устойчивого финансового положения и конкурентоустойчивости для российских промышленных предприятий.

Задачи исследования предполагают проведение анализа рынка услуг по реверс-инжинирингу и аддитивным технологиям; определение правового поля, регулирующего обеспечение технологического суверенитета посредством поддержки ИТ-компаний; установление факторов, способствующих развитию сегмента цифрового обратного инжиниринга, а также разработка рекомендаций по формированию цифрового профиля компании в нестабильной внешней среде.

Реверс-инжиниринг как услуга активно продвигается Управляющими компаниями для резидентов, расположенных как в ИТ-кластерах, так и других инновационных секторах экономики. Цифровая трансформация имеет двойственный характер для компаний, поскольку она осуществляется как под воздействием внешней среды, так и под влиянием якорных резидентов Особых экономических зон (ОЭЗ). Высокие рейтинги ОЭЗ обычно неразрывным образом связаны с развитым функциональным блоком S7 «Глобальные экономические вызовы», в соответствии с классификацией «Ассоциации кластеров, технопарков и ОЭЗ». С этой точки зрения, представляется актуальным исследование взаимосвязи между уровнем цифровой зрелости технологий, бизнес-процессов Управляющей компании, фирм-резидентов, кластеров в целом.

1. Основная часть. Реверс-инжиниринг и влияние на цифровизацию бизнес-процессов в Особых экономических зонах

Одним из подходов к рассмотрению реверс-инжиниринга является разделение технологий быстрого прототипирования, традиционно используемых на стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, и технологий создания 3D-моделей [7]. Пользовательский опыт при создании нового образца продукции анализируется через удобство работы с векторными моделями сканируемого объекта, создание stl (stereolithography)-файлов и настройку точности параметров при сканировании геометрии объекта [6].

Другие авторы акцентируют внимание на вопросах применения реверс-инжиниринга с позиции пространственного размещения бесконтактных и контактно-измерительных машин для «оцифровки» готовых изделий на производственных участках и цехах предприятия [1,4]. Ряд исследователей указывают на необходимость учета вопросов защиты интеллектуальной собственности производителя высокотехнологичного оборудования и масштаба тиражирования услуг по обратному инжинирингу отечественными сервисными компаниями [5, 12].

Интересным представляется подход ряда авторов к изучению влияния реверс-инжиниринга на промышленную политику организаций, входящих в холдинговую структуру, корпорации, а также компаний, имеющих развитую филиальную сеть или территориально разрозненные производственные площадки [11]. Другие исследователи отмечают важность установления ключевых показателей эффективности по применению технологий реверс-инжиниринга при разработке перспективных планов развития

производства, обновлении устаревших основных производственных фондов, технологической оснастки и измерительного инструмента [2, 17].

Некоторые исследователи говорят о необходимости рассмотрения технологий реверс-инжиниринга через призму цифрового профиля промышленной организации, разработку стратегии цифровой трансформации бизнеса и возможность трансферта знаний по «оцифровке» объекта и переводу данных в конструкторскую документацию [3, 8].

При проведении исследования специфики внедрения технологий реверс-инжиниринга на промышленных предприятиях учитывался опыт применения фотограмметрии, метрологических методов контроля качества изделия, цифровой архивации данных при технологической подготовке производства, а также методы отработки конструкции изделия на технологичность (с учетом вариации применяемых материалов для изготовления прототипа) [13, 14].

Методология исследования предполагает изучение опыта деятельности компаний малого и среднего бизнеса в сфере реверс-инжиниринга; отчетности управляющих компаний по развитию высокотехнологичных кластеров в сфере высоких/информационных технологий; аналитических материалов Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, а также стратегии развития компаний, представленных на сайтах организаций в открытом доступе. Методология исследования предусматривает детальный анализ Постановлений Правительства РФ в области оценки эффективности функционирования ОЭЗ, правил отбора инфраструктурных проектов и деятельности инжиниринговых компаний в промышленных кластерах.

Для любой ОЭЗ РФ наличие в своем составе кластера в сфере информационно-коммуникационных технологий подразумевает, что услуги по реверс-инжинирингу, предиктивной аналитике, предупредительному обслуживанию технологического оборудования оказываются не только внешним компаниям, но и внутренним пользователям. К их числу могут относиться фирмы из разных кластеров ОЭЗ, связанные в рамках кооперационных цепочек или модели контрактного производства.

Услуга реверс-инжиниринга в ОЭЗ может оказываться как компаниями-резидентами, так непосредственно и самой Управляющей компанией. Обычно параллельно с реверс-инжинирингом осуществляется создание в ОЭЗ Центра обработки данных, агрегирующем всю совокупность информации по конструкторской, технологической подготовке производства для высокотехнологичной, инновационной и наукоемкой продукции в рамках родственных и неродственных кластеров ОЭЗ. Тренд на тиражирование опыта, практик функционирования ОЭЗ предполагается Правительством РФ использовать и при взаимодействии со странами БРИКС.

При цифровизации основных и вспомогательных бизнес-процессов в производственной деятельности резидентов ОЭЗ обычно применяется матрица «стратегическая значимость процесса – уровень ключевых компетенций». Если фирма-резидент относится к малому бизнесу и не обладает ключевыми компетенциями в сфере инжиниринговых работ, то она традиционно прибегает к услугам Управляющей компании. Если фирма-резидент относится к среднему бизнесу и участвует в реализации совместных проектов с зарубежными партнерами из дружественных стран, то она ориентируется на получение услуг от инжиниринговых компаний, являющихся резидентами ИТ-кластера.

2. Результаты исследования и их анализ

Реверс-инжиниринг как инструмент устойчивого развития в условиях нестабильной внешней среды рассматривают преимущественно компании малого и среднего бизнеса (17 % резидентов в Особых экономических зонах), которые рейтингуются Ассоциацией по развитию кластеров, а также получают налоговые преференции от Управляющей компании при достижении целей устойчивого развития (ЦУР) [10].

Сервисные компании, функционирующие при крупных холдингах и специализирующиеся на предоставлении услуг реверс-инжиниринга как для внутренних

потребителей компании, так и для внешних пользователей (около 23 % от общей выборки в 856 организаций), рассматривают данную услугу как инструмент обеспечения финансовой стабильности в долгосрочной перспективе [9]. При этом реверс-инжиниринг позиционируется преимущественно как ключевая услуга, обладающая стратегической ценностью и не подлежащая передаче на аутсорсинг или субподряд [15, 16].

Особые экономические зоны рассматриваются отечественными и зарубежными авторами как сложные социально-экономические системы, готовые отвечать на новые вызовы как в мировой экономике, так и в сфере гибкости используемых ИТ-технологий, искусственного интеллекта. Ключевыми факторами, определяющими эффективность цифровизации в ОЭЗ относят следующие:

- подготовка и раскрытие Управляющей компанией ОЭЗ нефинансовой отчетности;
- доступность на территории индустриального парка, кластера высокоскоростного интернета;
- наличие корпоративной информационной системы отечественного производства у руководства Управляющей компании, позволяющей интегрировать потоки как внутри кластеров, так и при взаимодействии с органами государственной власти;
- нахождение Центра обработки данных непосредственно на территории ОЭЗ;
- разработка и актуализация Управляющей компанией ОЭЗ стратегии цифровой трансформации бизнеса;
- использование фирмами-резидентами модели контрактного производства как внутри, так и вне родственных кластеров одной/нескольких ОЭЗ.

Для рейтингования лучших ОЭЗ по показателю «Глобальные экономические вызовы» может быть использована методика Шеремета, в рамках которой за «эталон» берется ОЭЗ-представитель, демонстрирующая наивысшие результаты. В 2024 году, по итогам обработки отчетности ОЭЗ в РФ, по приверженности принципам устойчивого развития, скорости внедрения компонентов «Индустрия 4.0» и моделей контрактного производства (в рамках стратегии импортозамещения) лидируют ОЭЗ «Технополис Москва», ОЭЗ «Дубна» и ОЭЗ «Иннополис».

Заключение

Проведенное исследование показало, что к перспективным направлениям изучения вопросов применения реверс-инжиниринга на промышленных предприятиях и их кооперационных/интегрированных объединениях является:

- разработка стандартов в области применения цифровых двойников для наукоемких изделий и высокотехнологичных изделий;
- встраивание в программы государственно-частного партнерства пилотных проектов по цифровому инжинирингу;
- разработка расширенных квалификационных рамок для оценки специалистов в области промышленного дизайна, технологической и конструкторской подготовки производства.

Внедрение реверс-инжиниринга требует разработки стандартов и регламентов проведения аудита ИТ-процессов, связанных с конструкторской подготовкой документации и оцифровкой реальных физических объектов. При этом регламенты могут быть разработаны как для продукции гражданских отраслей, так и отраслей оборонно-промышленного комплекса.

Список источников

1. Антипина Е. А. Государственно-частное планирование как основа разработки цифровых стратегий будущего / Е. А. Антипина, К. В. Харченко // Муниципальная академия. – 2020. – № 3. – С. 6-12. – EDN DLMIES.
2. Безменов В.А. Реверс-инжиниринг как инструмент финансовой стабильности в условиях изменений / В.А. Безменов // Актуальные вопросы современной экономики. – 2024. – № 5. – С. 671-675. – EDN BBRBFR.

3. Голубев И.Г. Реверс-инжиниринг как инструмент производства запасных частей импортной сельскохозяйственной техники / И.Г. Голубев, В.Я. Гольяпин, М. Н. Болотина // Техничко-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе: материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых, Мелитополь, 21–22 февраля 2024 года. – Мелитополь: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Мелитопольский государственный университет", 2024. – С. 532-534. – EDN SHXICJ.
4. Журавлев А.Н. Особенности технологии трехмерного сканирования для реверс-инжиниринга / А.Н. Журавлев, С.С. Евстафьев // Интеллектуальные системы и микросистемная техника: Сборник трудов Научно-практической конференции, пос. Эльбрус, 01–07 февраля 2024 года. – Москва: Национальный исследовательский университет "Московский институт электронной техники", 2024. – С. 167-173. – EDN CEOPEG.
5. Зотов В. Б. Структура цифровых технологий в Москве / В. Б. Зотов, К. О. Терехова, М. Н. Царапов // Муниципальная академия. – 2022. – № 2. – С. 10-15. – DOI 10.52176/2304831X_2022_02_10. – EDN WUJRNG.
6. Иванов И.П. Методика «обратного» проектирования (реверс-инжиниринга) электромагнитного контактора / И.П. Иванов, А.В. Михайлов, С. А. Моисеев // Вестник Чувашского университета. – 2024. – № 2. – С. 67-74. – DOI 10.47026/1810-1909-2024-2-67-74. – EDN DTKKNZ.
7. Калеев Д. «Серая» зона. Реверс-инжинирингу нужны регламенты и ГОСТы / Д. Калеев // Русский инженер. – 2024. – № 2(83). – С. 16-18. – EDN GGSCWU.
8. Кирнарская С. В. Особенности способов мышления и информационного поведения руководителей при решении командных задач / С. В. Кирнарская, А. Ю. Анфимова // Муниципальная академия. – 2024. – № 2. – С. 330-339. – DOI 10.52176/2304831X_2024_02_330. – EDN SGJKFU.
9. Кугаевский С.С. Реверс-инжиниринг и быстрое прототипирование в машиностроении: учебно-методическое пособие / С.С. Кугаевский; М-во науки и высшего образования РФ.- Екатеринбург: Ид-во Урал. ун-та, 2023.-98 с.- ISBN 978-5-7996-3697-5. Текст: непосредственный.
10. Кудряшов В.А. Анализ предметной области для системы автоматизированного проектирования на основе реверс-инжиниринга / В.А. Кудряшов, А.И. Сергеев // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии: Материалы XI Всероссийской конференции, Оренбург, 16 ноября 2023 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. – С. 392-397. – EDN WFCKAB.
11. Кутин А.А. Реверс инжиниринг для восстановления поврежденных деталей в машиностроении / А.А. Кутин, А.В. Кислова // Перспективные материалы и технологии (ПМТ-2024): Сборник докладов Международной научно-технической конференции ИПТИП РТУ МИРЭА, Москва, 12–16 апреля 2024 года. – Москва: МИРЭА - Российский технологический университет, 2024. – С. 186-189. – EDN TZCQOY.
12. Молодова И. Ю. Проблемы цифровой трансформации массовых социально значимых услуг на муниципальном уровне / И. Ю. Молодова, Д. И. Сафонова // Муниципальная академия. – 2023. – № 2. – С. 110-115. – DOI 10.52176/2304831X_2023_02_110. – EDN JKKVVF.
13. Полетаева А. В. Преимущества и перспективы развития особой экономической зоны "Технополис "Москва" / А. В. Полетаева // Интернаука. – 2022. – № 21-7(244). – С. 9-11. – EDN HTMJLQ.
14. Рожков Е. В. Цифровизация собственности (региональные особенности) / Е. В. Рожков // Муниципальная академия. – 2021. – № 2. – С. 156-161. – DOI 10.52176/2304831X_2021_02_156. – EDN RWWWWL.

15. Сталбекова А. С. Роль технополиса как фактора активизации инновационных процессов в развитии регионов / А. С. Сталбекова // Ежеквартальный научно-информационный журнал "Экономический вестник". – 2022. – № 1,2. – С. 76-80. – EDN TZHHQV.

16. Чибирикова Д. А. К вопросу формирования технополисов / Д. А. Чибирикова // Развитие современной науки: опыт, проблемы, прогнозы: Сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 16 января 2024 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2024. – С. 184-187. – EDN KKMFSY.

17. Шкарупета Е. В. Киберфизическое развитие технополисов в условиях цифровизации и интеллектуализации промышленности / Е. В. Шкарупета // Экономика промышленности. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 381-397. – DOI 10.17073/2072-1633-2023-4-1244. – EDN WPPZPY.

18. Вергейчик М.А. Техничко-внедренческие зоны как часть инновационной системы России//Актуальные вопросы современной экономики.- 2021.- №2.- С.376-383

Сведения об авторе

Панфилова Елена Евгеньевна, к.э.н., доц., доцент кафедры «Управление промышленными организациями» ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», Москва, Россия.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5397-0199>, Web of Science Researcher ID: <https://researcherid.com/rid/C-8762-2019>, SPIN: 3884-1530, AuthorID: 404209

Information about the author

Panfilova Elena Evgenievna, Candidate of Economic Sciences, associate Professor, associate Professor of the Department "Management of industrial organizations", FSBEI HE "State University of Management", Moscow, Russia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5397-0199>, Web of Science Researcher ID: <https://researcherid.com/rid/C-8762-2019>, SPIN: 3884-1530, AuthorID: 404209