

Смирнов Н.П.

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

**Инструментальное обеспечение промышленного производства: управление
жизненным циклом инструмента для снижения себестоимости продукции**

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные проблемы обеспечения российской промышленности металлорежущим инструментом и технологической оснасткой в условиях импортозамещения. Отмечается, что существующие подходы к оценке затрат на инструмент носят фрагментарный характер, фокусируясь либо на расходах в серийном производстве, либо на себестоимости изготовления самого инструмента, игнорируя комплексный анализ его полного жизненного цикла. Доказывается, что обеспечение прозрачности затрат на всех этапах жизненного цикла инструмента является ключевым фактором снижения общей себестоимости конечной продукции. В качестве методологической основы предлагается применение стандартизированных подходов к расчету стоимости жизненного цикла, регламентированных международными стандартами. На основе анализа зарубежного опыта и существующих моделей жизненного цикла формулируется авторский подход, предполагающий глубокую интеграцию инструментального производства в процессы заказчика на этапах проектирования, серийного выпуска и технического обслуживания. Систематизация и актуализация данных о функционировании инструмента позволяют проводить оптимизацию его архитектуры и дифференциацию ассортиментной линейки, направленную на удовлетворение специфических требований потребителей при минимизации совокупных затрат.

Ключевые слова: стоимость жизненного цикла, инструментальное производство, металлорежущий инструмент, себестоимость, импортозамещение, интеграция, техническое обслуживание, архитектура продукта, функциональная модель.

Smirnov N.P.

Moscow State Technological University "STANKIN"

**Tooling for Industrial Production: Tool Lifecycle
Management to Reduce Production Costs**

Abstract. This article examines the current challenges of supplying Russian industry with metal-cutting tools and tooling in the context of import substitution. It is noted that existing approaches to assessing tool costs are fragmented, focusing either on serial production costs or on the manufacturing cost of the tool itself, ignoring a comprehensive analysis of its full life cycle. It is demonstrated that ensuring cost transparency at all stages of the tool life cycle is a key factor in reducing the overall cost of the final product. The methodological basis proposed is the use of standardized approaches to calculating life cycle costs, regulated by international standards. Based on an analysis of international experience and existing life cycle models, the author formulates an approach that envisions the deep integration of tool production into customer processes at the design, serial production, and maintenance stages. Systematization and updating of data on tool performance enable the optimization of its architecture and differentiation of the product line aimed at meeting specific customer requirements while minimizing total costs.

Keywords: life cycle cost, tool production, metal-cutting tool, cost, import substitution, integration, maintenance, product architecture, functional model.

Современная геоэкономическая ситуация обусловила повышенную актуальность задачи обеспечения потребностей отечественной промышленности в критически важной продукции, к которой относится металлорежущий инструмент и технологическая оснастка. Массовый уход с российского рынка в 2022 году ряда ведущих иностранных производителей инструмента создал существенный дефицит в данном сегменте. Замещающие предложения от ряда азиатских производителей не всегда соответствуют требуемым технологическим нормативам, в частности, по показателю стойкости инструмента, что влечет за собой увеличение количества переналадок технологического оборудования, снижение производственных мощностей и рост себестоимости выпускаемой продукции [5].

Параллельно с этим, в рамках стратегии импортозамещения, Минпромторгом России поставлены задачи по наращиванию объемов производства отечественной продукции, что автоматически детерминирует рост спроса на инструмент и оснастку [4]. Учитывая, что их стоимость составляет значительную долю в структуре затрат конечного продукта, обеспечение конкурентоспособности российских изделий напрямую связано с необходимостью сокращения расходов на инструментальное обеспечение [2]. Данная цель может быть достигнута двумя основными путями: снижением себестоимости производства самого инструмента и увеличением его эксплуатационной стойкости [3].

Целью настоящего исследования является разработка концептуальных основ управления затратами на инструмент на протяжении всего его жизненного цикла для снижения себестоимости серийной продукции машиностроительных предприятий. Научная новизна работы заключается в системном подходе к интеграции инструментального производства в восходящие и нисходящие бизнес-процессы заказчика, что позволяет учитывать и оптимизировать не только прямые затраты на закупку, но и последующие эксплуатационные расходы.

Вопросы анализа стоимости инструмента и его влияния на себестоимость основной продукции нашли отражение в трудах ряда зарубежных и отечественных исследователей. Так, фундаментальные аспекты затрат раскрыты в работах Бреннера Д., Вебера К., Ленца Дж. и Весткемпера Э. [7]. Проблематика оптимизации себестоимости продукции через управление инструментальными расходами подробно рассмотрена отечественными учеными: Лутовиновым П.П., Меленькиной С.А. [2]. Вопросы эффективной организации инструментального производства и его роли в промышленной цепи создания стоимости исследуются в работах Истоцкого В.В., Юдина С.В. [1], а также в исследованиях зарубежных авторов: Шуха Г. [10], Кюхна Т. С [9].

Анализ существующих научных трудов [6,7,9,10] позволяет выявить определенную ограниченность проводимых исследований. Как правило, затраты на инструмент рассматриваются с одной из двух изолированных позиций: либо как расходы на потребление инструмента и оснастки в серийном производстве, либо как затраты на производство самого инструмента в качестве товарного изделия. При этом в научной литературе практически отсутствуют комплексные исследования, рассматривающие стоимость полного жизненного цикла инструмента (от проектирования до утилизации), методы управления ею и ее совокупное влияние на стоимость серийных изделий.

Сложность применения оценки стоимости жизненного цикла на практике связана с проблемами аккумуляции и корректного распределения затрат по каждому конкретному инструменту на основе объективной базы, демонстрирующей точную зависимость его износа от вида и длительности нагрузок. Вследствие этого, потенциал анализа стоимости жизненного цикла для снижения совокупной стоимости владения инструментом остается нереализованным.

Методологическую основу исследования составили системный подход и анализ полных затрат. В работе применялись методы теоретического анализа научной литературы, классификации и систематизации данных, а также метод анализа стоимости в разрезе жизненного цикла продукта.

Инструментальное производство занимает уникальное положение в промышленной цепочке создания стоимости. С одной стороны, оно предполагает процессы разработки и проектирования, предшествующие изготовлению инструмента, а с другой — непосредственно влияет на эффективность последующего серийного производства. Таким образом, интенсивность и качество взаимодействия между восходящими и нисходящими процессами инструментального производства напрямую детерминируют общую эффективность создания стоимости у заказчика.

Рассмотрение инструментального производства не только как поставщика материальных активов, но и как носителя критически важных знаний и компетенций, позволяет сформировать у потребителя устойчивое конкурентное преимущество. На этапах, предшествующих производству инструмента, оно может выступать основой разработки и проектирования продукции, поддерживая внедрение таких конструкторских решений, которые оптимизированы для последующей инструментальной обработки и производства. Достижение этого требует тесной интеграции изготовителя инструмента в конструкторские и технологические процессы заказчика. Посредством технико-экономического обоснования с конкретными расчетами стоимости продукция может быть спроектирована инновационным способом, что повышает стабильность процесса и сокращает затраты на разработку и жизненный цикл инструмента.

На этапах, следующих за изготовлением инструмента, инструментальное производство может помогать осуществлять запуск серийного производства и обеспечивать эффективное сервисное обслуживание. Для старта серийного выпуска инструментальный цех предоставляет оптимальные рабочие параметры инструмента, что позволяет достичь максимальной синергии между инструментом и производственным оборудованием. Преимущества для производителя включают снижение первоначальных затрат, сокращение процента брака и уменьшение времени вывода продукции на рынок. На этапе использования инструмента инструментальный цех способен оптимизировать выпуск и производительность на стороне заказчика, принимая на себя необходимые меры по техническому обслуживанию. Согласно [8] техническое обслуживание понимается как совокупность всех технических и административных мер в течение жизненного цикла объекта для поддержания или возврата его в функциональное состояние, и включает в себя осмотр, обслуживание, ремонт и улучшение.

Для целенаправленного снижения затрат на жизненный цикл инструмента необходима детальная фиксация и оценка информации о его состоянии и процессе эксплуатации. Как показали результаты исследования [10], для инструментов обработки листового металла затраты на жизненный цикл в среднем распределяются как 45% на производственные затраты (изготовление) и 55% на эксплуатационные расходы. При этом эксплуатационные расходы включают в себя затраты на простой (~10%) и затраты на техническое обслуживание (~45%) [9,10]. Данное соотношение наглядно демонстрирует, что фокус исключительно на снижении цены закупки является стратегической ошибкой, так как основные резервы сокращения затрат лежат в области оптимизации эксплуатации.

Несмотря на очевидные преимущества, методология стоимости жизненного цикла не получила еще широкого распространения в инструментальной промышленности. К основным проблемам ее внедрения можно отнести: отсутствие унифицированных руководств по сбору необходимых данных; ориентацию инвестиционных решений в основном на цену закупки; отсутствие прозрачности эксплуатационных данных со стороны заказчика, что не позволяет производителю адекватно оценивать последующие затраты, обусловленные фактическими нагрузками и отказами.

Таким образом, компании инструментальной отрасли сталкиваются с тремя ключевыми вызовами в контексте анализа стоимости жизненного цикла: необходимость систематического сбора релевантных данных на всем протяжении жизненного цикла инструмента; обеспечение высокого уровня детализации и качества этих данных для проведения осмысленного анализа и прогнозирования; обеспечение сопоставимости

инструментов и производимой с их помощью продукции для построения достоверных прогнозных моделей.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что традиционные подходы к управлению затратами на инструмент, сфокусированные лишь на его закупочной цене, являются несостоятельными в современных условиях. Для существенного снижения себестоимости конечной продукции необходим переход к парадигме управления полной стоимостью владения инструментом на протяжении всего его жизненного цикла.

Реализация данного подхода требует глубокой интеграции производителя инструмента в бизнес-процессы заказчика: от совместного проектирования и конструирования, оптимизированного под возможности инструментальной обработки, до сервисного сопровождения и технического обслуживания на этапе эксплуатации. Это позволит не только распределить риски и затраты между участниками цепочки создания стоимости, но и создать устойчивое конкурентное преимущество за счет обмена знаниями и компетенциями.

Ключевыми направлениями дальнейших исследований в данной области являются: разработка стандартизированных методик сбора и анализа данных о функционировании инструмента в реальных условиях эксплуатации; создание цифровых платформ для обеспечения прозрачности и обмена данными между производителем инструмента и заказчиком; разработка отраслевых специфических моделей расчета LCC для различных типов инструмента и оснастки.

Список источников

1. Истоцкий В.В., Юдин С.В. Инструментальное производство: проблемы и пути решения Известия ТулГУ. Технические науки. 2021. Вып. 3 с.219-226
2. Лутовинов П.П., Меленькина С.А. Оптимизация затрат в металлообрабатывающем производстве // Организатор производства. 2020. Т.28. № 1 С. 79-90.
3. Протасьев В.Б., Истоцкий В.В. Состояние производства современного металлорежущего инструмента в России // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2013. Вып. 8. С. 223-231.
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 5 ноября 2020 г. № 2869-р Стратегию развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года
5. Чаруйская, М. А. Анализ существующих подходов к управлению жизненным ЦИК-лом инструмента в промышленности / М. А. Чаруйская, Н. П. Смирнов // Управление и инновационное развитие предприятия: новые подходы и актуальные исследования : Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 28 мая 2025 года. – Москва: МГТУ "СТАНКИН", 2025. – С. 283-288.
6. Abele, E.; Dervisopoulos, M.; Kuhrke, B. (Bedeutung und Anwendung von Lebenszyklusanalysen bei Werkzeugmaschinen): Bedeutung und Anwendung von Lebenszyklusanalysen bei Werkzeugmaschinen. In: Schweiger, S. (Hrsg.) Lebenszykluskosten optimieren. Paradigmenwechsel für Anbieter und Nutzer von Investitionsgütern. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 2009, S. 51–79
7. Brenner D., Weber K., Lenz J., Westkämper E. Total Tool Cost of Ownership Indicator for Holistical Evaluations of Improvement Measures within the Cutting Tool Life Cycle// 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems Procedia CIRP 72 (2018) 1404–1409
8. Deutsches Institut für Normung e.V., (DIN EN ISO 31051): DIN EN ISO 31051. Grundlagen der Instandhaltung (ISO 31051:2012-09), 2019-06.
9. Kühn, T. (Lebenszyklusorientierte Leistungssysteme im Werkzeugbau): Lebenszyklusorientierte Leistungssysteme im Werkzeugbau. Dissertation. Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen, Aachen, 2016.

10. Schuh, G.; Schmitt, R.; Kühn, T.; Hienzsch, M. ("Low-Cost" Tools Through Life Cycle Observation): "Low-Cost" Tools Through Life Cycle Observation. In: Procedia CIRP. 15. Jg, 2014, S. 526–530

Сведения об авторе

Смирнов Н.П., аспирант кафедры финансового менеджмента, ФГАОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», Москва, Россия

Information about the author

Smirnov N.P., postgraduate student in the Department of Financial Management, Moscow State Technological University "STANKIN", Moscow, Russia