

УДК 658.5

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.М. Сычева, В.А. Максименко

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, Красноярск,
email: vvmaksimenko05@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты комплексного исследования проекта технического перевооружения участка механической обработки предприятия. Работа включает изучение существующей организации производства и технических характеристик, выявление возможных проблем, сопоставление имеющихся машин с современными аналогами, расчет экономической эффективности. Подтверждено, что обновление изношенного токарного станка с числовым программным управлением на инновационное оборудование существенно повысит объемы выпускаемой продукции, уменьшит затраты на её изготовление и обеспечит эффективность вложенных средств. Проект способствует укреплению конкурентных позиций предприятия в высокотехнологичной отрасли.

Ключевые слова: машиностроительное предприятие, техническое перевооружение, инновационное оборудование, экономическая эффективность.

ECONOMIC EFFICIENCY OF TECHNICAL RE-EQUIPMENT OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

E.M. Sycheva, V.A. Maksimenko

Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk,
email: vvmaksimenko05@mail.ru

Abstract. This article presents the results of a comprehensive study of a project to technically upgrade a company's machining department. The study included an examination of the existing production organization and technical specifications, identification of potential problems, comparison of existing machines with modern equivalents, and a cost-effectiveness calculation. It was confirmed that upgrading a worn-out CNC lathe with innovative equipment will significantly increase output, reduce manufacturing costs, and ensure investment efficiency. The project will strengthen the company's competitive position in the high-tech industry.

Keywords: machine-building enterprise, technical re-equipment, innovative equipment, economic efficiency.

Дата поступления статьи в редакцию: 31.10.2025

Дата принятия статьи в печать: 11.12.2025

Введение

В нынешней экономической среде финансовые данные приобретают все большую важность. Достоверность, своевременность и объективность этой информации позволяют всем участникам экономических операций получить четкое представление о финансовом положении и результатах деятельности конкретной компании. Анализируя финансовую информацию, предприниматели и другие заинтересованные стороны могут оценивать будущие экономические возможности и финансовые риски, принимать наиболее эффективные управленческие решения. Анализ экономической деятельности выступает ключевым элементом управления в каждой организации. Он помогает определить резервы, обосновать бизнес-планы, а также контролировать их реализацию, ориентируясь на главную цель бизнеса — извлечение прибыли. Информация, полученная в результате анализа, необходима как внешним, так и внутренним пользователям для принятия обоснованных управленческих решений.

Своевременность и актуальность проводимых исследований хозяйственной деятельности компании обусловлена необходимостью получения основных показателей финансового состояния и результатов деятельности организации, что позволяет различным пользователям информации находить оптимальные варианты управленческих решений.

Цель исследования

Цель работы — определить экономический эффект от модернизации производственного участка путем замены устаревшего оборудования на современный обрабатывающий центр.

Объектом исследования в данной работе является процесс технического перевооружения участка механической обработки на машиностроительном предприятии.

Методы изыскания включали анализ литературы, сравнительный анализ, статистический анализ.

Результаты исследования

Анализ технического уровня производства наукоемкой и высокотехнологичной продукции представляет собой оценку производственно-технологического потенциала предприятия и включает в себя расчет показателей технического уровня средств труда (показатели состояния и использования основных производственных фондов), уровня технологии производства (технология производства наукоемкой и высокотехнологичной продукции, ритмичность производства, эффективность использования производственных ресурсов), качества выпускаемой продукции (табл. 1) [1].

Таблица 1

Показатели эффективности основных средств предприятия

Показатель	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Отклонение		Темп роста, %	
				2022 от 2021	2023 от 2022	2022 к 2021	2023 к 2022
Фондоемкость, руб./руб.	0,0079	0,0080	0,0082	0,0001	0,0002	101,27	102,50
Фондовооруженность, руб./чел.	1 109,83	1 112,26	1 104,74	2,43	-7,52	100,22	99,32
Рентабельность ОС, %	2 680,42	3 820,95	3 238,98	1 140,53	-581,98	142,55	84,77

Физический износ токарного станка оценивается в процентах по специальной шкале:

1. Для определения физического износа станков токарной группы предназначен укрупнённый анализ. Результаты осмотра отдельных узлов и элементов оборудования сравнивают с экспертной оценочной шкалой. Степень износоустройства не превышает 5%.

2. Если эксплуатационный ресурс исчерпан не более чем на 10%, то техническое состояние проверяемого объекта считается хорошим. Такие станки находятся в полностью рабочем состоянии, отремонтированы и восстановлены.

3. В случае обнаружения небольших дефектов – механических повреждений в виде царапин, неровностей и т.д., которые не влияют на точность обработки, – изнашиваемость от 20 до 35%. Состояние определяется как хорошее, механизм проходит своевременное техническое обслуживание и не нуждается в дополнительном ремонте.

4. Функциональность оборудования, выполняющего механическую обработку длительный срок, но при этом не требующего значительного ремонта, считается удовлетворительной. Степень износа находится в границах от 40 до 60%.

5. Условно пригодным обозначается устройство, которое выполняет различные операции, но требует замены двигателя, шпинделя, задней бабки и других основных узлов. Минимальное значение изменения рабочих параметров – 65%, а максимальное – 80%.

6. Состояние токарных станков, которые изношены на 85–90% и требующих капитального ремонта, признаётся не удовлетворительным.

7. Оборудование, полностью исчерпавшее эксплуатационный ресурс и не способное выполнять механическую обработку заготовок, считается негодным [2].

Оборудование должно соответствовать требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.003 и в соответствии с техническими регламентами [3].

Надежность оборудования закладывается в процессе проектирования, обеспечивается при изготовлении и контролируется при эксплуатации. Чем сложнее техническое устройство, тем больше вероятность того, что его отказ в процессе эксплуатации принесет значительный материальный ущерб. Техническое состояние (ТС) оборудования характеризуется определенными параметрами в данный момент времени и при определенных внешних факторах. Показатели надежности и ТС относятся к одним из важнейших технико-экономических показателей электрооборудования и систем [4].

Именно поэтому глубокое понимание взаимосвязи между конструктивными особенностями, качеством изготовления, условиями эксплуатации и последующим техническим состоянием является краеугольным камнем для минимизации рисков и обеспечения бесперебойной работы. Анализ и прогнозирование ТС позволяют своевременно выявлять потенциальные дефекты, планировать профилактические мероприятия и оптимизировать затраты на техническое обслуживание, что, в конеч-

ном итоге, способствует повышению эффективности использования энергетических ресурсов и снижению эксплуатационных расходов.

Техническое состояние оборудования объектов электроэнергетики влияет на надежность и эффективность их работы. Однако, несмотря на это, старение оборудования, воздействие внешних факторов и режимы работы, отличные от расчетных, приводят к постепенному ухудшению его характеристик и, как следствие, к снижению надежности. Поэтому, поддержание оборудования в работоспособном состоянии требует постоянного внимания, проведения регулярных осмотров, технического обслуживания и своевременного ремонта.

В настоящее время электроэнергетическое оборудование является одним из наиболее надёжных объектов, контролируемых различными системами мониторинга параметров. В ходе проведенного анализа деятельности предприятия, были выявлены проблемы, связанные с износом оборудования и необходимостью проведения технического перевооружения производства. Для решения данной задачи предлагается произвести замену имеющегося оборудования на новое, для этого предлагается провести сравнительный анализ нескольких видов оборудования. Внедрение высокоточного обрабатывающего оборудования приведет к повышению производительности труда, снижению затрат на техническое обслуживание. Также внедрение высокоточного обрабатывающего оборудования приведет к увеличению качества и скорости выполняемых работ, а также к снижению количества простоев и брака [5].

В изготовлении детали «Вставка» участвует три станка: токарный универсальный, фрезерный универсальный и токарный с ЧПУ 16K20T1. Время, затраченное на изготовление одной детали, составляет 38 минут.

Учитывая срок эксплуатации, физический износ, несоответствие геометрических параметров паспортным данным, отсутствия запасных частей, отсутствие потребности у цехов предприятия восстановить токарно-винторезный станок 16K20T1 силами предприятия не представляется возможным, станок имеет нулевую остаточную стоимость и подлежит списанию.

Вместо токарного станка 16K20T1 целесообразней приобрести токарный обрабатывающий центр, укомплектованный приводным инструментом. Такое оборудование даст возможность исключить фрезерную операцию в технологическом процессе изготовления деталей «Вставка» и сократить время ее изготовления, так как все операции механической обработки будут произведены на одном обрабатывающем центре. В свою очередь фрезерный универсальный станок можно будет использовать для изготовления других ДСЕ [6].

Скорость изготовления деталей типа «Вставка» возрастеткратно, так как новое оборудование будет новым морально и технологически. Такие характеристики как частота вращения шпинделя, мощность главного привода, количество инструментов в revolverной головке, время смены инструмента, а также скорость обработки и допустимая нагрузка на станок возрастут. Для повышения производительности и скорости обработки предлагается дополнительно приобрести автоматическое устройство подачи прутка, что позволит быстро и точно подавать прутки на заданную величину в автоматическом режиме.

Информационный поиск предлагаемого к техническому перевооружению оборудования:

1. Токарный станок 11AC200ПФЗ – это токарный станок с полноценной осью Y, предназначен для проведения высокопроизводительной обработки сложных деталей типа «тело вращения» для нужд машиностроительного производства, различных отраслей промышленности – автомобильной, аэрокосмической, приборной и др. «Полная» ось Y позволяет выполнять точное фрезерование внецентровых отверстий, пазов и шпонок, которые невозможно сделать на обычном 3-х координатном станке.

Основные преимущества:

- 12 позиционный revolverный магазин;
- 2 приводных блока, позволяющие выполнять фрезерование;
- возможность установки барфидера;
- полный цикл изготовления детали;
- сокращение времени изготовления;
- удобный доступ для обслуживания;
- емкость для СОЖ большого объема с возможностью установки различных устройств;
- высокомоментный шпиндель, предназначенный для выполнения широчайшего спектра производственных задач;
- ШВП закрытого типа с прямым приводом с двойной опорой;
- цельнолитая чугунная станина;
- система подачи СОЖ в зону обработки.

2. TC1720Ф4 — высокоскоростной токарный станок, предназначенный для комплексной обработки. Автоматическая обработка внутренних и внешних цилиндрических, конусообразных, радиусных и торцевых поверхностей, точение канавок и выемок валов, дисков, нарезание метрических, дюймовых и конусных резьб. Тяжелое основание и надежные применяемые компоненты перемещений по осям обеспечивают высокую жесткость станка. Прямой привод, мотор подачи и шарико-винтовая пара обеспечивает получение максимальной точности установки координат. 12-ти позиционная револьверная головка и современная русифицированная система ЧПУ позволяют обрабатывать детали сложных форм с высокой производительностью.

Наклонная конструкция обеспечивает свободный отвод стружки из зоны резания и улучшенную защиту направляющих и винтовых передач. Увеличенное отверстие для падающей стружки, предусмотренное в станине, в сочетании с пластинчатым стружкосборником (базовая комплектация), минимизирует потери времени на ее удаление из рабочей зоны в процессе работы. В основание встроен выкатной бак для охлаждающей жидкости, обеспечивающий удобство смены СОЖ.

Высокая скорость перемещения по осям X и Z за счет использования сервомоторов в качестве приводов подач, безлюфтовых муфт, подшипников и роликовых направляющих качения повышенной жесткости. Высокоточные ШВП преднатянутого типа позволяют исключить люфты и обеспечить преобразование крутящего момента привода в поступательное движение исполнительного механизма с высокой точностью позиционирования ($\pm 0,005$ мм). Автоматическая импульсная система смазки направляющих и ШВП увеличивает срок эксплуатации станка.

3. Токарно-фрезерный центр KTL 56MY/500 представляет собой высокотехнологичное оборудование, предназначенное для обработки различных металлических изделий.

Таблица 2

Сравнительный анализ выбора оборудования

Параметры	ЧПУ 11АС200ПФЗ	ТС1720Ф4	KTL 56MY/500
Производитель	ООО «Астраханский станкостроительный завод», Россия	АО «СтанкоМашКомплекс», Россия	KMT, Китай
Потребляемая мощность, кВт	30	38	
Габаритные размеры, мм	3080X1700X1700	2290x1930x1780	2750x1890x1945
Время смены инструмента, с	0,5 / 1,7	0,8 / 1,88	
Мощность главного электродвигателя, кВт	15	30,5	15
Пределы частот вращения шпинделя, мин ⁻¹	6000	4200	4500
Система ЧПУ	FANUC0i-TD	Sinumerik 828	Sinumerik 828
Максимальный диаметр, устанавливаемый над станиной, мм	512	480	560
Максимальный диаметр, устанавливаемый над суппортом, мм	318	320	400
Максимальный диаметр обработки, мм	286	300	320
Максимальный длина обработки, мм	495	455	500
Диаметр патрона, мм	210	210	210
Диаметр отверстия шпинделя, мм	62	50	65
Количество инструментов, шт	12	12	8
Мощность двигателя приводного инструмента, кВт	3,0	4,2	2,5
Крутящий момент на приводном инструменте, Нм	11	12	10
Макс. скорость вращения приводного инструмента, об / мин.	6000	4500	5000
Быстрые перемещения по осям X/Z, м / мин.	20 / 20	30 / 30	20 / 20
Сечение резца, мм	20 x 20	25 x 25	20 x 20
Угол наклона станины, град.	45	45	30
Цена, руб.	12 574 322	13 850 000	12 923 810
Вес, кг	4000	3600	4000

KTL 56MY/500 обладает большим рабочим пространством, что позволяет обрабатывать изделия различной формы и размера. Это особенно важно при работе с прототипами или уникальными деталями, когда требуется максимальная гибкость и адаптивность к различным задачам.

Токарно-фрезерный центр KTL 56MY/500 является надежным и многофункциональным инструментом для обработки металла. Благодаря своим преимуществам, он позволяет существенно улучшить производственные процессы и повысить качество готовой продукции. На данном станке используется цельная станина с углом наклона 45° , изготовленная из чугуна марки HT300 с внутренними ребрами жесткости. Такая конструкция станины обеспечивает лучшую устойчивость, жесткость, гашение вибраций. Так же наклонная станина занимает меньшую площадь, что позволяет легко удалять стружку и очищать станок.

Сравнительный анализ по выбору оборудования представлен в таблице 2.

На основе проведенного анализа 20 ключевых параметров, включая производительность, мощность, точность, функциональность и стоимость, в качестве оптимального варианта был выбран токарный обрабатывающий центр TC1720F4. Его ключевым преимуществом является наличие привода инструмента и современной системы ЧПУ, что позволяет выполнять полный цикл токарных и фрезерных операций за одну установку и исключает необходимость в отдельном фрезерном станке. Благодаря частоте вращения шпинделя 4500 об/мин и высоким скоростям подачи время обработки одной детали сократилось с 38 до 9 минут, а суточный выпуск вырос до 160 деталей. Внедрение обрабатывающего центра позволило исключить отдельную фрезерную операцию и перейти к полному циклу обработки за одну установку, что значительно упростило технологический процесс. Это решение также повысило гибкость производства: высвободившийся фрезерный станок позволяет перераспределить нагрузку и расширить номенклатуру изготавливаемых деталей [7].

Инвестиционные затраты по проекту представлены в таблице 3. Основную долю в структуре затрат занимают затраты на приобретение нового оборудования, приспособлений и набор оснастки и инструмента. Затраты на демонтаж старого оборудования, подготовка помещения и монтаж нового оборудования лягут на структурное подразделение.

Таблица 3

Инвестиционные затраты по проекту

Наименование	Цена, тыс. руб.
Токарный обрабатывающий центр с ЧПУ TC1720F4	10000,00
Барфидерлетса	950,00
Набор оснастки и инструмента VDI30-D1	1950,00
Итого:	13850,00

Сумма инвестиций всего составляет 13850,00 тыс. руб.

Полезный эффект нового станка или технологической линии определяется большим количеством эффектов, отличающих новое оборудование от базового. Расчёт полного полезного эффекта производится по формуле:

$$\text{Эп} = \text{Ц1} \cdot (\text{кп} \cdot \text{кд} - 1) + \text{Ит} + \text{Кт} + \text{Эк} + \text{Эс} + \text{Эд}, \quad (1)$$

где Ц1 – отпускная цена базового оборудования, руб.;

кп – коэффициент роста производительности нового оборудования по сравнению с базовым;

кд – коэффициент учета изменения срока службы нового оборудования по сравнению с базовым;

Ит – изменение текущих издержек эксплуатации (без амортизационных отчислений) у потребителя за срок службы при использовании им нового оборудования, руб.;

Кт – изменение отчислений от сопутствующих капитальных вложений потребителя за срок службы при использовании нового оборудования, руб.;

Эк – эффект от изменения качества продукции, изготавливаемой на новом оборудовании, руб.;

Эс, Эд – социальный и экологический эффект, выраженный в экономических показателях, обусловленный применением нового оборудования у потребителя, руб.

Потребность предприятия в сырье и материалах должна быть обоснована. Каждый вид потребления (основное производство, внедрение новой техники и проведение экспериментальных работ, ремонтно-эксплуатационные нужды, изготовление технологической оснастки и инструмента, прирост незавер-

шенного производства, создание необходимых материальных запасов) имеет соответствующую специфику расчетов.

Потребность в материальных ресурсах для проведения мероприятий по планам развития предприятия определяется на основе объемов работ по совершенствованию техники и технологии, механизации и автоматизации производства, освоению и внедрению новой техники, объемов НИОКР и других планируемых работ и норм расхода материалов на эти цели [8].

Сравнивая основные экономические показатели производства до и после внедрения проекта технического перевооружения производства, можно сделать вывод о целесообразности их осуществления.

В таблице 4 представлен сравнительный анализ основных экономических показателей деятельности предприятия.

Таблица 4

Экономические показатели до и после реализации проекта

Показатель	До проекта	После проекта	Абсолютное отклонение	Темп роста, %
Выпуск продукции, шт.	1800	5400	3600	300,00
Себестоимость единицы изделия, руб.	808,97	710,84	-98,13	87,87
Трудоемкость единицы изделия, н/час	3,068	0,868	-2,2	28,29
Выручка от продаж товаров, тыс. руб.	1980	5940	3960	300,00
Себестоимость реализованных продукции, тыс. руб.	523,85	2101,47	1577,62	401,16
Прибыль от реализации продукции, тыс. руб.	513,695	867,658	353,963	168,91
Рентабельность продаж, %	26,46	35,38	8,92	133,71

В результате внедрения проекта технического перевооружения произойдет снижение себестоимости продукции на 1278 руб. Увеличение объема производства на 1058 шт. оказывает положительное влияние на увеличение объема выручки [9]. Прирост выручки на 740695,00 тыс. руб. или 16,59%, общий прирост полной себестоимости при этом увеличился на 9,79%. За счет увеличения объема в натуральном выражении. Прирост рентабельности продаж на 5,16%, темп прироста 44,87%.

Выводы

Проведенное исследование демонстрирует, что проект технического перевооружения участка механической обработки предприятия путем внедрения токарного обрабатывающего центра ТС1720Ф4 является комплексным и высокоэффективным решением. Проект не только устраняет «узкое место» и ликвидирует эксплуатацию аварийного оборудования, но и приносит значительный экономический эффект, выражающийся в существенном снижении себестоимости, росте производительности и высоких значениях ключевых инвестиционных показателей.

Реализация данного проекта позволит предприятию укрепить свой технологический потенциал, повысить гибкость производства и усилить конкурентоспособность на внутреннем и международном рынках наукоемкой продукции, что полностью соответствует стратегическим целям развития предприятия.

Внедрение токарного обрабатывающего центра ТС1720Ф4 также влечет за собой повышение квалификации персонала, задействованного в процессе, что, в свою очередь, положительно скажется на качестве выпускаемой продукции и снизит вероятность возникновения брака. Кроме того, современное оборудование обеспечивает более безопасные и комфортные условия труда для работников, что способствует повышению их мотивации и лояльности к предприятию.

Также стоит отметить, что автоматизация процессов, связанная с использованием нового оборудования, значительно сократит время на выполнение операций, что, в свою очередь, позволит оптимизировать производственные циклы и снизить затраты на трудозатраты. Это создаст дополнительные возможности для увеличения объемов производства без необходимости значительного увеличения численности персонала.

Важным аспектом является и экологическая составляющая проекта. Современные токарные обрабатывающие центры, как правило, обладают более низким уровнем энергопотребления и минимизируют выбросы вредных веществ в атмосферу.

В заключение, реализация проекта технического перевооружения участка механической обработки с внедрением токарного обрабатывающего центра TC1720Ф4 является стратегически обоснованным шагом, который не только решает текущие проблемы, но и закладывает основу для устойчивого развития предприятия в будущем.

Таким образом, проект является не просто заменой устаревшего оборудования, а важным шагом на пути к созданию высокотехнологичного и конкурентоспособного производства.

Литература

1. Рагозина М.А., Ивашов В.Е., Ивашова О.О. Организационные механизмы проведения модернизации на промышленном предприятии // *Фундаментальные основы инновационного развития науки и образования: сборник статей II Международной научно-практической конференции*: в 3 ч., Пенза, 30 декабря 2018 года. Том Часть 2. Пенза: «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2018. С. 58-60. EDN: VQBFJW.
2. Способы определения степени износа токарного станка | Статьи РОСНА Инжиниринг. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosna-spb.ru/press-centr/stati/sposoby-opredeleniya-stepeni-iznosa-tokarnogo-stanka/> (дата обращения: 22.10.2025).
3. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс]. URL: <https://sptg.ru/upload/iblock/474/i44ye0xqwn4da4n6i7ofu9zk3cyo0wgg.pdf> (дата обращения: 22.10.2025).
4. Варфоломеев В.П. Управление высокотехнологичным производством: монография. М.: Экономика, 2009. 366 с. ISBN: 978-5-282-02971-0 EDN: QTRVPB.
5. Алексеева О.А. Практическая реализация основных направлений повышения эффективности использования основных производственных фондов промышленного предприятия // *KANT*. 2012. № 5. 9 с. EDN: PDFSYJ.
6. Мельникова М.Е., Рагозина М.А. Направления совершенствования программных продуктов для оценки стоимости машин и оборудования // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики*. В 3-х томах, Красноярск, 08–12 апреля 2019 года / Под общей редакцией Ю.Ю. Логинова. Том 2. Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», 2019. С. 743-744. EDN VNAKIE.
7. Янькова Т.В., Рагозина М.А. Технико-экономическое обоснование модернизации оборудования на ОАО «Красмаш» // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. 2010. Т. 2, № 6. С. 70-71. EDN: TBIESJ.
8. Ходько А.С., Крашенинник А.Ю., Рагозина М.А., Юрковская Г.И. Оценка эффективности инновационного проекта в машиностроении // *Научный диалог: Молодой ученый: Сборник научных трудов по материалам XVI международной научной конференции*, Санкт-Петербург, 22 апреля 2018 года. СПб.: Международная Объединенная Академия Наук, 2018. С. 23-25. DOI: 10.18411/spc-22-04-2018-08 EDN: UTMPWQ.
9. Баканов М.И. Теория экономического анализа. М.: Финансы и статистика, 2010. 288 с.