

УДК 658.152:621

DOI: 10.25806/uu-6517

**ПРОЕКТ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ****М.А. Рагозина, В.Ю. Карнаухова**

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнёва», Красноярск, email: karnauhovav216@gmail.com

**Аннотация.** В условиях санкционных ограничений и необходимости обеспечения технологического суверенитета модернизация производственного оборудования машиностроительных предприятий приобретает стратегическое значение. В статье представлен проект модернизации участка механической обработки машиностроительного предприятия на основе внедрения multifunctional токарно-фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ. Проведен анализ организационно-технического уровня производства, выявлены проблемы высокого износа оборудования и роста затрат на ремонт. Разработаны технологические решения, позволяющие совместить несколько операций в одном установе, снизить трудоемкость и материалоемкость продукции. Приведены расчеты капитальных вложений, изменения себестоимости, оценены основные показатели экономической эффективности инвестиционного проекта: NPV, PI, IRR и DPP. Результаты подтверждают целесообразность предлагаемой модернизации.

**Ключевые слова:** модернизация производства, машиностроение, обрабатывающий центр с ЧПУ, экономическая эффективность, инвестиционный проект, себестоимость продукции, производительность труда.

**PROJECT TO MODERNIZE THE EQUIPMENT OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE****M.A. Ragozina, V.Y. Karnaukhova**

Siberian State University of Science and Technology named after Academician M. F. Reshetnev, Krasnoyarsk, email: karnauhovav216@gmail.com

**Abstract.** In the context of sanctions restrictions and the need to ensure technological sovereignty, the modernization of production equipment at machine-building enterprises is of strategic importance. The article presents a project for the modernization of a mechanical processing section at a machine-building enterprise based on the implementation of a multifunctional CNC turning-milling machining center. An analysis of the organizational and technical level of production was carried out, and problems of high equipment wear and increasing repair costs were identified. Technological solutions have been developed that make it possible to combine several operations in one setup, reduce labor intensity and material consumption of products. Calculations of capital investments and changes in production costs are presented, and the main indicators of economic efficiency of the investment project are evaluated: NPV, PI, IRR and DPP. The results confirm the feasibility of the proposed modernization.

**Keywords:** modernization of production, mechanical engineering, CNC machining center, economic efficiency, investment project, production cost, labor productivity.

Дата поступления статьи в редакцию: 04.08.2026

Дата принятия статьи в печать: 08.10.2026

**Введение**

В современных условиях российская промышленность столкнулась с серьёзными вызовами, связанными с ограничением доступа к западным технологиям, комплектующим и оборудованию. Это заставило предприятия искать внутренние резервы повышения эффективности производства [1]. Модернизация производственных мощностей и освоение новых технологий, с одной стороны, способствуют росту эффективности деятельности предприятия и формируют среднесрочные и долгосрочные конкурентные преимущества, позволяя выпускать продукцию высокого качества в соответствии с современным уровнем технических достижений [2]. С другой стороны, это имеет особое значение для отрасли в целом: предприятия, внедряющие новейшие технологии, побуждают остальных участников рынка следовать их примеру для сохранения конкурентоспособности [3]. Обновление технического потенциала имеющегося оборудова-

ния или внедрение нового — залог роста производительности, улучшения качества выпускаемой продукции и сокращения ручного труда [4].

#### Цель исследования

Цель исследования — разработка и организационно-экономическое обоснование проекта модернизации оборудования машиностроительного предприятия.

Объект исследования — машиностроительное предприятие, специализирующееся на выпуске сложного оборудования для нефтегазодобывающей, авиационной и топливно-энергетической промышленности.

Теоретическая и методологическая база — труды отечественных и зарубежных учёных в области производственного менеджмента, инвестиционного анализа и оценки эффективности технологических инноваций [5, 6].

#### Результаты исследования

Основная цель модернизации производства — повышение его эффективности, которое выражается в росте объёмов производства, увеличении выручки и прибыли, а также в улучшении качества выпускаемой продукции [2]. Перед приобретением оборудования руководители производственных предприятий всегда прогнозируют основные экономические показатели. Проведём соответствующий расчёт.

Анализ организационно-технического уровня производства объекта исследования показал, что на предприятии эксплуатируется значительное количество оборудования, введённого в строй в 1970–1990-х годах [1]. Так, токарно-винторезные станки типов 16K20, 1M63, B43 и фрезерные станки 6K82Ш, BM127H имеют срок службы, значительно превышающий нормативный. Коэффициент износа основных средств за период 2023–2025 гг. вырос с 0,099 до 0,193, а коэффициент годности снизился с 0,901 до 0,807, что свидетельствует о недостаточных темпах обновления основных фондов [4].

Следствием высокой степени износа оборудования является рост затрат на аварийные ремонты [3]. В 2025 году общее время простоев по причине аварийных ремонтов составило 2150 часов, а их стоимость достигла 17 654 тыс. руб., что на 12,1% превышает показатель 2023 года. Наибольший удельный вес в структуре затрат на ремонт (39%) приходится на универсальные токарные и фрезерные станки, что подтверждает необходимость их приоритетной замены [1].

Для решения выявленных проблем был разработан проект модернизации участка механической обработки, предусматривающий замену двух единиц устаревшего оборудования (токарно-винторезного станка 16K20 и фрезерного станка 6K82Ш) на один многофункциональный токарно-фрезерный обрабатывающий центр Takisawa TMT4500 ST [6]. Данный станок позволяет выполнять комплексную обработку деталей с одной установки, совмещая токарные, фрезерные и сверлильные операции, что исключает погрешности базирования при переустановках и сокращает вспомогательное время [5].

В ходе сравнительного анализа были рассмотрены три модели оборудования: Takisawa TMT4500 ST, TRENS SBX 500 и DMC DL 25SY. Сравнение проводилось по техническим и стоимостным характеристикам (таблица 1).

Таблица 1

#### Сравнительный анализ токарно-фрезерных обрабатывающих центров

| Характеристики                     | Takisawa TMT4500 ST | TRENS SBX 500 | DMC DL 25SY |
|------------------------------------|---------------------|---------------|-------------|
| Максимальный диаметр точения, мм   | 700                 | 550           | 400         |
| Максимальная длина точения, мм     | 2000                | 1250          | 1080        |
| Мощность главного шпинделя, кВт    | 26                  | 30,8          | 22          |
| Мощность фрезерного шпинделя, кВт  | 22                  | 13            | 7,5         |
| Число инструментов в магазине, шт. | 30                  | 12            | 12          |
| Потребляемая мощность, кВт         | 87,5                | 80,1          | 79,5        |
| Стоимость, тыс. руб.               | 56439,2             | 40368,3       | 78428,1     |

\*таблица составлена авторами на основе технических паспортов и коммерческих предложений производителей оборудования [5, 6]

Стоимость комплекса оборудования с учётом транспортных расходов, подготовки производственных площадей и пуско-наладочных работ составляет 57 073,2 тыс. руб., включая НДС. Финансирование проекта будет осуществляться из двух источников: собственные средства предприятия в размере 37 222,88 тыс. руб. и заёмные средства — кредит на сумму 20 000 тыс. руб. сроком на 4 года под 9% годовых [3].

Внедрение нового оборудования позволяет пересмотреть технологический процесс изготовления продукции [6]. На примере детали «клин подвижный» было проведено сравнение маршрутов обработки до и после модернизации. Исходный маршрут включал четыре операции механической обработки, выполняемые на разных станках: токарная на 16K20, токарная с ЧПУ на Talent 10/78, фрезерная на 6K82Ш и фрезерная с ЧПУ на MV 204P/15. Предлагаемый технологический процесс консолидирует все четыре операции на одном станке Takisawa TMT4500 ST, что сокращает транспортное время и время на установку-снятие детали [5].

Рассчитаем основные затраты на единицу изделия на старом и новом оборудовании, то есть до и после модернизации (таблица 2).

Таблица 2

### Расчет затрат на единицу изделия до и после модернизации

| Наименование материалов                     | Единицы измерения | До внедрения      |                        |                          | После внедрения   |                        |                          |
|---------------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|
|                                             |                   | Расход на изделие | Цена, руб. за ед. изм. | Затраты на изделие, руб. | Расход на изделие | Цена, руб. за ед. изм. | Затраты на изделие, руб. |
| Труба 18ХГТ                                 | кг                | 0,78              | 85,46                  | 62,17                    | 0,65              | 85,4                   | 56,62                    |
| Электроэнергия                              | кВт-ч             | 11,3              | 6,4                    | 72,32                    | 10,5              | 6,4                    | 67,2                     |
| Основная зарплата производственных рабочих  | руб.              | –                 | –                      | 256,14                   | –                 | –                      | 239,69                   |
| Районный коэффициент и северная надбавка    | –                 | –                 | –                      | 1,6                      | –                 | –                      | 1,6                      |
| Итого основная зарплата                     | руб.              | –                 | –                      | 409,82                   | –                 | –                      | 383,5                    |
| Дополнительная заработная плата             | руб.              | –                 | –                      | 81,96                    | –                 | –                      | 65,2                     |
| Отчисления на социальные нужды              | руб.              | –                 | –                      | 149,5                    | –                 | –                      | 136,4                    |
| Всего затрат на оплату труда с отчислениями | руб.              | –                 | –                      | 641,29                   | –                 | –                      | 585,1                    |

\*таблица составлена авторами на основе технологического маршрута обработки детали «клин подвижный» и действующих норм расхода материалов и электроэнергии [2, 3].

Таким образом, на производство 1 клина подвижного после модернизации потребуется на 56,19 руб. меньше по оплате труда основным рабочим, а экономия по сырью и энергоресурсам составляет 10,67 руб. на единицу изделия.

Себестоимость единицы продукции представлена в таблице 3.

Таблица 3

**Расчет затрат на единицу изделия до и после модернизации**

| Наименование статей затрат                              | До модернизации, руб. | После модернизации, руб. | Изменение, +/- | Изменение, % |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------|--------------|
| Сырье и материалы                                       | 62,17                 | 56,62                    | -5,55          | -8,9         |
| Энергия на технологические нужды                        | 72,32                 | 67,20                    | -5,12          | -7,1         |
| Расходы на оплату труда основных рабочих с отчислениями | 641,29                | 585,10                   | -56,19         | -8,8         |
| Итого прямых затрат                                     | 775,78                | 708,92                   | -66,86         | -8,6         |
| Общепроизводственные затраты                            | 6521,54               | 5868,96                  | -652,58        | -10,0        |
| Итого цеховая себестоимость                             | 7297,33               | 6577,88                  | -719,45        | -9,9         |
| Общехозяйственные расходы                               | 2381,51               | 2148,94                  | -232,57        | -9,8         |
| Итого производственная себестоимость                    | 9678,83               | 8726,82                  | -952,01        | -9,8         |
| Коммерческие расходы (1,1%)                             | 96,79                 | 87,27                    | -9,52          | -9,8         |
| Всего полная себестоимость                              | 9775,62               | 8814,09                  | -961,53        | -9,8         |

\*таблица составлена авторами на основе калькуляции себестоимости единицы продукции предприятия [2, 3].

Согласно представленным данным, себестоимость единицы изделия сократится на 961,53 руб. или на 9,8%. При этом объём выпуска увеличивается с 2 310 до 2 560 штук в год за счёт сокращения трудоёмкости, что даёт дополнительный эффект от масштаба [2].

Далее проведём оценку экономической эффективности и рисков проекта [5].

Таблица 4

**Дисконтирование денежных потоков цеха машиностроительного предприятия, тыс. руб.**

| Показатели                                        | 0         | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       |
|---------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Поток реальных денег, NCF                         | -57222,88 | 12810,75  | 14232,43  | 15827,11  | 17616,19  | 19458,03  | 21248,02 | 23270,95 | 25557,13 | 28140,83 | 31189,52 |
| Коэффициент дисконтирования                       | 1,000     | 0,814     | 0,663     | 0,540     | 0,440     | 0,358     | 0,292    | 0,238    | 0,194    | 0,158    | 0,129    |
| Дисконтированный поток реальных денег             | -57222,88 | 10433,07  | 9437,28   | 8543,47   | 7746,64   | 6968,76   | 6203,22  | 5538,03  | 4954,29  | 4443,77  | 4012,37  |
| Накопленный дисконтированный поток реальных денег | -57222,88 | -46789,81 | -37352,53 | -28809,13 | -21062,49 | -14093,79 | -7890,57 | -2352,54 | 2601,75  | 7045,52  | 11057,89 |

\*таблица составлена авторами на основе расчётов таблиц 1–3 и данных о капитальных вложениях, кредите и ставке дисконтирования [3, 5].

На основе полученных данных о дисконтированных денежных потоках были рассчитаны чистая текущая стоимость проекта, индекс доходности инвестиций, внутренняя норма рентабельности и дисконтированный срок окупаемости [3]. Результаты расчёта эффективности проекта представлены в таблице 5.

Таблица 5

### Эффективность проекта модернизации цеха машиностроительного предприятия

| Показатели                                | Значение |
|-------------------------------------------|----------|
| Период расчета, лет                       | 10       |
| Ставка дисконтирования, %                 | 22,8     |
| Чистая текущая стоимость (NPV), тыс. руб. | 11057,89 |
| Динамический срок окупаемости (DPP), лет  | 7,47     |
| Индекс доходности (PI)                    | 1,19     |
| Внутренняя норма рентабельности (IRR), %  | 27       |

\*таблица составлена авторами на основе расчётов таблицы 4 и данных о ставке дисконтирования и сроке проекта [3, 5].

Таким образом, чистая текущая стоимость проекта больше нуля, соответственно, проект экономически целесообразен [5]. Дисконтированный срок окупаемости составляет 7,47 лет, что находится в пределах срока полезного использования оборудования (10 лет). Индекс доходности 1,19 означает, что на каждый рубль инвестиций приходится 1,19 рубля дисконтированных доходов. Внутренняя норма рентабельности, равная 27%, превышает ставку дисконтирования на 4,2%, что свидетельствует о достаточном запасе финансовой прочности проекта [3].

В результате модернизации цеха машиностроительного предприятия производится замена физически изношенного и морально устаревшего оборудования новым, более производительным и экономичным, частично ликвидируется ручной труд и обеспечивается внедрение прогрессивной технологии [6].

Прогноз основных результатов проекта представлен в таблице 6.

Таблица 6

### Оценка изменения экономических показателей после внедрения мероприятий

| Показатель                                                          | До модернизации | После модернизации | Отклонение, +/- | Темп роста, % |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|---------------|
| Прибыль от реализации продукции, тыс. руб.                          | 203512          | 464944,24          | 261432,24       | 228,5         |
| Объем выпуска продукции, тыс. руб.                                  | 2229480         | 2430133,2          | 200653,2        | 109           |
| Полная себестоимость, тыс. руб.                                     | 2025968         | 1965188,96         | -60779,04       | 97            |
| Среднегодовая стоимость основных производственных фондов, тыс. руб. | 92066           | 124339,2           | 32273,2         | 135,1         |
| Фондоотдача, руб./руб.                                              | 24,22           | 19,54              | -4,68           | 80,7          |
| Рентабельность продукции, %                                         | 7,33            | 13,92              | 6,59            | 190           |

\*таблица составлена авторами на основе расчётов таблиц 3–4 и базовых экономических показателей предприятия [2, 4].

После проведения модернизации происходит значительный рост финансового результата: прибыль от реализации продукции увеличивается в 2,3 раза (на 261 432,24 тыс. руб.). Выручка возрастает на 9,0%, а себестоимость продукции снижается на 3,0% в абсолютном выражении. Снижение фондоотдачи связано с опережающим ростом стоимости основных производствен-

ных фондов по сравнению с выручкой, что является платой за технологическое обновление [2]. Однако рост рентабельности продукции с 7,33% до 13,92% (почти в 2 раза) подтверждает эффективность проведенной модернизации [6].

### Заключение

Проведенное исследование показало, что одной из основных проблем рассматриваемого машиностроительного предприятия является высокий уровень износа производственного оборудования. Несмотря на проводимое обновление основных фондов, его темпы остаются недостаточными: более 85 % оборудования было введено в эксплуатацию еще в советский период. Физический и моральный износ станочного парка ограничивает производственные возможности предприятия, обуславливает необходимость применения ручного труда при выполнении отдельных операций и отрицательно влияет на эффективность производства и конкурентоспособность предприятия.

В целях решения выявленной проблемы предложен проект модернизации участка механической обработки, предусматривающий внедрение многофункционального токарно-фрезерного обрабатывающего центра Takisawa TMT4500 ST. Использование данного оборудования позволяет объединить четыре операции механической обработки в один установ, сократить трудоемкость производства, исключить дополнительные переустановки детали и связанные с ними погрешности базирования, а также снизить затраты на обслуживание и аварийный ремонт устаревшего оборудования.

Расчеты показали, что в результате реализации предложенных мероприятий полная себестоимость единицы продукции снижается на 961,53 руб., или на 9,8 %, а годовой объем выпуска увеличивается на 250 единиц. Реализация проекта также способствует сокращению доли ручного труда и повышению технологического уровня производства.

Оценка экономической эффективности подтверждает целесообразность реализации проекта модернизации. Чистая текущая стоимость проекта имеет положительное значение, внутренняя норма рентабельности превышает принятую ставку дисконтирования, индекс доходности составляет 1,19, а дисконтированный срок окупаемости — 7,47 года, что не превышает установленный срок полезного использования оборудования.

Таким образом, предложенная модернизация позволяет заменить физически и морально устаревшее оборудование более производительным и технологичным, снизить производственные затраты, увеличить объем выпуска продукции и уменьшить риск приостановки производства. С учетом продолжительности поставки, монтажа и ввода оборудования в эксплуатацию общий срок реализации проекта составляет 140 рабочих дней.

### Литература

1. Черномор В.В. Износ станочного парка в российском машиностроении: экономические последствия и пути модернизации // Вестник науки. 2026. Т. 3. № 6 (99). С. 353-359. EDN: MVBINY.
2. Кобзев В.В., Измайлов М.К. Тенденции использования и обновления основных средств российских машиностроительных предприятий // Организатор производства. 2020. Т. 28, № 3. С. 52-62. DOI: 10.25987/VSTU.2020.78.36.006 EDN: FJVKKA
3. Сычева Е. М., Максименко В.А. Экономическая эффективность технического перевооружения машиностроительного предприятия // Управленческий учет. 2025. № 12. С. 233-239. DOI: 10.25806/uu-5625 EDN: UDGKZJ.
4. Кадочников К. Стоп машина. Как прикамские промышленники обновляют производственные мощности // Коммерсантъ. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8058133> (дата обращения: 02.08.2026).
5. Столяр Т.В. Экономическая эффективность отрасли машиностроения России в контексте инновационной экономики // Известия ТГУ. 2017. С. 96-102. СПбГЭУ. EDN: WSPSPY.
6. Кузнецов В.П., Лаврентьева Е. В. Оптимизация бизнес-процессов предприятий машиностроения на базе модернизированной системы управления производством (MES) // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2025. № 3 (71). С. 231-244. DOI: 10.26456/2219-1453/2025.3.231-244 EDN: IWRIJR.