

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

Дипломное проектирование

Методические указания по выполнению
экономической части (раздела) для студентов
специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения»

Витебск
2019

УДК 33:621

Составитель:

Е. А. Алексеева

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 4 от 26.04.2019.

Дипломное проектирование : методические указания по выполнению экономической части (раздела) / сост. Е. А. Алексеева. – Витебск : УО «ВГТУ», 2019. – 34 с.

В методических указаниях изложен порядок выполнения экономической части дипломной работы (проекта). Приведены примеры расчетов и перечень рекомендуемой литературы.

УДК 33:621

© УО «ВГТУ», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Экономическая эффективность технического совершенствования.	5
Общие подходы	
2 Методика экономического обоснования целесообразности внедрения результатов дипломного проекта	10
3 Примеры расчетов экономической эффективности	19
Список рекомендуемой литературы	32

ВВЕДЕНИЕ

В рыночных условиях, когда постоянно растет конкуренция во всех сферах деятельности, а внешняя среда становится все более неопределенной и подвижной, одним из ключевых факторов принятия решений в области техники и технологии является их экономическая целесообразность.

Техническое и организационное совершенствование производства является обязательным условием создания и укрепления конкурентных преимуществ, обеспечивающих долгосрочное выживание промышленного предприятия. Обновление всегда связано с инвестированием средств, а значит сопряжено с риском. Вложение средств не является гарантией успеха, но обеспечивает будущее. В этой связи необходимо, чтобы специалисты организации умели правильно определить направления вложения средств, обосновать размеры затрат, взвесить возможные риски потерь и оценить ожидаемую эффективность принимаемого решения о целесообразности мероприятия.

Дипломное проектирование дает студенту возможность проявить компетенцию в вопросах разработки собственного продукта конструкторского или технологического профиля, проведения научных исследований, а также научиться убедительно доказывать целесообразность внедрения и практического использования результатов проекта с экономической точки зрения.

Методические указания позволяют студенту определить источник экономического эффекта от предлагаемых им в дипломном проекте мероприятий, произвести расчет затрат и экономического эффекта, оценить эффективность разработок.

1 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ. ОБЩИЕ ПОДХОДЫ

Техническим совершенствованием можно считать модернизацию оборудования, совершенствование технологической оснастки, инструмента, технологии, конструкторской и технологической подготовки производства.

Внедрение проводимых в дипломной работе исследований, выполняемых разработок может существенным образом повлиять на результаты деятельности предприятия. Качественная оценка возможных экономических и социальных последствий использования нововведений позволяет систематизировать результаты, виды экономического эффекта и определяющие их факторы, что отражено в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы повышения экономической эффективности производства

Результат	Эффект	Факторы, определяющие экономический эффект
Прямое высвобождение рабочей силы	Снижение расходов по заработной плате	Снижение затрат рабочего времени с учетом изменения структуры занятости
	Уменьшение фонда оплаты труда	Снижение расходов по заработной плате на единицу продукции
	Снижение накладных расходов, непосредственно зависящих от заработной платы	Доля накладных расходов, непосредственно зависящих от заработной платы, в общей сумме накладных расходов (в себестоимости продукции)
	Прирост прибыли в результате перераспределения высвобожденной рабочей силы	Прибыль за счет дополнительного выпуска работником, переведенным на другой участок
Повышение производительности оборудования	Прирост прибыли за счет увеличения объема продукции	Снижение затрат машинного времени на единицу продукции; увеличение производительности используемого фонда машинного времени, прирост средней нормы прибыли на один машино-час
	Снижение удельных затрат на единицу продукции	Снижение удельных затрат, связанных с эксплуатацией машин и оборудования, накладных расходов, экономия затрат на материалы и энергию при внедрении новых технологий
Сокращение длительности производственного цикла	Снижение потерь оборотных средств, ускорения оборачиваемости	Сокращение времени хранения на предприятии материала, подлежащего обработке, уменьшение стоимости незавершенного производства

Продолжение таблицы 1

	Снижение складских и транспортных расходов	Степень интеграции процессов, потребность в площадях и помещениях
	Прирост прибыли за счет более ранних сроков сбыта продукции	Влияние фактора времени на цены и спрос
Повышение гибкости	Снижение расходов по переналадке производства	Снижение затрат времени на изменение технологии и сокращение количества таких изменений
	Прирост прибыли за счет дополнительного объема продукции	Увеличение производительности используемого фонда машинного времени
	Прирост прибыли за счет более быстрого реагирования на спрос	Увеличение загрузки оборудования во времени. Влияние сокращения сроков приема и выполнения заказов на спрос и цены
Повышение качества	Снижение затрат	Снижение затрат времени, материалов и энергии за счет обеспечения качества; снижение затрат, связанных с браком, его исправлением и выполнением гарантийных услуг, экономия затрат у потребителя
	Прирост прибыли за счет увеличения объема продукции	Увеличение производительности используемого фонда времени; улучшение положения с заказами, благодаря повышению качества
	Получение дополнительной прибыли	Реализация качественной продукции по более высоким ценам
Повышение надежности	Снижение производственных затрат	Экономия основных и вспомогательных материалов, энергии, рабочего времени, персонала и машинного времени производственного оборудования; снижение расходов по планово-предупредительному ремонту; снижение затрат, связанных с устранением неисправностей и средних расходов по устранению одной неисправности
	Снижение затрат, связанных с простоями	Сокращение продолжительности простоев в процессе производства, рост производительности труда за счет прироста объема производства
	Прирост прибыли за счет улучшения качества	Сокращение потерь, связанных с низким качеством, браком
Экономия материальных ресурсов	Снижение материальных затрат	Снижение удельных материальных затрат благодаря лучшему использованию полезных свойств сырья и материалов; приближение

Окончание таблицы 1

		размеров заготовок к размерам готовых деталей; экономия сырья и материалов за счет применения микроэлектроники; экономически обоснованная замена одних материалов другими
--	--	---

Кроме того, обоснованием целесообразности технического совершенствования могут служить: улучшение условий труда и уменьшение вредного воздействия на здоровье человека, решение проблем охраны окружающей среды и природопользования, а также импортозамещающая направленность проекта.

Целью выполнения экономической части дипломного проекта является экономическое обоснование внедрения предлагаемых нововведений в производство. Сравнительная экономическая эффективность рассчитывается для выбора рационального варианта сравнения сопоставления путем из ряда альтернативных технико-экономических показателей и выявления прогрессивных изменений по сравнению с принятыми за базу.

Экономическая эффективность производства отражает степень использования ресурсов и отдачу затрат, которая определяется соотношением между достигнутыми результатами и осуществленными затратами.

Годовой экономический эффект рассчитывается с учетом условий внедрения и ожидаемых результатов, получаемых от внедрения мероприятия.

В большинстве случаев совершенствование техники и технологии дает сокращение текущих затрат.

Если внедрение мероприятия приводит только к снижению себестоимости продукции, то годовая экономия определяется по формуле

$$Э_{Г} = (C_1 - C_2)B_2, \quad (1)$$

где C_1 и C_2 – базовая и новая себестоимость единицы продукции по изменяющимся статьям, руб.; B_2 – годовой объем производства после внедрения мероприятия, ед.

Если в результате внедрения снижается себестоимость и изменяется годовой объем выпуска продукции, то годовая экономия рассчитывается по формуле

$$Э_{Г} = C_1 \cdot K_{П} - C_2, \quad (2)$$

где C_1 – себестоимость годового объема производства при базовом варианте, руб.; $K_{П}$ – коэффициент изменения объема производства, определяется как от-

ношение объемов производства в натуральном выражении при новом и базовом вариантах; C_2 – себестоимость годового объема производства после внедрения мероприятий, руб.

Если внедрение мероприятия приводит к снижению себестоимости и вместе с тем к повышению качества продукции и увеличению объема производства, то годовой экономический эффект определяется по формуле

$$\mathcal{E}_T = (\Delta C + \Delta\Pi) \cdot B_1 + \Delta B \cdot (C_2 - C_{2\text{полн}}), \quad (3)$$

где ΔC – снижение себестоимости единицы продукции, руб.; $\Delta\Pi$ – дополнительная прибыль на единицу продукции от повышения качества продукции, руб.; B_1 – годовой объем продукции до внедрения мероприятия, ед.; ΔB – увеличение годового объема производства, вызванное внедрением мероприятия, ед.; C_2 – средняя цена единицы реализуемой продукции без налогов при новом процессе, руб.; $C_{2\text{полн}}$ – полная себестоимость единицы продукции после внедрения мероприятия, руб.

Кроме того, при расчете величин ожидаемого экономического эффекта могут быть использованы и показатели роста производительности труда, снижение трудоемкости продукции, снижение потерь рабочего времени, высвобождение производственных площадей и оборудования и др.

Прирост производительности труда за счет увеличения выработки продукции определяется по формуле

$$\Delta\Pi T = \frac{B'_2}{B'_1} 100 - 100, \quad (4)$$

где B'_1 и B'_2 – показатели выработки на одного работника в год в сопоставимых ценах соответственно до и после реализации мероприятий по совершенствованию организации труда.

Прирост производительности труда в результате снижения трудоёмкости продукции (работ) находится по формуле

$$\Delta\Pi T = \frac{100T}{100 - T}, \quad (5)$$

где T – снижение трудоемкости продукции (работ) в результате внедрения мероприятий, %.

Прирост производительности труда за счет снижения потерь и непроизводительных затрат рабочего времени рассчитывается по формуле

$$\Delta ПТ = \frac{100 \mathcal{E}_{ВР}}{100 - \mathcal{E}_{ВР}}, \quad (6)$$

где $\mathcal{E}_{ВР}$ – снижение потерь и непроизводительных затрат рабочего времени, %.

В результате роста производительности труда возможно условное высвобождение численности рабочих ($\mathcal{E}_ч$, чел.) и экономия средств на оплату труда ($\mathcal{E}_{ЗП}$, руб.):

$$\mathcal{E}_ч = \frac{\Delta ПТ}{100 + \Delta ПТ} \cdot Ч_0, \quad (7)$$

где $Ч_0$ – численность рабочих до внедрения мероприятия, чел.

$$\mathcal{E}_{ЗП} = \mathcal{E}_ч (ЗП_{ср} + Отч), \quad (8)$$

где $ЗП_{ср}$ – среднегодовая заработная плата одного работника (основная и дополнительная); $Отч$ – начисления на заработную плату, руб.

Совершенствование технологического процесса за счет автоматизации может привести к экономии за счет снижения расхода сырья и материалов ($\mathcal{E}_{С.М.}$) и уменьшению потерь от снижения брака ($\mathcal{E}_{С.Б.}$):

$$\mathcal{E}_{С.М.} = (M_1 C_1 - M_2 C_2) B_2, \quad (9)$$

где M_1 и M_2 – норма расхода материала на единицу продукции до и после внедрения мероприятия, в натуральном выражении; B_2 – годовой объем продукции (работ) после внедрения мероприятия, в натуральном выражении; C – цена единицы соответствующего материала после внедрения, руб.

$$\mathcal{E}_{С.Б.} = \frac{(B_1 - B_2) B_2 C_2}{100}, \quad (10)$$

где B_1 и B_2 – процент забракованных изделий по отношению к количеству годных до и после внедрения мероприятий; C_2 – себестоимость единицы продукции (работ) после внедрения мероприятия, руб.

Экономический эффект может быть определен по формуле

$$\mathcal{E}_{ГОД} = \sum \mathcal{E}_i - K \cdot E_H. \quad (11)$$

Экономический эффект от применения новых технологических процессов, модернизации, механизации, внедрения новых способов организации труда

и производства определяется по разности приведенных затрат в расчете на единицу продукции и может быть рассчитан по формуле

$$\mathcal{E} = (Z_1 - Z_2) B_2 = (\Delta C + E_H \Delta K) \cdot B_2, \quad (12)$$

где Z_1 и Z_2 – приведенные затраты на единицу продукции, производимой соответственно с применением базовой и новой техники, руб.; ΔC – разница по изменяющимся статьям ее калькуляции в результате внедрения организационно-технического мероприятия; ΔK – прирост, разница удельных капитальных затрат по проекту; B_2 – годовой выпуск продукции после внедрения, ед./год.

Приведенные затраты представляют собой сумму текущих затрат и приведенных капитальных вложений с учетом нормативного коэффициента эффективности:

$$Z = C + E_H K, \quad (13)$$

где Z – приведенные затраты на единицу продукции, руб.; C – себестоимость единицы продукции, руб.; E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K – удельные капитальные вложения, руб./ед.

2 МЕТОДИКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ЦЕЛЕСООРАЗНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

В экономической части дипломного проекта необходимо кратко изложить **сущность проектируемого мероприятия**, определить источники экономического эффекта, а затем рассчитать его экономическую эффективность.

Расчет состоит из двух разделов. В первом разделе приводится расчет затрат на покупные комплектующие изделия, изготовление нестандартных деталей, на проектирование, монтаж, наладку и регулировку механизмов. Во втором разделе приводится сравнительная характеристика затрат по базовому и проектируемому вариантам и расчет годового экономического эффекта.

В завершение следует обобщить результаты, показать преимущества разработанного варианта, аргументировать целесообразность внедрения разработанного дипломного проекта полученными цифрами.

Раздел 1

Для определения **затрат на покупные изделия** необходимо составить спецификацию покупных изделий. Цены на покупные изделия берутся по сведениям поставщика запчастей к соответствующему оборудованию (можно ис-

пользовать данные интернет-ресурсов и другие источники). Расчет приводится в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Спецификация покупных изделий

Наименование изделия	Цена изделия, руб.	Количество изделий, шт.	Стоимость, руб.
...			
Итого			

Затраты на проектирование и изготовление механизмов, необходимые для внедрения разработанного в дипломном проекте мероприятия, как правило, состоят из затрат на заработную плату конструкторско-промышленного персонала.

Начинается расчет затрат с определения трудоёмкости проектирования. Процедура проектирования обычно включает следующие этапы: разработка технического задания на проектирование устройства, выбор принципиальной схемы устройства, выполнение расчетов, конструирование устройства, изготовление и испытание устройства. Данные по определению трудоёмкости работ принимаются согласно данным предприятия, на котором студент проходил преддипломную практику либо по нормативной литературе на соответствующие виды работ.

После определения трудоёмкости проектирования выполняется расчет основной и дополнительной заработной платы, отчислений на социальное страхование. Часовая тарифная ставка принимается согласно данным предприятия или по официальным источникам информации по состоянию на момент написания дипломного проекта. Расчет приводится в виде таблицы 3.

Таблица 3 – Затраты на проектирование механизма

Наименование статьи	Ед. измер.	Значение
Трудоёмкость проектирования механизма	час	
Часовая тарифная ставка конструкторско-промышленного персонала	руб.	
Основная заработная плата	руб.	
Дополнительная заработная плата (% от основной заработной платы по данным предприятия)	руб.	
Отчисления на социальное страхование и страхование от несчастных случаев (% от суммы основной и дополнительной заработной платы по действующему законодательству)	руб.	
Итого	руб.	

В затраты на изготовление нестандартных деталей входят расходы на сырьё и материалы и заработную плату рабочих, изготавливающих эти детали.

Для определения затрат на изготовление нестандартных деталей необходимо составить их спецификацию. Для этого определяют количество, вид материала, из которого детали изготавливаются, норму расхода материалов на деталь. Спецификацию рекомендуется представить в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Спецификация нестандартных деталей

Наименование детали	Материал	Расход материала на деталь, кг	Количество деталей, шт.	Расход материала, кг
...				
Итого				

После составления спецификации определяются затраты на сырье и материалы.

$$Z_{MAT} = C_{MAT} \cdot P_{MAT}, \quad (14)$$

где C_{MAT} – стоимость материала, тыс. руб.; P_{MAT} – расход материала, кг.

Расчет затрат на сырье и материалы рекомендуется представить в виде таблицы 5.

Таблица 5 – Затраты на сырье и материалы для изготовления нестандартных деталей

Наименование материала	Цена материала, руб./ кг	Расход материала, кг	Стоимость, руб.
...			
Итого			

Помимо затрат на материалы требуется определить затраты на изготовление деталей исходя из трудоемкости операций и соответствующего уровня расходов на оплаты труда основных рабочих (табл. 6).

Таблица 6 – Трудоемкость операций и расчет основной заработной платы

Наименование операций	Разряд рабочего	Трудоемкость, нормо-часы	Стоимость нормо-часа, руб.	Основная заработная плата, руб.
...				
Итого				

Затем производится расчет дополнительной заработной платы и отчислений на социальное страхование. Расчет приводится в таблице 7.

Таблица 7 – Затраты на оплату труда рабочим за изготовление нестандартных деталей

Наименование статьи	Ед. измер.	Значение
Основная заработная плата	руб.	
Дополнительная заработная плата (% от основной заработной платы по данным предприятия)	руб.	
Отчисления на социальное страхование и страхование от несчастных случаев	руб.	
Итого	руб.	

Затраты на **монтаж-наладку механизмов** обычно включают затраты на заработную плату слесарей по ремонту оборудования, слесарей-электриков, слесарей-сборщиков и наладчиков-регулирующих.

Начинается расчет затрат с определения трудоёмкости монтажно-наладочных работ. Сведения о трудоёмкости работ принимаются согласно данным предприятия, на котором студент проходил преддипломную практику, либо по нормативно-справочной литературе.

После определения трудоёмкости проектирования выполняется расчет основной заработной платы, расчет дополнительной заработной платы, отчислений на социальное страхование. Часовая тарифная ставка принимается согласно данным предприятия или по официальным источникам информации по состоянию на момент написания дипломного проекта. Расчет приводится в виде таблицы 8.

Таблица 8 – Затраты на оплату монтажно-наладочных работ

Наименование статьи	Ед. измер.	Значение
Трудоёмкость монтажно-наладочных работ	час	
Часовая тарифная ставка слесаря-ремонтника	руб.	
Количество работников	чел.	
Основная заработная плата	руб.	
Дополнительная заработная плата	руб.	
Отчисления на социальное страхование и страхование от несчастных случаев	руб.	
Итого	руб.	

В результате выполнения расчета в первом разделе должны быть определены все затраты, необходимые для внедрения проекта:

$$Z_{\text{ПРОЕКТА}} = Z_{\text{ПОК.ИЗД}} + Z_{\text{ПРОЕКТИРОВАНИЕ}} + Z_{\text{ИЗГОТ.НЕСТ.ДЕТ.}} + Z_{\text{МОНТ.-НАЛАД.}} \quad (15)$$

Раздел 2

Расчет начинается с характеристики основных технико-экономических показателей базисного и проектируемого вариантов оборудования. К основным технико-экономическим показателям можно отнести:

- производительность оборудования, точность, надежность, долговечность, ремонтпригодность, энергопотребление и т. д.;
- годовой выпуск изделий оборудования;
- эффективный годовой фонд времени работы оборудования;
- количество основных производственных рабочих, их классификация;
- производственная площадь;
- норма штучного времени;
- стоимость единицы оборудования.

1. Производительность основного технологического оборудования в машиностроении зависит от скорости, глубины резания и др. и определяется по паспортным данным станка и справочной литературы.

2. Годовой выпуск изделий определяется исходя из производительности и эффективного годового фонда времени работы оборудования:

$$B = P \cdot T_{НОМ}, \quad (16)$$

$$T_{НОМ} = (T_{КАЛ} - T_{ПР}) \cdot a \cdot c \cdot k, \quad (17)$$

где P – производительность единицы оборудования в натуральном выражении, $T_{КАЛ}$ – календарное число дней в планируемом году; $T_{ПР}$ – количество праздничных и выходных дней в году; a – количество часов в смене; c – количество смен; k – коэффициент использования оборудования (зависит от отрасли и находится в пределах 0,93–0,97).

3. Количество основных производственных рабочих, их разряд для базового варианта принимается студентом по данным предприятия, для проектируемого определяется расчетным путем с учетом сложности работы исходя из трудоемкости операции.

4. Площадь, занимаемая оборудованием, находится в зависимости от габаритов оборудования и определяется по формуле

$$F = S \cdot k_s, \quad (18)$$

где S – габаритные размеры оборудования, m^2 ; k_s – коэффициент, учитывающий дополнительную производственную площадь на проходы, проезды и др. (по данным предприятия или справочника).

5. Норма штучного времени определяется по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{обс} + T_{отл}, \quad (19)$$

где T_o – основное время; $T_{всп}$ – вспомогательное время; $T_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места; $T_{отл}$ – время на отдых и личные надобности.

При расчете штучно-калькуляционного времени учитывается подготовительно-заключительное время.

6. Стоимость единицы оборудования: для базового варианта определяется по данным предприятия или стоимость оборудования, выполняющего аналогичные операции, для модернизируемого – стоимость оборудования по проекту с учетом дополнительных капитальных вложений в модернизацию или приобретение нового оборудования.

Основные технико-экономические показатели сводятся в таблицу 9. Обозначения показателей имеют индексы: индекс Б – обозначает базисный вариант, индекс П – вариант проектируемый.

Таблица 9 – Характеристика основных технико-экономических показателей базисного и проектируемого вариантов

Наименование показателей	Вариант	
	базисный	проектный
Производительность оборудования в натуральном выражении, ед.	P_B	P_P
Эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч	$T_{НОМ}$	$T_{НОМ}$
Годовой выпуск изделий единицы оборудования, ед./год	V_B	V_P
Количество основных производственных рабочих, человек	$Ч_B$	$Ч_P$
Разряд основных производственных рабочих		
Площадь, занимаемая оборудованием, м ²	F_B	F_P
Норма штучного времени, ч	$T_{штБ}$	$T_{штП}$
Стоимость единицы оборудования, руб.	$Ц_B$	$Ц_P$

Следующим этапом второго раздела является определение капитальных затрат на осуществление проекта.

В состав капитальных вложений включаются:

- затраты на основное и вспомогательное оборудование;
- монтажные и транспортные расходы по доставке оборудования;
- стоимость дополнительных производственных площадей.

Для обеспечения сопоставимости варианта в расчете капитальных вложений необходимо учитывать изменение производительности оборудования по проекту внедрения. Расчет капитальных вложений приводится в виде таблицы 10.

Таблица 10 – Капитальные вложения по сравниваемым вариантам

Наименование показателей	Ед. изм.	Вариант		Отклонение
		базисный	проектный	
Стоимость единицы оборудования	руб.	$Ц_B$	$Ц_P$	
Расчётное количество оборудования на принятый объем производства	ед.	$K_P = V_P / V_B$	1	
Стоимость расчётного количества оборудования	руб.	$Ц_B * K_P$	$Ц_P$	
Затраты на транспортировку	руб.	$0,1 Ц_B * K_P$	$0,1 Ц_P$	
Стоимость производственных площадей	руб.	По данным предприятия	По данным предприятия	
Итого капиталовложений у потребителя	руб.			

После анализа основных технико-экономических показателей и определения капитальных вложений по сравниваемым вариантам выполняется **расчет технологической себестоимости** производимой продукции по изменяющимся статьям затрат.

В составе технологической себестоимости продукции, как правило, рассматривают основные элементы затрат:

- основная заработная плата основных производственных рабочих;

- дополнительная заработная плата основных производственных рабочих;
- отчисления в фонд социальной защиты населения и на страхование от несчастных случаев;
- амортизация оборудования;
- затраты на электроэнергию;
- общепроизводственные расходы.

Заработная плата основных производственных рабочих

Расходы на заработную плату следует определить по основным производственным рабочим исходя из эффективного фонда времени, разряда работы, часовой тарифной ставки, (%), дополнительной заработной платы и отчислений на социальное страхование, которые определяются по данным предприятия. Расчет заработной платы приводится в виде таблицы 11.

Таблица 11 – Расчет заработной платы основных производственных рабочих

Наименование показателей	Ед. изм.	Вариант	
		базисный	проектируемый
Количество рабочих	чел.		
Разряд рабочего			
Часовая тарифная ставка рабочего	руб.		
Эффективный фонд рабочего времени одного рабочего	час		
Основная заработная плата рабочих	руб.		
Дополнительная заработная плата рабочих	руб.		
Отчисления на социальное страхование и страхование от несчастных случаев	руб.		
Итого заработная плата с доплатами и отчислениями на социальное страхование	руб.		

Затраты на электроэнергию

Расход электроэнергии определяется на основе общей потребляемой мощности машины, эффективного годового фонда времени и потребного количества оборудования.

Для каждого потребителя энергии расчет ведется отдельно, а затем суммируется.

В общем виде затраты на силовую электроэнергию определяются по формуле

$$C_{\text{Э}} = \frac{N_{\text{уст}} \cdot T_{\text{ЭФ}} \cdot K_0 \cdot K_3 \cdot C_{\text{Э}}}{K_{\text{ПС}} \cdot K_{\text{ЭД}}}, \quad (20)$$

где $N_{\text{уст}}$ – установленная мощность оборудования, кВт; $T_{\text{ЭФ}}$ – эффективный фонд времени работы оборудования, часов; K_0 – коэффициент одновременно-

сти работы оборудования; K_3 – коэффициент загрузки оборудования; $C_{\text{Э}}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб.; $K_{\text{ПС}}$ – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети (0.92); $K_{\text{ЭД}}$ – коэффициент полезного действия электродвигателей (0.9).

Коэффициенты K_0 , K_3 должны быть определены по данным технической документации на конкретный вид оборудования, в зависимости от вида установленных двигателей, количества одновременно работающих двигателей, способа работы двигателей (циклическая, периодическая, на максимальную – минимальную мощность и т. п.). Затраты на электроэнергию рекомендуется оформить в виде таблицы 12.

Таблица 12 – Затраты на электроэнергию

Наименование показателей	Вариант	
	базисный	проектируемый
Установленная мощность электродвигателей, кВт		
Установленная мощность прочих потребителей энергии, кВт		
Необходимое количество оборудования на принятый объем производства, ед.		
Суммарная мощность оборудования, кВт		
Эффективный фонд времени работы оборудования, ч		
Годовой расход электроэнергии потребным количеством оборудования, кВт		
Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб.		
Затраты на электроэнергию за год, руб.		

Амортизация оборудования

Нормы амортизационных отчислений принимаются в зависимости от вида оборудования согласно приложению.

Расчет общепроизводственных расходов

К общепроизводственным относятся: расходы по текущему ремонту и уходу за оборудованием и транспортными средствами, их амортизация, заработная плата вспомогательных рабочих, персонала цеха (руководителей, специалистов, служащих, обслуживающего персонала), амортизация зданий, их текущий ремонт, пожарная и сторожевая охрана и пр. В дипломном проекте уровень общепроизводственных расходов (%) принимается по данным предприятия и рассчитывается в зависимости от суммы основной заработной платы производственных рабочих.

Сводные текущие затраты

Текущие затраты по изменяющимся статьям с расчетом отклонений по вариантам представляют в таблице 13.

Таблица 13 – Сводные текущие затраты

Наименование показателей	Вариант		Отклонение
	базисный	проектируемый	
Затраты на оплату труда основных производственных рабочих, руб.			
Амортизация оборудования, руб.			
Затраты на электроэнергию, руб.			
Общепроизводственные расходы, руб.			
Итого годовые эксплуатационные расходы, руб.			

Расчет показателей эффективности

В результате расчета должны быть определены показатели экономической эффективности внедрения проектируемых мероприятий.

1. Годовая экономия как разница между годовыми эксплуатационными расходами (ГЭР) по сравниваемым вариантам:

$$\mathcal{E} = ГЭР_B - ГЭР_P. \quad (21)$$

2. Годовой экономический эффект с учетом коэффициента эффективности капиталовложений

$$\mathcal{E}_Г = \mathcal{E} - E_H \times K, \quad (22)$$

где E_H – коэффициент эффективности капиталовложений, равный 0,15; K – дополнительные капитальные вложения на модернизацию, обновление оборудования по проекту.

3. Срок окупаемости затрат определяется как отношение суммы дополнительных капитальных затрат на модернизацию к годовой экономии от снижения текущих затрат

$$T_{окуп} = K / \mathcal{E}. \quad (23)$$

Экономическая часть дипломного проекта должна завершаться **выводом**, в котором приводятся основные экономические показатели, определенные в расчете, указывается, при каких условиях и за счет чего возможно получение экономического эффекта.

3 ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ (ДАнные УСЛОВНЫЕ)

Пример 1

Тема: «Измельчитель пластмасс для линии грануляции»

Сущность дипломного проекта

В настоящем дипломном проекте проводится разработка конструкции измельчителя для линии грануляции.

Основной целью является создание устройства, способного обеспечить заданные параметры при переработке вторичного сырья для решения задачи импортозамещения технических средств.

В проектной части дипломного проекта с использованием синтеза механизмов была спроектирована конструкция измельчителя.

Для определения затрат на покупные изделия составлена спецификация на покупные изделия. Цены на покупные изделия приняты по каталогам поставщиков запчастей. Спецификация и расчет затрат на покупные изделия представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Спецификация на покупные изделия

Наименование изделия	Цена изделия, руб.	Количество изделий, шт.	Стоимость, руб.
Эксцентрик	6,88	1	6,88
Шатун	27,39	1	27,39
Коромысло	20,42	1	20,42
Обгонная муфта	50,12	1	50,12
Ролик	12,50	1	12,50
Пружина	6,5	1	6,5
Кронштейн	35,47	1	35,47
Итого		7	159,28

Затраты на проектирование и изготовление измельчителя рассчитываем укрупненно, включая затраты на заработную плату конструкторско-технологического персонала (приняты по сведениям предприятия).

Трудоемкость проектирования механизма ролика по элементам определена экспертным путем и ориентировочно составила:

- трудоемкость синтеза механизма – $t_C = 10$ часов;
- трудоемкость кинематического и динамического анализа механизма – $t_{AM} = 3,5$ часа;
- трудоемкость твердотельного моделирования механизма – $t_{MM} = 12,5$ часа;
- разработка сборочного чертежа и рабочих чертежей деталей – $t_{PC} = 8,8$ часа;
- разработка технологической документации – $t_{PT} = 8,7$ часа.

Всего трудоемкость работ по разработке конструкции и технологии изготовления составила:

$$T_{КТП} = t_C + t_{AM} + t_{MM} + t_{PЧ} + t_{PT} = 10 + 3,5 + 12,5 + 8,8 + 8,7 = 43,5 \text{ часа.}$$

В таблице 15 приведен расчет затрат на проектирование измельчителя.

Таблица 15 – Затраты на проектирование измельчителя

Наименование статьи	Ед. измер.	Значение
Трудоемкость проектирования механизма	час.	43,5
Часовая тарифная ставка конструкторско-технологического персонала 1 категории	руб.	7,20
Основная заработная плата	руб.	313,2
Дополнительная заработная плата	руб.	125,28
Отчисления на социальное страхование и страхование от несчастных случаев	руб.	153,4
Итого	руб.	591,88

В затраты на изготовление нестандартных деталей входят затраты на сырье и материалы и заработную плату рабочих, изготавливающих эти детали.

Для определения затрат на сырьё и материалы составлена спецификация на нестандартные детали, определено количество и вид материала, из которого должны быть изготовлены детали. Спецификация представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Спецификация на нестандартные детали

Наименование детали	Материал	Расход материала на деталь, кг	Количество деталей	Расход материала, кг
Щека	Сталь 3п	27,9	2	55,8
Пластина	Сталь 3п	8,4	1	8,4
Плита	Сталь 3п	14,3	1	14,3
Перемычка	Сталь 3п	5,0	1	5,0
Итого	Сталь 3п			83,5
Корпус	Сталь 45	12,6	1	12,6
Пластина	Сталь 45	2,3	4	12,6
Втулка	Сталь 45	0,23	5	9,2
Итого	Сталь 45			11,5

Затраты на сырьё и материалы определяются по каждому виду, затем суммируются по формуле (14):

$$Z_{MAT} = C_{MAT} \cdot P_{MAT} \cdot K_{ТЗ},$$

где C_{MAT} – стоимость материала, для стали 45 $C_{MAT} = 1,41$ руб. за кг – по данным предприятия, по прейскуранту (или прайс-листу); P_{MAT} – расход материала, $P_{MAT} = 11,5$ кг – по чертежу;

$$\text{Сталь 45 } Z_{MAT} = 1,41 \times 11,5 \times 1,1 = 17,84 \text{ руб.}$$

$$\text{Сталь 3п } Z_{MAT} = 2,15 \times 83,5 \times 1,1 = 197,48 \text{ руб. и т. д.}$$

$$Z_{MAT} = 17,84 + 197,48 = 215,32 \text{ руб.}$$

Для определения затрат на изготовление нестандартных деталей составлена таблица 17, где представлена трудоемкость операций их изготовления (данные по трудоёмкости работ приняты по данным базового предприятия). Сложность токарных, шлифовальных, сверлильных и фрезерных работ соответствует 4 разряду.

Таблица 17 – Трудоемкость операций и расчет основной заработной платы основных рабочих

Наименование операций	Разряд рабочего	Трудоемкость, нормо-часы	Стоимость нормо-часа, руб.	Основная заработная плата, руб.
Токарные работы	4	2,32	4,3	9,98
Шлифовальные работы	4	5,49	4,3	23,61
Сверлильные работы	4	4,62	4,3	19,87
Фрезерные работы	4	3,45	4,3	14,84
Итого	–	15,88	–	68,3

После определения основной заработной платы произведен расчет дополнительной заработной платы, отчислений на социальное страхование и суммы всех затрат на оплату труда рабочим за нестандартные детали, результаты. Расчет приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты на оплату труда за изготовление нестандартных деталей

Наименование статьи	Ед. измер.	Значение
Основная заработная плата	руб.	68,3
Дополнительная заработная плата (% от основной заработной платы по данным предприятия)	руб.	27,32
Отчисления на социальное страхование и страхование от несчастных случаев	руб.	33,47
Итого	руб.	129,09

Затраты на монтаж-наладку механизма ролика включают затраты на заработную плату слесаря-ремонтника. Для выполнения данного вида работы принят рабочий 3 разряда. Расчет заработной платы приведен в таблице 19.

Монтажно-наладочные работы включают следующие операции:

- время сборки конструкции $t_p = 1,2$ часа;
- время подгонки $t_M = 3,8$ часа;
- время наладки, испытаний и контроля спроектированного механизма $t_H = 4,5$ часа.

Таким образом, трудоемкость монтажно-наладочных операций составила:

$$t_{MH} = t_{co} + t_{подг.} + t_{нал.} = 1,2 + 3,8 + 4,5 = 9,5 \text{ часов.}$$

Таблица 19 – Затраты на монтажно-наладочные работы

Наименование статьи	Ед. измер.	Значение
Трудоемкость монтажно-наладочных операций	час	9,5
Часовая тарифная ставка слесаря-ремонтника 3 разряда	руб.	3,98
Основная заработная плата	руб.	37,81
Дополнительная заработная плата	руб.	15,12
Отчисления на соцстрахование	руб.	18,53
Итого	руб.	71,46

Таким образом установлено, что затраты на устройство измельчения будут включать: затраты на покупные изделия, затраты на проектирование механизма, затраты на материалы для нестандартных деталей, затраты на изготовление нестандартных деталей и затраты на монтажно-наладочные работы.

$$Z_M = Z_{\text{пок}} + Z_{\text{проект}} + Z_{\text{мат}} + Z_{\text{изг}} + Z_{\text{монт}} = \\ = 159,28 + 591,88 + 215,32 + 129,09 + 71,46 = 1167,03 \text{ руб.}$$

Сравнительная экономическая эффективность определяется путем сопоставления технико-экономических показателей по двум и более вариантам и служит для выбора оптимального (наиболее экономичного варианта), определения его технико-экономических преимуществ и прогрессивности по сравнению с другим.

В качестве базового варианта принят зарубежный аналог SLGR100, стоимость которого составляет $C_{\text{Баз}} = 1600$ руб., стоимость проектируемого измельчителя ориентировочно составит:

$$C_{\text{ПР}} = 1167,03 \text{ руб.}$$

Вывод

Сравнение основных эксплуатационных характеристик по вариантам позволяет судить о преимуществах спроектированного механизма. Об этом говорит более высокая производительность (на 33 %) при увеличении мощности и энергопотребления на 27 % и снижении цены на 17 % по сравнению с базовым вариантом.

В пересчете на удельные показатели удельное энергопотребление снизится на 13 % (на 1 кг переработанного сырья).

Кроме того, данная разработка решает актуальную задачу импортозамещения и позволяет экономить энергоресурсы.

Пример 2

Тема: «Совершенствование системы биологической очистки»

В данном дипломном проекте проводится модернизация системы биологической очистки сточных вод. Для этого предложено заменить керамические элементы в аэротанках в базовой системе на улучшенные. По проекту разрабо-

тан процесс изготовления пористых элементов из порошка титана и их применение в качестве средств труда в системе биологической очистки.

Решение целесообразности совершенствования системы должно приниматься на основе сравнения технико-экономических показателей и расчета годового экономического эффекта.

Таблица 20 – Техничко-экономические показатели

Показатели	Ед. измер.	Вариант	
		Базовый	Проект.
Количество систем аэротенков	ед.	1	1
Количество пористых элементов в комплекте (на 1 аэротенку)	шт.	450	325
Приведенные затраты на производство одного пористого элемента	руб.	5,28	71,40
Расход стоков в час в 1 аэротенке	м ³ /час	800	850
Расход воздуха для очистки 1 м ³ стоков	м ³ /М ³ ч	34	20
Стоимость воздуха за 1000 м ³	руб.	0,717	0,717
Стоимость 1 м ³ водоотлива, осуществляемого во время малых ремонтов, связанных с заменой единичных элементов	руб.	0,014	0,14
Количество мелких ремонтов в год, связанных с заменой единичных трубных элементов		5	1
Объем водоотлива при опорожнении аэротенка во время мелких ремонтов	м ³	7200	7200
Периодичность замены полного комплекта пористых элементов	лет	3	8
Затраты по монтажу комплекта пористых элементов (за счет стоимости элементов)	руб.	12400	12400

В первую очередь необходимо учесть изменение производительности по вариантам.

1. Расчет коэффициента учета роста производительности системы характеризует соотношение $\left(\frac{B_2}{B_1}\right)$.

Базовый вариант

Ввиду того, что керамические трубы неустойчивы к перемене динамических нагрузок и часто выходят из строя, требуется полное опорожнение аэротенка вышедших из строя трубок. Такие работы проводятся 5 раз в год на 1 аэротенке. Простой аэротенка при проведении 1 такой работы составляет 2 дня, то есть 10 дней в год. Таким образом, производительность аэротенка с керамическими пористыми элементами составляет в год:

$$B_1 = 800 \times 24 \times 355 = 6816000 \text{ (м}^3 \text{ в год).}$$

Проектируемый вариант

Аэротенк, укомплектованный пористыми элементами из титана, работает с одной остановкой на 2 дня в год для проведения профилактического осмотра. Производительность по проекту составит:

$$B_2 = 850 \times 24 \times 363 = 7405200 \text{ (м}^3 \text{ в год)}.$$

Определяем $\frac{B_2}{B_1} = \frac{7405200}{6816000} = 1,08$.

2. Расчет коэффициента учета изменения срока службы титановых пористых элементов по сравнению с керамическими:

$$\frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H}.$$

Долю отчислений от балансовой стоимости на полное восстановление пористых элементов рассчитываем как величины, обратные сроку службы.

Базовый вариант $P_1 = \frac{1}{3} = 0,333$.

Проектируемый вариант $P_2 = \frac{1}{8} = 0,125$.

Определяем $\frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H} = \frac{0,333 + 0,15}{0,125 + 0,15} = 1,756$.

3. Расчет годовых эксплуатационных издержек потребителя при использовании пористых элементов ($I_1 - I_2$). Издержки по эксплуатации комплекта пористых элементов в год состоят из следующих видов:

- затраты на воздух;
- затраты на малый ремонт;
- затраты по монтажу пористых элементов.

3.1 Расход воздуха для очистки 1 м³ стоков составляет при использовании керамических пористых элементов 34 м³, а при использовании титановых – 20 м³. Годовые затраты на воздух составляют по вариантам:

Базисный вариант:

$$\frac{0,717 \cdot 7405200 \cdot 34}{1000} = 180524 \text{ (руб.)}$$

Проектируемый вариант:

$$\frac{0,717 \cdot 7405200 \cdot 20}{1000} = 106190 \text{ (руб.)}$$

3.2 Затраты на малые ремонты.

В период малых ремонтов при замене вышедших из строя единичных пористых элементов объем воды, перекачиваемой из аэротенка, составляет 7200 м³. Затраты, приходящиеся на 1 м³ водоотлива, равны 0,014 руб.

Затраты на малые ремонты аэротенков с керамическими элементами в год составят $0,014 \times 7200 \times 1 = 101$ (руб.).

При использовании в аэротенках титановых элементов малые ремонты практически отсутствуют, но производится один текущий осмотр, т. е. затраты составляют:

$$0,014 \times 7200 \times 1 = 101 \text{ (руб.)}$$

3.3 Затраты на монтаж пористых элементов в аэротенках составляют 12400 руб. Поскольку полная замена элементов производится: керамических – 1 раз в 3 года, а титановых – 1 раз в 8 лет, то и затраты в расчете на год составляют соответственно:

а) керамических элементов $12400 : 3 = 4133$ (руб.);

б) титановых элементов $12400 : 8 = 1550$ (руб.).

Таким образом, общая сумма эксплуатационных издержек комплекта элементов в год составит:
по базовому варианту:

$$I_1' = 180524 + 504 + 4133 = 185161 \text{ (руб.)};$$

по проекту:

$$I_2' = 106190 + 101 + 1550 = 107841 \text{ (руб.)}$$

Экономия на издержках при эксплуатации пористых элементов из титана за год составит:

$$I_1' - I_2' = 185161 - 107841 = 77320 \text{ (руб.)}$$

4. Расчет годового экономического эффекта от производства и использования титановых элементов производим по формуле

$$\Theta = \left[3_1 \cdot \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H} \cdot \frac{(I_1' - I_2') - E_H(K_2' - K_1')}{P_2 + E_H} - 3_2 \right] \cdot A_2$$

Расчет затрат (3_1 и 3_2) на изготовление одного комплекта пористых элементов на 1 аэротенк.

а) керамических элементов: $3_1 = 5,28 \times 450 = 2376$ (руб.);

б) титановых элементов: $3_2 = 71,40 \times 325 = 23205$ (руб.).

Таблица 21 – Сравнительный анализ основных показателей по вариантам

Показатели	Ед. измер.	Вариант	
		Базовый	Проект.
Производительность аэротенка	тыс.м ³ /год	6816	7405,2
Расходы на сжатый воздух	руб.	180524	106190
Затраты на текущий ремонт пористых элементов	руб.	101	101
Монтаж элементов	руб.	4133	1250
Итого эксплуатационных издержек за год	руб.	185,161	107,841
Затраты на изготовление одного комплекта пористых элементов	руб.	2376	23205

Сопутствующих капитальных вложений при использовании пористых элементов в аэротенках не требуется, поэтому выражение $E_H (K_2^1 - K_1^1)$ из формулы исключаются.

Расчет годового экономического эффекта.

Годовой экономический эффект от производства и использования пористых элементов в аэротенке биологической очистки составит:

$$\mathcal{E} = (2376 \cdot 1,08 \cdot 1,756 + \frac{77320}{0,275} - 23205) \cdot 1 = 4507 + 281160 - 23205 = 262462 \text{ (руб.)}$$

Пример 3

Тема: «Разработка системы САПР»

Обоснование целесообразности внедрения системы САПР

В дипломном проекте предлагается внедрение программного комплекса для разработки управляющих программ станков ЧПУ.

За базисный вариант принимаем выполнение работ по разработке программ с использованием устаревшего программного обеспечения, за проектируемый – разработку управляющих программ после внедрения современной системы САПР (АРМ технолога).

Основные минусы базового варианта:

- малопроизводителен;
- не обладает должной гибкостью;
- требует дополнительной площади для организации двух рабочих мест;
- за счет устаревшего программного обеспечения невозможно использовать все функции современного технологического оборудования.

Для выполнения экономического обоснования определим основные факторы повышения экономической эффективности работы предприятия за счет внедрения современной автоматизированной системы подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ:

1. Снижение затрат основного времени на разработку управляющих программ за счет автоматизации основных функций.

Результат: прямое высвобождение рабочей силы.

Эффект: снижение расходов по заработной плате.

2. Снижение доли накладных расходов, непосредственно зависящих от заработной платы, в общей сумме накладных расходов (в себестоимости продукции).

Результат: уменьшение фонда оплаты труда.

Эффект: снижение себестоимости единицы продукции, рост рентабельности производства.

3. Снижение затрат времени на изменение управляющих программ и сокращение количества таких изменений.

Результат: сокращение длительности производственного цикла; повышение гибкости системы создания и освоения новой техники.

Эффект: снижение расходов по перестройке производства; прирост прибыли за счет более ранних сроков сбыта продукции.

4. Снижение затрат, связанных с браком, его исправлением за счет снижения влияния «человеческого фактора».

Результат: повышение качества выпускаемой продукции.

Эффект: снижение затрат на исправление брака продукции.

Определение затрат на внедрение программного обеспечения

Затраты на внедрение САПР – АРМ технолога включают:

- затраты на приобретение необходимой мебели;
- затраты на приобретение ПЭВМ;
- затраты на приобретение программного обеспечения;
- затраты на обучение инженера-технолога;
- затраты на оплату электроэнергии;
- затраты на оплату труда инженера-технолога;
- прочие затраты.

Расчет затрат на приобретение офисной мебели

В этот вид издержек необходимо включить затраты на приобретение стола компьютерного, стула офисного и необходимой оргтехники.

Стоимость стола компьютерного модели СУ-2 составляет 421 руб. (по данным ВКМУП «Заря»).

Стоимость стула офисного модели ИЗО составляет 84 руб. (по данным ЧТУП «Торгатрибут»).

Следовательно, суммарные затраты составят:

для базового варианта: $Z_{M1} = 2 \cdot (421 + 84) = 1100$ руб.;

для проектируемого варианта: $Z_{M2} = 421 + 84 = 550$ руб.

Расчет затрат на приобретение ПЭВМ

По данным ЧТУП «Три Кита Ритейл» стоимость ПЭВМ, соответствующей системным требованиям современных САПР, составляет 3132 руб.

Следовательно, затраты на приобретение ПЭВМ составят:

для базового варианта: $Z_{ПЭВМ1} = 2 \cdot 3132 = 6264$ руб.

для проектируемого варианта: $Z_{ПЭВМ2} = 3132$ руб.

Расчет затрат на приобретение современной САПР

По результатам аналитической и технологической части дипломного проекта в качестве внедряемой системы автоматизированного проектирования выбран программный комплекс NX7 фирмы Siemens, значит размер затрат будет соответствовать стоимости САПР.

$Z_{САПР} = 44300$ руб. (по данным Siemens PLM Software на момент написания дипломного проекта).

Расчет затрат на обучение инженера-технолога

В связи с внедрением нового оборудования и технологии его использования специалисты должны пройти повышение квалификации. Стоимость программы обучения на одного специалиста составляет 4300 руб.

Расчет затрат на оплату электроэнергии

В совокупность данных издержек входят затраты на электроэнергию, потребляемую ПЭВМ, на общее и местное освещение. Для выполнения этого расчета необходимо определить годовой эффективный фонд времени работы инженера-технолога и количество часов использования освещения.

Согласно балансу рабочего времени, полезный фонд составит:

$$(T_n) = T_n - T_n/\text{я} = 255 - 38 = 217 \text{ дней.}$$

С учетом номинальной продолжительность рабочего дня – 8 часов, годовой эффективный фонд рабочего времени одного специалиста:

$$T_{\text{эф}} = 217 \cdot 8 = 1736 \text{ часов.}$$

Согласно СанПиН 9-131 РБ 2000 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, электронно-вычислительным машинам и организации работы» нормой освещенности является 300–500 лк, на основе статистических данных для создания необходимой освещенности необходимо применять искусственное освещение 4–6 часов в течение рабочей смены (в зависимости от времени года, площади остекления оконных проемов, цвета стен рабочего помещения). Принимаем среднее время использования искусственного освещения 5 часов (что составляет $5/8 = 0,625$ от продолжительности рабочей смены). Для общего освещения принимаем лампы люминесцентные дневного света (мощностью $90\text{Вт} = 0,09 \text{ кВт}$ на одно рабочее место), для местного освещения принимаем газоразрядные галогеновые лампы (мощностью $60 \text{ Вт} = 0,06 \text{ кВт}$ на одно рабочее место). Стоимость 1 кВт/ч электроэнергии составляет $C_{\text{э}} = 0,32$ руб.

Соответственно годовые затраты на освещение составят:

$$Z_{\text{осв}} = T_{\text{эф}} \cdot 0,625 \cdot (0,09 + 0,06) \cdot C_{\text{э}}, \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осв1}} = 2 \cdot (1736 \cdot 0,625 \cdot 0,15 \cdot 0,32) = 104,16 \text{ руб. для базового варианта}$$

$Z_{\text{ОСВ2}} = 1736 \cdot 0,625 \cdot 0,15 \cdot 0,32 = 52,08$ руб. для проектируемого варианта.

Так как мощность ПЭВМ составляет 0,6 КВт (по данным ЧТУП «Три Кита Ритейл»), расходы на силовую электроэнергию, потребляемую ПЭВМ, составят:

$Z_{\text{ЭП}} = T_{\text{ЭФ}} \cdot 0,6 \cdot Ц_{\text{Э}}$, (руб.)

$Z_{\text{ЭП1}} = 2 \cdot 1736 \cdot 0,6 \cdot 0,32 = 666,62$ руб. (для базового варианта).

$Z_{\text{ЭП2}} = 1736 \cdot 0,6 \cdot 0,32 = 333,31$ руб. (для проектируемого варианта).

Следовательно, общие затраты на оплату потребленной электроэнергии составят по вариантам:

$Z_{\text{ЭЛ1}} = Z_{\text{ОСВ1}} + Z_{\text{ЭП1}} = 104,16 + 666,62 = 770,78$ руб.

$Z_{\text{ЭЛ2}} = Z_{\text{ОСВ2}} + Z_{\text{ЭП2}} = 52,08 + 333,31 = 385,39$ руб.

Расчет затрат на оплату труда инженера-технолога

Ставка заработной платы инженера-технолога первой категории на момент написания дипломного проекта составляет 7,25 рублей (часовая тарифная ставка первого разряда 2,23 руб.; инженер-технолог первой категории имеет 14 разряд по Единой тарифной сетке оплаты труда – коэффициент 3,25). (Тарифная ставка первого разряда принята по данным предприятия).

Премирование сотрудника принято рассчитывать следующим образом:

– в размере 30 % от заработной платы – премия, учитывающая результативность труда, согласно «Положению о премировании» (по данным ОАО «Конструкторское бюро «Дисплей»);

– в размере 20 % от заработной платы – премия, учитывающая напряженность труда, согласно «Положению о премировании» (по данным ОАО «Конструкторское бюро «Дисплей»).

Норма отчислений принята согласно действующему законодательству.

Таким образом, затраты на оплату труда инженера-технолога составляют:

$Z_{\text{П1}} = 2 \cdot 1736 \cdot (7,25 \cdot 1,3 \cdot 1,2 + 7,25 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 0,346) = 52855,16$ руб. (для базового варианта).

$Z_{\text{П2}} = 1736 \cdot (7,25 \cdot 1,3 \cdot 1,2 + 7,25 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 0,346) = 26427,58$ руб. (для проектируемого варианта).

Определение прочих затрат

К прочим затратам относят содержание и эксплуатацию зданий, мероприятия по охране труда, повышение квалификации специалистов.

По данным базового предприятия в размере 300 руб. за год на одно рабочее место инженера-технолога. Тогда по вариантам прочие затраты составят:

$Z_{\text{ПР1}} = 2 \cdot 300 = 600$ руб. (для базового варианта).

$Z_{\text{ПР2}} = 300$ руб. (для проектируемого варианта).

Все рассчитанные затраты условно можно разделить на две группы: единовременные и текущие. Единовременный характер носят: приобретение необходимой мебели и ПЭВМ. Текущие – это затраты, изменяющиеся в течение

времени (в зависимости от тарифа на электроэнергию, установленной ставки первого разряда, от количества часов применения искусственного освещения), к ним относятся: затраты на электроэнергию, на оплату труда специалистов; прочие затраты.

Таким образом, текущие годовые затраты определяются следующим образом:

$$Z_{ТЕК} = Z_{ЭЛ} + Z_{П} + Z_{ПР}, \text{ (руб.)}$$

$$Z_{ТЕК1} = 770,78 + 52855,16 + 600 = 54225,94 \text{ руб. (для базового варианта)}$$

$$Z_{ТЕК2} = 385,39 + 26427,58 + 300 = 27112,97 \text{ руб. (для проектируемого варианта)}$$

Соответственно капитальные (единовременные) годовые затраты рассчитываются как:

$$Z_{КАП} = Z_{М} + Z_{ПЭВМ} + Z_{САПР} + Z_{ОБ}, \text{ (руб.)}$$

$$Z_{КАП1} = 1100 + 6264 + 0 + 0 = 7364 \text{ руб. (для базового варианта)}$$

$$Z_{КАП2} = 550 + 3132 + 44300 + 4300 = 52282 \text{ руб. (для проектируемого варианта)}$$

Определение экономического эффекта

Годовой экономический эффект рассчитывается путем сравнения суммы экономии на текущих затратах за год с годовой (приведенной) величины капитальных вложений.

В итоге определим годовой экономический эффект:

$$Э_{ГОД} = Э - K \cdot E_H, \text{ (руб.)}$$

где $Э$ – сумма сэкономленных средств, руб.; K – капитальные вложения на внедрение САПР, руб.; E_H – коэффициент эффективности капиталовложений (0,25).

$$\begin{aligned} Э &= (Z_{М1} - Z_{М2}) + (Z_{ПЭВМ1} - Z_{ПЭВМ2}) + (Z_{П1} - Z_{П2}) + (Z_{ПР1} - Z_{ПР2}) + (Z_{ЭЛ1} - Z_{ЭЛ2}) \\ &= (1100 - 550) + (6264 - 3132) + (52855,16 - 26427,58) + (600 - 300) + \\ &\quad (770,78 - 385,39) = 30794,97 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$K = Z_{М2} + Z_{ПЭВМ2} + Z_{САПР} + Z_{ОБ} = 550 + 3132 + 44300 + 4300 = 52282 \text{ руб.}$$

$$Э_{ГОД} = 30794,97 - 52282 \cdot 0,25 = 17724,47 \text{ тыс. руб.}$$

Срок окупаемости капиталовложений на внедрение составит:

$$T_{ОК} = \frac{K}{\Sigma Э} = \frac{52282}{17724,47} = 2,95 \text{ года}$$

Выводы

По данным производителя программного комплекса NX7, фирмы Siemens PLM Software срок актуальности окупаемости внедряемой системы составит не менее 3,5 лет, то есть в этот период программное обеспечение сможет выполнять свои функции без дополнительных затрат. Следовательно, в течение 0,55 года наблюдается дополнительный экономический эффект.

Таким образом, внедрение современной системы автоматизированного проектирования управляющих программ для станков с ЧПУ является экономически обоснованным, так как значительно позволяет сократить расходы на оплату труда (в 2 раза), электроэнергию.

При повышении качества работы экономический эффект составит ежегодно более 30 тыс. руб., а срок окупаемости капиталовложений – в пределах 2,95 года.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Великанов, К. М. Экономика и организация производства в дипломных проектах : учебное пособие / К. М. Великанов [и др.] / под общ. ред. К. М. Великанов : Машиностроение. – 1986. – 285 с.

2. Гайнутдинов, Э. М. Экономика производства. Организация производства и менеджмент: учебно-методическое пособие для студентов специальностей 1-27 01 01 и 1-27 02 01 / Э. М. Гайнутдинов, Л. И. Поддерегина, Д. В. Гайнутдинова. – Минск: БНТУ, 2018. – 97 с.

3. Гайнутдинов, Э. М. Экономическая оценка новационных технических решений: монография в 2 ч. Ч. 1 / Э. М. Гайнутдинов, Л. И. Поддерегина. – Минск: БНТУ, 2010. – 339 с.

4. Гамрат-Курек, Л. И. Экономическое обоснование дипломных проектов : учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов / Л. И. Гамрат-Курек. – Москва : Высш. шк. – 1985. – 159 с.

5. Головачев, А. С. Организация, нормирование и оплата труда : учебное пособие / под общ ред. А. С. Головачева. – Москва : Новое знание, 2004. – 496 с.

6. Головачев, А. С. Экономика предприятия: учебное пособие / А. С. Головачев. – Минск: РИВШ, 2018. – 395 с.

7. Гуреева, М. А. Экономика машиностроения : учебник / М. А. Гуреева. – Москва : Издательский центр «Академия», 2010. – 240 с.

8. Жудро, М. К. Экономика организаций. Практикум: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по экономическим специальностям / М. К. Жудро, М. М. Жудро. – Минск: Вышэйшая школа, 2018. – 319 с.

9. Золотогоров, В. Г. Организация и планирование производства : практическое пособие / В. Г. Золотогоров. – Минск : ФУАинформ, 2001. – 528 с.

10. Карпей, Т. В. Экономика, организация и планирование промышленного производства : учебное пособие / Т. В. Карпей. – Минск : Дизайн ПРО, 2004. – 328 с.

11. Минько, Э. В. Организации производства и менеджмент [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э. В. Минько, А. Э. Минько. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2017. – 136 с. – 978-5-4486-0020-3. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70614.html>

12. Новичков, В. И. Управленческая экономика. Теория организации. Организационное поведение. Маркетинг : учебное пособие / В. И. Новичков, И. М. Виноградова, И. С. Кошель. – Москва : Издательско-торговая корпорация Дашков и К, 2017. – 131 с.

13. Основы экономики машиностроения : учебное пособие / М. А. Гуреева. – Москва : «Кнорус», 2019.

14. Поддерегина, Л. И. Производственный менеджмент : учебно-методическое пособие / Л. И. Поддерегина, Э. М. Гайнутдинов, Е. В. Поддерегин; Белорусский национальный технический университет (кафедра менеджмента). – Минск : БНТУ, 2006. – 254 с.

15. Сеница, Л. М. Организация производства : учебное пособие / Л. М. Сеница. – 3-е изд. – Минск : ИВЦ Минфина, 2006. – 521 с.

16. Фатхутдинов, Р. А. Организация производства : учебник / Р. А. Фатхутдинов. – Москва : ИНФРА-М, 2008. – 544 с.

17. Чукин, С. А. Расчеты экономической эффективности организационно-технических мероприятий в машиностроении / С. А. Чукин, А. А. Сорокин, А. Ю. Зеленков. – Москва, 1986. – 184 с.

Витебский государственный технологический университет

Учебное издание

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Методические указания по выполнению
экономической части (раздела)

Составитель:

Алексеева Елена Анатольевна

Редактор *Т.А. Осипова*

Корректор *Т.А. Осипова*

Компьютерная верстка *Н.В. Красева*

Подписано к печати 02.05.2019. Формат 60x90¹/₁₆. Усл. печ. листов 2,1.
Уч.-изд. листов 2,6. Тираж 50 экз. Заказ № 164.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.