

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ  
ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА)**

Методические указания для студентов  
специальности 1-53 01 01-05 «Автоматизация технологических  
процессов и производств (легкая промышленность)»

Витебск  
2011

УДК 658.011.56:67/68 (07)

Экономическая часть дипломной работы (проекта): методические указания для студентов специальности 1-53 01 01-05 «Автоматизация технологических процессов и производств (легкая промышленность)»

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2011.

Составители: к.т.н., ст. преп. Чукасова-Ильюшкина Е.В.  
к.т.н., доц. Скворцов В.А.

В методических указаниях изложены методики расчета экономической эффективности автоматизации оборудования, технологических процессов, эффективности разработки программ обеспечения, приведены формулы для расчета производительности, примеры расчетов.

Одобрено кафедрой менеджмента УО «ВГТУ»  
Протокол № 7 от 12 января 2011 г.

Рецензент: доц. Горюшкина Н.И.  
Редактор: ст. преп. Снетков С.М.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом  
УО «ВГТУ» Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2011 г.

Ответственный за выпуск: Данилевич Т. А.

Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати \_\_\_\_\_ Формат \_\_\_\_\_ Уч.-изд. лист. \_\_\_\_\_  
Печать ризографическая. Тираж \_\_\_\_\_ экз. Заказ № \_\_\_\_\_ Цена \_\_\_\_\_

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г. 210035, г. Витебск, Московский пр., 72.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Экономическое обоснование целесообразности проведения исследований, выполнения разработок по теме дипломной работы	5
2 Метод определения технологической себестоимости	8
3 Экономическая эффективность от внедрения новой техники, технологии, средств автоматизации производства	9
4 Методика расчета экономической эффективности автоматизации оборудования	11
5 Методика расчета экономической эффективности автоматизации технологических процессов	19
6 Методика расчета экономической эффективности разработки программного обеспечения	20
7 Примеры расчетов	21
8 Список рекомендуемой литературы	29
Приложения	30

## Введение

Эффективность технического прогресса в производстве и качество выпускаемой продукции во многом зависят от развития технологии, обновления оборудования (машин, станков и аппаратов), автоматизации производства. Одним из направлений решения этой задачи является экономическое обоснование предполагаемого технического мероприятия: проектирование новых машин, оборудования, технологических процессов. Поэтому каждый специалист должен уметь правильно оценивать экономические результаты принимаемых решений.

Решение о целесообразности автоматизации производства должно приниматься на основе расчета величины экономического эффекта, определяемого на годовой объем производства продукции в расчетном году.

Любой инженерный проект, в том числе и дипломный, необходимо тщательно обосновывать, при этом обеспечить максимизацию конечных результатов при минимуме затрат.

В связи с этим очевидна обязательность расчета экономической эффективности проекта, а также экономическое обоснование целесообразности решения таких вопросов, как выбор технологии и оборудования для автоматизации промышленного объекта, конструкционных и технологических решений и т.п.

# 1 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ, ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗРАБОТОК ПО ТЕМЕ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Дипломное проектирование студентов специальности «Автоматизация технологических процессов и производств (легкая промышленность)» имеет три основных тематических направления: автоматизация оборудования (АСУ машин); автоматизация технологических процессов (АСУ техпроцессов); программирование, направленное на совершенствование управления технологическими процессами или управление оборудованием, объектами на предприятии.

Проводимые в дипломной работе исследования, выполняемые разработки могут существенным образом повлиять на результаты деятельности предприятия. В частности, качественная оценка типовых экономических и социальных последствий автоматизации производства позволяет систематизировать элементы экономического эффекта и определяющие их величины, что отражено в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Факторы повышения экономической эффективности производства в результате проведения мероприятий по автоматизации

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 рабочего места	Прирост прибыли за счет увеличения объема продукции	Снижение затрат машинного времени на единицу продукции; увеличение производительности используемого фонда машинного времени, прирост

Продолжение таблицы 1.1

		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 производственной обработке, уменьшение стоимости незаконченной продукции
	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 перестройке 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 производственных фондов 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

Окончание таблицы 1.1

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

## 2 МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ

При проведении экономического анализа предлагаемых в дипломной работе разработок на этапе их проектирования нецелесообразно вести расчет себестоимости по всем статьям затрат.

Достаточно рассмотреть лишь те из них, которые изменяются в рассматриваемых вариантах разработок и предложений. Сумму затрат по изменяющимся статьям принято называть технологической себестоимостью.

Расчет технологической себестоимости ( $S_T$ ) годового объема производства осуществляется по формуле

$$S_T = (S_{OM} + S_{BM} + S_{Э} + S_{ТТ} + L_{Ш}(1 + K_D) + S_{СЭО})A_G + L_{ПЗ} + S_{ОСН} \quad , \quad (2.1)$$

где  $S_{OM}$  – расходы на основные материалы, руб.;

$S_{BM}$  – расходы на вспомогательные материалы, руб.;

$S_{Э}$  – расходы на технологическую электроэнергию, руб.

$S_{ТТ}$  – расходы на топливо технологическое, руб.;

$L_{Ш}$  – оплата штучного времени изготовления деталей с учетом доплат и начислений  $K_D$ , руб.;

$S_{СЭО}$  – расходы по содержанию и эксплуатации оборудования, руб.;

$A_G$  – годовая производственная программа, шт.;

$L_{ПЗ}$  – оплата подготовительно-заключительного времени, руб.;

$S_{ОСН}$  – расходы, связанные с эксплуатацией оснастки, руб.

$$S_{СЭО} = A_{ОБ} + S_{ТР} + S_{ИН} + S_{Э} \quad , \quad (2.2)$$

где  $A_{ОБ}$  – амортизация оборудования, руб.;

$S_{ТР}$  – расходы на текущий ремонт, руб.;

$S_{ИН}$  – расходы на инструмент, руб.;

$S_{Э}$  – расходы на силовую электроэнергию, руб.

В этой связи в расчет принимаются только слагаемые себестоимости, изменяющиеся в соответствии с обоснованными в разделе 1 факторами (см. табл. 1.1), что составляет

$$\Delta S = \frac{S_T}{A_G} \quad (2.3)$$



### **3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТ ВНЕДРЕНИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ, ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА**

Целью выполнения экономической части дипломного проекта является экономическое обоснование и определение экономического эффекта проведения автоматизации оборудования и производства, разработки программного обеспечения с целью автоматизации производства или управления различными объектами на предприятии.

Экономическая эффективность означает результативность производства, которая определяется соотношением достигнутых результатов (прибыли, дохода) и осуществленных затрат на производство (необходимых для достижения результатов).

Автоматизация оборудования может привести к таким положительным результатам, как повышение производительности труда (это приведет к увеличению прибыли за счет увеличения объема производства продукции); высвобождение рабочей силы (это приведет к снижению затрат по заработной плате, затрат на социальные отчисления, снижению затрат на накладные расходы, непосредственно зависящие от заработной платы); повышение надежности (это приведет к экономии основных и вспомогательных материалов, электроэнергии, рабочего времени, снижению затрат на ремонт, сокращению потерь, связанных со снижением качества и т.д.).

***Расчет годового экономического эффекта путем сопоставления приведенных затрат по заменяемой базовой и новой технике***

Годовой экономический эффект рассчитывается путем сопоставления приведенных затрат по заменяемой (базовой) и новой технике. Приведенные затраты представляют собой сумму себестоимости продукции и приведенных капитальных вложений с учетом нормативного коэффициента эффективности:

$$Z = C + E_n K, \quad (3.1)$$

где  $Z$  – приведенные затраты на единицу продукции, руб.;

$C$  – себестоимость единицы продукции, руб.;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$K$  – удельные капитальные вложения доли капитальных вложений, окупаемых в течение одного года (нормативный коэффициент эффективности) в расчете на единицу продукции, руб.

Экономический эффект применения автоматизации производства, производственных процессов, совершенствования организации производства и труда определяется по разности приведенных затрат в расчете на единицу продукции и может быть рассчитан по формуле

$$\mathcal{E} = (Z_1 - Z_2)A_2 = (\Delta S + E_n \Delta K) \cdot A_2, \quad (3.2)$$

где  $Z_1$  и  $Z_2$  – приведенные затраты на единицу продукции, производимой, соответственно, с применением базовой и новой техники, руб.;

$A_2$  – годовой выпуск продукции в расчетном году с применением новой техники, в натуральном выражении.

***Годовой экономический эффект от совершенствования организации труда за счет автоматизации производства***

Внедрение автоматизированных объектов, направленных на совершенствование организации труда, может привести к росту производительности труда, к снижению трудоемкости продукции, снижению потерь рабочего времени, к высвобождению производственных площадей и оборудования и др.

Прирост производительности труда за счет увеличения выработки продукции определяется по формуле

$$\Delta ПТ = \frac{B_2}{B_1} 100 - 100, \quad (3.3)$$

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

$$\Delta ПТ = \frac{100T}{100 - T}, \quad (3.4)$$

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

$$\Delta ПТ = \frac{100\mathcal{E}_{BP}}{100 - \mathcal{E}_{BP}}, \quad (3.5)$$

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

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

$$\mathcal{E}_ч = \frac{\Delta ПТ}{100 + \Delta ПТ} \cdot Ч_0, \quad (3.6)$$

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

$$\mathcal{E}_{ЗП} = \mathcal{E}_ч(ЗП_{ср} + Отч), \quad (3.7)$$

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 к экономии от снижения брака ( $\mathcal{E}_{С.Б.}$ ):

$$\mathcal{E}_{С.М.} = (M_1 C_1 - M_2 C_2) A_2 \quad , \quad (3.8)$$

где  $M_1$  и  $M_2$  – норма расхода материала на единицу продукции до и после внедрения мероприятия, в натуральном выражении;

$A_2$  – годовой объем продукции (работ) после внедрения мероприятия, в натуральном выражении;

$C$  – цена единицы соответствующего материала после внедрения, руб.;

$$\mathcal{E}_{С.Б.} = \frac{(B_1 - B_2) A_2 C}{100}, \quad (3.9)$$

где  $B_1$  и  $B_2$  – процент забракованных изделий по отношению к количеству годных до и после внедрения мероприятий;

$C$  – себестоимость единицы продукции (работ) после внедрения мероприятия, руб.

В итоге годовой экономический эффект может быть определен по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \sum \mathcal{E}_i - K \cdot E_H \quad . \quad (3.10)$$

#### **4 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ**

##### ***Выбор базы сравнения***

Выбор базы для сравнения исходных показателей новой автоматизированной техники и технологии имеет большое значение при определении экономического эффекта, так как сравнительная экономическая эффективность варианта новых технических и технологических решений определяется на основе сопоставления величин показателей внедряемого и базового варианта.

Анализ проводится по следующим признакам: объему выпускаемой продукции, структуре номенклатуры, качеству продукции, приведенным затратам, срокам изготовления, социальному и экологическому эффекту. Кроме того, необходимо привести варианты новых решений к одинаковому составу производственных ресурсов, т.е. выявить дополнительное оборудование, дополнительную рабочую силу, дополнительные производственные площади и т.д., необходимые для внедрения новшеств. На основе этого следует предусмотреть дополнительные капиталовложения на осуществление новых технических или технологических решений.

## ***1 Расчет технико-экономических показателей***

Для расчета экономической части дипломного проекта в первую очередь необходимо знать характеристику основных технико-экономических показателей базисного и проектируемого вариантов оборудования, для которого производится автоматизация. К основным технико-экономическим показателям относятся следующие элементы:

- производительность оборудования;
- годовой выпуск изделий единицы оборудования;
- эффективный годовой фонд времени работы оборудования;
- количество основных производственных рабочих, их разряд;
- площадь, занимаемая оборудованием;
- стоимость единицы оборудования.

Начинается расчет с определения производительности оборудования для заданной продукции до и после внедрения мероприятий по автоматизации. Расчет производительности необходим для установления конкретного полезного эффекта от автоматизации производства.

1. Производительность единицы технологического оборудования текстильного производства зависит от скорости выпуска, количества выпусков, коэффициента полезного времени и определяется по формулам, представленным в приложении А.

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

(4.1)

$$B = П \cdot T_{НОМ} ,$$

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

(4.2)

где  $П$  – 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 на смене;

$c$  – количество смен;

$k$  – коэффициент использования оборудования (зависит от вида отрасли и находится в пределах 0,93 – 0,97).

3. Количество основных производственных рабочих, их разряд для базового варианта принимаются студентом по данным предприятия, для проектируемого – количество основных производственных рабочих рассчитывается, а разряд определяется по справочнику.

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

$$F = S \cdot k_s ,$$

(4.3)

где  $S$  – габаритная площадь оборудования,  $m^2$ ;

$k_s$  – коэффициент, учитывающий дополнительную производственную площадь проходов, проездов и др.

Значения коэффициента  $k_s$  принимают в зависимости от вида оборудования (по данным предприятия).

5. Стоимость единицы оборудования может быть определена следующим образом:

а) в случае приобретения нового оборудования

$$C_{ОБ.Б} = C_{ОБ} \cdot (1 + K_{ТР}), \quad (4.4)$$

где  $C_{ОБ.Б}$  – балансовая стоимость оборудования, руб.;

$C_{ОБ}$  – стоимость оборудования, руб.;

$K_{ТР}$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы и затраты на монтаж ( $K_{ТР} = 1,1$ );

б) в случае использования уже имеющегося оборудования

$$C_{ОБ.Б} = C_{Б.СТ} - C_{Б.СТ} \cdot N_A \cdot T_{СЛ} + C_{Д.О}, \quad (4.5)$$

где  $C_{Б.СТ}$  – балансовая стоимость используемого оборудования, руб.;

$N_A$  – норма амортизационных отчислений, %;

$T_{СЛ}$  – фактический срок службы оборудования на момент внедрения мероприятия, год;

$C_{Д.О}$  – стоимость дополнительного оборудования с учетом расходов на транспортировку и монтаж, руб.

Основные технико-экономические показатели сводятся в таблицу 4.1. Обозначения показателей имеют индексы: индекс Б – обозначает базисный вариант, индекс А – вариант автоматизируемый (проектируемый)

Таблица 4.1 – Характеристика основных технико-экономических показателей базисного и проектируемого вариантов

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Производительность оборудования в натуральном выражении	$P_B$	$P_A$
Эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час	$T_{НОМ}$	$T_{НОМ}$
Годовой выпуск изделий единицы оборудования	$B_B$	$B_A$
Количество основных производственных рабочих, человек	$Ч_B$	$Ч_A$
Разряд основных производственных рабочих		
Площадь, занимаемая оборудованием, $m^2$	$F_B$	$F_A$
Стоимость единицы оборудования, руб.	$C_B$	$C_{ОБ.Б}$

После характеристики основных технико-экономических показателей определяются необходимые капиталовложения по сравниваемым вариантам.

## 2 Капиталовложения по сравниваемым вариантам

Капитальные вложения можно представить как сумму прямых и сопутствующих капитальных вложений.

К прямым капитальным вложениям относятся вложения в основные и оборотные средства, необходимые для производства продукции: капитальные вложения в оборудование, сооружения, здания, оснастка, инвентарь.

К сопутствующим капитальным вложениям относятся те, которые территориально и функционально связаны с прямыми: затраты на доставку и установку оборудования, стоимость помещения, занимаемого оборудованием, стоимость служебно-бытовых помещений, приходящихся на единицу оборудования и др.

Капитальные вложения в мероприятия по автоматизации оборудования оформляются в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Капитальные вложения в оборудование

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Стоимость единицы оборудования, руб.	$C_B$ принимается по данным предприятия	$C_{ОБ.Б}$
Коэффициент учёта роста производительности автоматизированного оборудования по сравнению с базовым вариантом, $K_{П}$	1	$K_{П} = \frac{B_A}{B_B}$ , где $B_A, B_B$ – годовой объём продукции по вариантам
Стоимость расчетного количества оборудования, руб.	$C'_B = C_B \cdot K_{П}$	$C_{ОБ.Б}$
Стоимость производственных площадей, $C_{ПЛ}$ руб.	расчет	расчет
Итого капиталовложений у потребителя, руб.	$K_1 = C'_B + C_{ПЛ}$	$K_2 = C_{ОБ.Б} + C_{ПЛ}$

## 3 Расчет себестоимости продукции

При расчете технологической себестоимости обязательным является определение следующих элементов 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;
- амортизационные отчисления;

- затраты на ремонт и содержание оборудования;
- затраты на электроэнергию;
- общепроизводственные расходы.

### 3.1 Заработная плата основных производственных рабочих

Расходы на заработную плату следует определить по основным производственным рабочим исходя из норм выработки, разряда работы, часовой тарифной ставки, премиальных доплат, дополнительной заработной платы и отчислений на социальное страхование, которые определяются по данным предприятия. Дополнительная заработная плата рассчитывается в процентах от основной заработной платы, а отчисления на социальное страхование – в процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих.

Таблица 4.3 – Затраты на оплату труда основных производственных рабочих

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Норма выработки одного рабочего, ед./час	$H_{ВБ} = V_{Б(час)} / Ч_{Б}$	$H_{ВА} = V_{А(час)} / Ч_{А}$
Разряд работы	Принимается по данным предприятия	Выбирается по справочнику в зависимости от тарификации работ
Часовая тарифная ставка, руб.	$Ст = K_{тар} \cdot \text{min за месяц/число часов работы в месяц}$	$Ст = K_{тар} \cdot \text{min за месяц/число часов работы в месяц}$
Годовой объем производства в натуральном выражении	$V_{Б}$	$V_{А}$
Сдельная расценка	$\rho = Ст / H_{ВБ}$	$\rho' = Ст / H_{ВА}$
Годовой фонд времени одного рабочего ( $T_{отр}$ )	Рассчитывается на планируемый год	Рассчитывается на планируемый год
Основная заработная плата на годовой выпуск продукции, руб.	Расчет	Расчет
Дополнительная заработная плата на годовой выпуск продукции, руб.	Рассчитывается в % от основной заработной платы	Рассчитывается в % от основной заработной платы
Сумма основной и дополнительной заработной платы, руб.		
Отчисления в фонд социальной защиты		

### Окончание таблицы 4.3

населения и на страхование от несчастных случаев (принимаются согласно действующему законодательству), руб.		
Итого затраты на оплату труда на годовой выпуск продукции, руб.		

### 3.2 Амортизационные отчисления. Затраты на ремонт и содержание оборудования

В дипломном проектировании норма амортизационных отчислений принимается в зависимости от вида оборудования и определяется (%) от его стоимости. В приложении Б приведены нормы амортизационных отчислений на некоторые виды производственного оборудования.

Затраты на ремонт и содержание оборудования принимаются по данным предприятия.

### 3.3 Затраты на электроэнергию

Расчет потребляемой мощности потребителей электроэнергии производится в разделе дипломного проекта «Энергосбережение».

Расход электроэнергии в сравниваемых вариантах определяется исходя из 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:

$$C_{\text{Э}} = \frac{N_{\text{уст}} \cdot T_{\text{эф}} \cdot K_0 \cdot K_3 \cdot C_{\text{Э}}}{K_{\text{ПС}} \cdot K_{\text{ЭД}}}, \quad (4.6)$$

где  $N_{\text{уст}}$  – установленная мощность оборудования, кВт;

$T_{\text{эф}}$  – эффективный фонд времени работы оборудования, часов;

$K_0$  – коэффициент одновременности работы оборудования;

$K_3$  – коэффициент загрузки оборудования (0.5);

$C_{\text{Э}}$  – 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).

При расчете затрат на электроэнергию, **непосредственно на единицу оборудования**, коэффициенты  $K_0$ ,  $K_3$  должны быть определены расчетным путем 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 4.4.



Таблица 4.4 – 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, час		
Годовой расход электроэнергии потребным количеством оборудования, кВт		
Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб.		
Затраты на электроэнергию за год, руб.		

### **3.4 Расчет общепроизводственных расходов**

К общепроизводственным расходам относятся расходы, связанные с обеспечением в цехе условий бесперебойного функционирования производственного процесса. К ним относятся расходы по текущему ремонту и уходу за оборудованием и транспортными средствами, их амортизации, 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 величина (%) общепроизводственных расходов от себестоимости продукции принимается по данным предприятия.

### **3.5 Сводные текущие затраты**

Текущие затраты сводятся в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 – Сводные текущие затраты

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Затраты на оплату труда основных производственных рабочих, руб.		
Амортизационные отчисления, руб.		
Затраты на ремонт и содержание оборудования, руб.		
Затраты на электроэнергию, руб.		
Общепроизводственные расходы, руб.		
Итого годовые эксплуатационные расходы, руб.		

#### **4 Расчёт экономической эффективности автоматизации оборудования**

Коэффициент учёта изменения срока службы автоматизированного объекта по сравнению с базовым определяется по следующей формуле:

$$K_d = \frac{\left(\frac{1}{T_2} + E_H\right)}{\left(\frac{1}{T_1} + E_H\right)}, \quad (4.7)$$

где  $T_1$  – срок службы базового объекта (определяется по данным предприятия), лет;

$T_2$  – срок службы проектируемого объекта (принимается по технической документации на оборудование), лет;

$E_H$  – коэффициент эффективности капиталовложений (0.25).

Изменение годовых эксплуатационных издержек потребителя определяется исходя из прямых материальных и трудовых затрат, а также расходов на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$I = \frac{I_1 - I_2}{\frac{1}{T_2} + E_H}, \quad (4.8)$$

где  $I_2$  – годовые эксплуатационные издержки нового оборудования;

$I_1$  – годовые эксплуатационные издержки базового оборудования.

Изменение отчислений от сопутствующих капитальных вложений потребителя за весь срок службы с учётом морального износа при использовании им автоматизированного объекта взамен базового:

$$K = \frac{E_H \cdot (K_2 - K_1)}{\frac{1}{T_2} + E_H}, \quad (4.9)$$

где  $K_1$  – капитальные вложения потребителя при базовом варианте;

$K_2$  – капитальные вложения потребителя при проектируемом варианте.

Если  $K > 0$ , то эффект снижается, если  $K < 0$  – возрастает.

Таким образом экономический эффект от автоматизации оборудования определяется по формуле

$$\mathcal{E}_n = C_B \cdot (K_n \cdot K_d - 1) + I - K, \quad (4.10)$$

где  $C_B$  – стоимость базового оборудования.

#### **5 Определение срока окупаемости капитальных вложений**

Срок окупаемости капиталовложений ( $T_{OK}$ ), характеризует число лет, в течение которых капитальные вложения в более дорогой вариант оборудования окупаются за счёт годовой экономии. Срок окупаемости с учетом капитальных

затрат по сравниваемым вариантам и с учетом издержек производства определяется по формуле

$$T_{ок} = \frac{K_2 - K_1}{I_1 - I_2}, \quad (4.11)$$

где  $K_1, K_2$  – суммарные капитальные вложения по сравниваемым вариантам;  
 $I_1, I_2$  – ежегодные издержки по сравниваемым вариантам.

## 5 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Для определения годового экономического эффекта и целесообразности осуществления мероприятий по внедрению автоматизированных технологических процессов необходимо установить исходные данные (данные принимаются согласно сведениям, полученным студентом при прохождении преддипломной практики). Показатели представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Исходные данные к расчету

Показатели	Источник
трудоемкость единицы изделия:	
– до внедрения мероприятия, мин	по данным предприятия (отделы главного технолога, труда и заработной платы, отдел технического нормирования)
– после внедрения мероприятия, мин	расчет
годовой фонд заработной платы основных производственных рабочих цеха, млн. руб.	по данным предприятия
годовые условно-постоянные расходы (принимаются в % от себестоимости продукции)	
капитальные вложения на внедрение мероприятий	
нормативный коэффициент экономической эффективности для автоматизированного оборудования	0,25

1. Процент снижения трудоемкости изготовления единицы изделия определяется по формуле

$$\Delta t_{TP} = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \cdot 100\%, \quad (5.1)$$

где  $t_1$  – трудоемкость единицы изделия до внедрения мероприятия, мин;

$t_2$  – трудоемкость единицы изделия после внедрения мероприятия, мин.

2. Процент повышения производительности труда определяется как

$$\Delta t_{II} = \left( \frac{t_1}{t_2} - 1 \right) \cdot 100\%. \quad (5.2)$$

3. Величина экономии заработной платы основных производственных рабочих определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{ЗП} = \frac{ЗП \cdot \Delta t_{TP}}{100}, \quad (5.3)$$

где  $ЗП$  – годовой фонд заработной платы основных производственных рабочих, млн. руб.

Величина экономии на условно-постоянных расходах определяется как:

$$\mathcal{E}_{УПР} = \frac{Q_{УПР} \cdot \Delta t_{II}}{100}, \quad (5.4)$$

где  $Q_{УПР}$  – годовые условно-постоянные расходы, млн. руб.

В итоге определяем годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{Год} = \sum \mathcal{E} - K \cdot E_H, \quad (5.5)$$

где  $K$  – капитальные вложения на внедрение мероприятий, млн. руб.

Срок окупаемости определяется отношением вложенных затрат к сумме экономии:

$$T_{ок} = \frac{K}{\sum \mathcal{E}}. \quad (5.6)$$

## **6 МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

При выполнении дипломного проекта по теме «Разработка программного обеспечения...» студент определяет затраты на разработку проекта, возможную экономию от внедрения разработанного программного обеспечения в производство, годовой экономический эффект и срок окупаемости проекта.

Затраты на разработку программы складываются из затрат на оплату труда программиста, амортизационных отчислений и затрат на электроэнергию:

$$Ц = (Z_{зарпл} + A + Z_{э}) \cdot M, \quad (6.1)$$

где  $Z_{зарпл}$  – ежемесячные затраты на заработную плату сотруднику с учетом отчислений, руб.;

$A$  – ежемесячные амортизационные отчисления, руб.;

$Z_{\text{э}}$  – ежемесячные затраты на электроэнергию, руб.;  $M$  – количество месяцев, потраченных на разработку программы.

Затраты на заработную плату и соответствующие отчисления:

$$Z_{\text{зарпл}} = ЗП + O_{\text{соцзащ}} + H_{\text{страх}}, \quad (6.2)$$

где  $ЗП$  – заработная плата инженера-программиста, руб.;

$O_{\text{соцзащ}}$  – отчисления в фонд социальной защиты населения, руб.;

$H_{\text{страх}}$  – отчисления на страхование от несчастных случаев, руб.

Заработная плата программиста определяется по формуле

$$ЗП = C \cdot (1 + K_{\text{п}}), \quad (6.3)$$

где  $ЗП$  – зарплата программиста, руб.;

$C$  – оклад программиста, руб.;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент, учитывающий премирование сотрудника.

Оклад и размер премии инженера-программиста принимается согласно данным предприятия, на котором студент проходил преддипломную практику.

Отчисления в фонд социальной защиты населения и на страхование от несчастных случаев принимаются согласно действующему законодательству РБ.

Норма амортизационных отчислений определяется в зависимости от вида оборудования и может быть принята по данным предприятия или по данным, приведенным в приложении В.

Затраты на электроэнергию определяются по формуле

$$Z_{\text{э}} = C_{1\text{кВт}\cdot\text{ч}} \cdot \frac{\text{Мощн}}{1000} \cdot T_{\text{см}} \cdot N_{\text{раб}}, \quad (6.4)$$

где  $C_{1\text{кВт}\cdot\text{ч}}$  – цена 1 кВт·ч энергии, руб.,

$\text{Мощн}$  – мощность используемого оборудования;

$T_{\text{см}}$  – длительность смены, ч;

$N_{\text{раб}}$  – среднее количество рабочих дней в месяц.

В результате внедрения разработанной программы в производство снижается трудоемкость единицы продукции, повышается производительность труда, поэтому возможна экономия на заработной плате основных рабочих, экономия на условно-постоянных расходах и др. Годовой экономический эффект определяется по формуле (5.5), срок окупаемости определяется по формуле (5.6).

## 7 ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

(Данные условные)

### **ПРИМЕР 1. Автоматизация сушильно-ширильной машины**

Объектом автоматизации является сушильно-ширильная машина (СШМ). Основные технико-экономические показатели СШМ приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Характеристика основных технико-экономических показателей базисного и проектируемого вариантов

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Производительность оборудования, п.м./час	3000	3200
Эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час	1850	1850
Годовой выпуск изделий единицы оборудования	$1850 \cdot 3000 = 5550000$	$1850 \cdot 3200 = 5920000$
Количество основных производственных рабочих (Ч), человек, их разряд	$Ч_B = 1$	$Ч_A = 1$
Площадь, занимаемая оборудованием, м <sup>2</sup>	280	280
Стоимость единицы оборудования, млн. руб.	$Ц_B = 800$	$Ц_{ОБ.Б} = Ц_B + Ц_Д = 800 + 50$

Капитальные вложения на мероприятия по автоматизации оборудования представлены в виде таблицы 7.2.

Таблица 7.2 – Капитальные вложения в оборудование

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Стоимость единицы оборудования, млн. руб.	$Ц_B = 800$	$Ц_{ОБ.Б} = 850$
Коэффициент учёта роста производительности автоматизированного оборудования по сравнению с базовым вариантом, $K_{II}$	1	$K_{II} = \frac{B_A}{B_B} = \frac{3200}{3000} = 1,06$
Расчетная стоимость оборудования, млн. руб.	$800 \cdot 1,06 = 848$	850
Итого капиталовложений у потребителя, млн. руб.	848	850

В таблице 7.3 представлены затраты на оплату труда основных производственных рабочих.

Таблица 7.3 – Затраты на оплату труда основных производственных рабочих

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Норма выработки одного рабочего, ед./час	$(3000 / 1850) / 1 = 1,62$	$(3200 / 1850) / 1 = 1,79$

## Окончание таблицы 7.3

Разряд работы	3	3
Часовая тарифная ставка, руб.	$C_m = 1,57 \cdot 1000000 / 160 = 9812$	
Годовой фонд времени одного рабочего ( $T_{OTP}$ )	1670	
Основная заработная плата на годовой выпуск продукции, млн. руб.	$1670 \cdot 9812 \cdot 10^{-6} = 16,38$	$1670 \cdot 9812 \cdot 10^{-6} = 16,38$
Дополнительная заработная плата на годовой выпуск продукции, млн. руб.	$16,38 \cdot 0,3 = 4,91$	$16,38 \cdot 0,3 = 4,91$
Сумма основной и дополнительной заработной платы, млн. руб.	$16,38 + 4,91 = 21,3$	$16,38 + 4,91 = 21,3$
Отчисления в фонд социальной защиты населения и на страхование от несчастных случаев (принимаются согласно действующему законодательству), млн. руб.	$0,3434 \cdot 21,3 = 7,314$	$0,3434 \cdot 21,3 = 7,314$
Итого затраты на оплату труда на годовой выпуск продукции, млн. руб.	$21,3 + 7,314 = 28,614$	$21,3 + 7,314 = 28,614$

Согласно данным предприятия ОАО «ВКШТ», отчисления на амортизацию составляют 10 % от стоимости оборудования, расходы на ремонт и содержание оборудования составляют 5 % от стоимости оборудования. Результаты расчетов сведены в таблицу 7.4.

Таблица 7.4 – Расходы на амортизацию, и на содержание и эксплуатацию

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Стоимость оборудования, млн. руб.	848	850
Амортизация, млн. руб.	84,8	85
Расходы на СЭО, млн. руб.	42,4	42,5
Итого, млн. руб.	127,2	127,5

Таблица 7.5 – Затраты на электроэнергию

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Установленная мощность электродвигателей, кВт	14	9
Установленная мощность прочих потребителей энергии, кВт	5	1

Окончание таблицы 7.5

Необходимое количество оборудования на принятый объем производства, ед.	$1 * K_{II} = 1 * 1,06 = 1,06$	1
Суммарная мощность оборудования, кВт	$(14 + 5) * 1,06 = 20,14$	$9 + 1 = 10$
Эффективный фонд времени работы оборудования, час	1850	1850
Годовой расход электроэнергии потребным количеством оборудования, кВт	$20,14 * 1850 = 37259$	$10 * 1850 = 18500$
Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб.	370	370
Затраты на электроэнергию за год, руб.	13785830	6845000

Согласно данным предприятия ОАО «ВКШТ», общепроизводственные расходы установлены пропорционально сумме затрат по заработной плате основных производственных рабочих и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования в размере 25 %.

Таким образом, общепроизводственные расходы по базовому варианту составляют  $0,25(42,4 + 28,614) = 17,75$  млн. руб.;

Общепроизводственные расходы по проектируемому варианту составляют  $0,25(42,5 + 28,614) = 17,77$  млн. руб.

Сводные текущие затраты сведены в таблицу 7.6.

Таблица 7.6 – Сводные текущие затраты

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Затраты на оплату труда основных производственных рабочих, млн. руб.	28,614	28,614
Амортизационные отчисления, млн. руб.	84,8	85
Затраты на ремонт и содержание оборудования, млн. руб.	42,4	42,5
Затраты на электроэнергию, млн. руб.	13,785	6,845
Общепроизводственные расходы, млн. руб.	17,75	17,77
Итого годовые эксплуатационные расходы, руб.	187,349	180,729

**Расчёт экономической эффективности автоматизации оборудования**

Коэффициент учёта изменения срока службы автоматизированного объекта по сравнению с базовым определяется следующим образом:

$$K_D = (0,1 + 0,25) / (0,11 + 0,25) = 0,972.$$

Изменение годовых эксплуатационных издержек потребителя определяется исходя из прямых материальных и трудовых затрат, а также



расходов на содержание и эксплуатацию оборудования с учетом итога (см. таблицу 7.6) и составляет (см. формулу 4.8), где  $1 / T_2 = 0,1$ ;  $E_n = 0,25$ :

$$I = (187,349 - 180,729) / (0,1 + 0,25) = 18,39 \text{ млн. руб.}$$

Изменение отчислений от сопутствующих капитальных вложений потребителя за весь срок службы с учётом морального износа при использовании им автоматизированного объекта взамен базового определяется с учетом расчетной стоимости оборудования (см. таблицу 7.2):

$$K = 0,25 (850 - 848) / (0,1 + 0,25) = 1,42 \text{ млн. руб.}$$

Экономический эффект от автоматизации определяется по формуле

$$Э_n = 800 * (1,06 * 0,971 - 1) + 18,39 - 1,42 = 40,95 \text{ млн. руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле

$$T_{OK} = (850 - 800) / (187,349 - 180,729) = 7,55 \text{ года.}$$

### ***Вывод***

В результате экономического расчета установлено, что автоматизация сушильно-ширильной машины позволяет повысить производительность оборудования на 6,5 % , сократить потребление электроэнергии в 2 раза. Для внедрения разрабатываемого в данном дипломном проекте варианта необходимы капитальные вложения в размере 850 млн. рублей. При экономическом эффекте 40,95 млн. руб. данная сумма окупится в течение 7,55 года. Разработанный программный продукт позволяет автоматизировать систему управления сушильно-ширильной машиной и рекомендуется для внедрения на предприятиях легкой промышленности Республики Беларусь.

### ***ПРИМЕР 2. Разработка программного обеспечения для моделирования процесса формирования меланжевой пряжи***

Объектом исследования является процесс оценки качества пряжи, для которого разрабатывается программное обеспечение. В настоящее время состав пряжи проектируется с помощью практических исследований. Практические исследования состоят из проектирования смеси, наработки необходимого количества образцов, исследования качества пряжи на лабораторном оборудовании (разрывные машины РМ-3).

За базисный вариант принимается процесс оценки качества пряжи при помощи практических исследований, за проектируемый – процесс моделирования качества пряжи при помощи разработанного программного обеспечения. В таблице 7.7 приведены основные технико-экономические показатели сравниваемых вариантов.

Таблица 7.7 – Характеристика основных технико-экономических показателей базисного и проектируемого вариантов

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Количество партий для исследования (в год)	16	4
Количество исследований	16	4
Персонал, занятый в исследованиях, чел	2	1
Количество единиц лабораторного оборудования, занятых на одно исследование	2	1
Время, приходящееся на одно исследование, час	4	2

### ***Определение затрат на разработку программы***

Затраты на разработку программы состоят из затрат на оплату труда программиста и затрат на дополнительное оборудование, необходимое для разработки программы с учетом отчислений на амортизацию и затрат на электроэнергию.

Ставка заработной платы инженера-программиста второй категории на момент написания дипломного проекта составляет 700 000 рублей (по состоянию в настоящее время).

Премирование сотрудника принято в размере 30 % от заработной платы, норма отчислений принята согласно действующему законодательству.

Таким образом, затраты на оплату труда программиста составляют:

$$ЗП = (700000 \cdot 1,3 + 700000 \cdot 1,3 \cdot 0,3434) = 1,225 \text{ млн. руб.}$$

Ежегодные амортизационные отчисления согласно данным предприятия, приняты в размере 7 % от стоимости оборудования. На основе данных предприятия стоимость оборудования принята равной 2 млн. руб.

Тогда ежемесячные амортизационные отчисления

$$A = 2\,000\,000 \cdot 0,07 \cdot \frac{1}{12} \approx 11\,667 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию считаются по формуле (6.4):

$$З_э = 370 \cdot \frac{200}{1000} \cdot 8 \cdot 21 = 12\,432 \text{ руб.}$$

Согласно статистическим данным, разработка программы у штатного программиста предприятия занимает 6 – 12 месяцев.

Таким образом, затраты на разработку программы составляют

$$Ц = (1225000 + 11667 + 12432) \cdot 12 = 14989788 \text{ руб.}$$

### ***Расчет себестоимости работ по оценке качества пряжи***

В себестоимость работ включены затраты на изготовление материалов (партии пряжи), на заработную плату персонала, затраты на содержание,

эксплуатацию оборудования, затраты на амортизацию, потребленную электроэнергию.

### ***Расчет затрат на изготовление материалов***

По данным предприятия ПХБО г. Барановичи, стоимость изготовления одного килограмма меланжевой пряжи составляет 3,5 тыс. руб., объем нарабатываемой пряжи – 50 кг. Расчет затрат на изготовление необходимого объема материалов для исследований по вариантам представлен в таблице 7.8.

Таблица 7.8 – Затраты на изготовлении материалов

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Количество партий для исследования (в год)	16	4
Объем партии, кг.	50	50
Стоимость изготовления одного кг пряжи , тыс. руб.	3,5	3,5
Итого затрат, тыс. руб.	2800	700

### ***Расчет затрат на заработную плату персонала***

Затраты на оплату труда зависят от количества исследований и от количества занятого персонала, расчет затрат представлен в таблице 7.9.

Таблица 7.9 – Затраты на оплату труда

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Количество исследований	16	4
Персонал, занятый при исследованиях	2	1
Затраты на оплату труда работнику при одном исследовании (по данным предприятия), тыс. руб.	600	600
Итого, тыс. руб.	19200	2400

Таблица 7.10 – Расчет затрат на содержание, эксплуатацию оборудования

Наименование показателей	Вариант	
	Базисный	Проектируемый
Количество единиц лабораторного оборудования, занятых на одно исследование	2	1
Стоимость единицы оборудования, млн. руб.	1	2
Норма амортизационных отчислений, %	10,0	10,0
Размер отчислений на РСЭО	5,0	5,0
Затраты на единицу оборудования, млн. руб.	0,15	0,3
Итого затрат:	0,3	0,3

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле

$$Z_{\text{Э}} = C_{1\text{кВт}\cdot\text{ч}} \cdot \frac{\text{Мощн}}{1000} \cdot T_{\text{РАБ}} \cdot M_{\text{раб}} \cdot$$

Таблица 7.11 – Расчет затрат на электроэнергию

Наименование показателей	Вариант	
	базисный	проектируемый
Количество исследований в год	16	4
Количество единиц лабораторного оборудования, занятых на одно исследование	2	1
Время, приходящееся на одно исследование, час	4	2
Потребляемая мощность, Вт	150	350
Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб.	370	370
Итого затрат, руб.	7104	1036

### **Определение экономического эффекта**

В результате внедрения разработанной программы по моделированию свойств пряжи возможна экономия на материалах, оплате труда работников, на оплате электроэнергии.

$$\text{Э}_M = 2800 - 700 = 2100 \text{ тыс. руб.}$$

$$\text{Э}_{\text{ЗП}} = 19200 - 2400 = 16800 \text{ тыс. руб.}$$

$$\text{Э}_{\text{ЭЛ}} = 7,104 - 1,036 = 6,068 \text{ тыс. руб.}$$

$$\text{Э}_{\text{ОБЩ.}} = 18906,068 \text{ тыс. руб.}$$

В итоге определяем годовой экономический эффект:

$$\text{Э}_{\text{год}} = \sum \text{Э} - K \cdot E_n,$$

$$\text{где } \text{Э}_{\text{год}} = 18906,068 - 14989,188 \cdot 0,25 = 15158,8 \text{ тыс. руб.}$$

Срок окупаемости определяется отношением вложенных затрат к сумме экономии:

$$T_{\text{ОК}} = 14989,188 / 18906,068 = 0,793 \text{ года}$$

### **Вывод**

Внедрение разработанной программы в производство является экономически эффективным, т.к. позволяет сократить сроки оценки качества пряжи, в 4 раза снизить затраты на материалы, в 8 раз – на оплату труда.

Ожидаемый годовой экономический эффект в результате составляет более 15 млн. руб., срок окупаемости проекта – 10 месяцев.

## 6 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бык, В. Ф. Экономика и управление на предприятии для специальности 1-25 01 01 «Коммерческая деятельность» / В. А. Бык, Л. М. Сеница, Т. В. Бондарева. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 207 с.
2. Сеница, Л. М. Организация производства : учебное пособие / Л. М. Сеница. – 3-е изд. – Минск : ИВЦ Минфина, 2006. – 521 с.
3. Фатхутдинов, Р. А. Организация производства : учебник / Р. А. Фатхутдинов. – Москва : Инфарма-М, 2000. – 672 с.
4. Складенко, В. К. Экономика предприятия (в схемах, таблицах, расчетах) : учебное пособие / под ред. В. К. Складенко, В. М. Прудникова. – Москва : ИНФРА-М, 2006. – 256с.
5. Организация, нормирование и оплата труда : учебное пособие / под общ ред. А. С. Головачева. – Москва : Новое знание, 2004. – 496 с.
6. Нехорошева, Л. Н. Экономика предприятия : учебное пособие / Л. Н. Нехорошева [и др.] ; под ред. Л. Н. Нехорошевой. – Минск : БГЭУ, 2008. – 719 с.
7. Крум, Э. В. Экономика предприятия : учебное пособие / Э. В. Крум [и др.] ; под общ. ред. Э. В. Крум, Т. В. Елецких. – 2-е изд., дораб. и испр. – Минск : Высшая школа, 2010. – 304 с.
8. Головачев, А. С. Экономика предприятия : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. 2 / А. С. Головачев. – Минск : Высшая школа, 2008. – 464 с.
9. Золотогоров, В. Г. Организация и планирование производства : практическое пособие. – Минск : ФУАинформ, 2001 – 528 с.
10. Скворцов, В. А. Организация производства на предприятиях легкой промышленности : учебное пособие / В. А. Скворцов. – Витебск : УО «ВГТУ», 2007. – 210 с.

Таблица – Формулы для расчета производительности оборудования текстильной промышленности

Чесальная машина (хлопчатобумажное производство)	
$A_{ч} = \frac{V_{ВЛ} \cdot 60 \cdot T_{Л}}{10^3}$	$A_{ч}$ – производительность чесальной машины, кг/ч; $V_{ВЛ}$ – линейная скорость валиков лентоукладчика, м/мин; $T_{Л}$ – линейная плотность ленты, ктекс
Ленточная машина (хлопчатобумажное производство)	
$A_{Л} = \frac{V_{В} \cdot 60 \cdot m \cdot T_{Л}}{10^3}$	$A_{Л}$ – производительность ленточной машины, кг/ч; $V_{В}$ – линейная скорость выпуска, м/мин; $m$ – число выпусков на машине; $T_{Л}$ – линейная плотность ленты, ктекс
Пневмомеханическая прядильная машина ППМ	
$A_{П} = \frac{n_{В} \cdot 60 \cdot T_{П}}{K \cdot 10^3}$	$P_{П}$ – производительность одной камеры прядильной машины, кг/ч; $n_{В}$ – частота вращения камер, мин <sup>-1</sup> ; $T_{П}$ – линейная плотность пряжи, текс; $K$ – число кручений на 1 м пряжи
Трёпальная машина ТПШ – 2 (шерстопрядильное производство)	
$A_{Т} = 60 \cdot n_{Ц} \cdot q_{Ц}$	$n_{Ц}$ – число циклов в минуту ( $n_{Ц} = 3,25$ ); $q_{Ц}$ – масса подачи сырья за 1 цикл, кг, ( $q_{Ц} = 1,53$ )
Обезрепеивающая машина О-120-ШМ2 (шерстопрядильное производство)	
$A_{О} = 60 \cdot V_n \cdot v \cdot q$	$V_n$ – скорость питающей решётки ( $V_n = 1,3$ м/мин); $v$ – ширина питающей решётки ( $v = 1,2$ м); $q$ – масса настила шерсти на 1 м <sup>2</sup> ( $q = 0,5$ кг)
Чесальный аппарат СР-24 (шерстопрядильное производство)	
$A_{ЧА} = \frac{V_n \cdot T_p \cdot 60 \cdot Чб \cdot М}{10^6}$	$V_n$ – линейная скорость накатного валика ( $V_n = 18,1$ м/мин); $Чб$ – число бобин на аппарате, шт; $М$ – число нитей на бобине, шт; $T_p$ – линейная плотность ровницы, текс
Прядильная машина ПБ-114-Ш (шерстопрядильное производство)	
$A_{Т} = \frac{V_{вып} \cdot T \cdot 60}{10^3}$	$V_{вып}$ – линейная скорость выпуска пряжи, м/мин; $T$ – линейная плотность пряжи, текс

## Окончание таблицы

<b>Крутильная машина К-176-2 (шерстопрядильное производство)</b>	
$A_K = \frac{n_{вер} \cdot T \cdot 60}{10^6 \cdot K}$	$n_{вер}$ – частота вращения веретена, мин <sup>-1</sup> ; $T$ – линейная плотность пряжи; $K$ – крутка, кр/м
<b>Сновальная машина (партионное снование)</b>	
$H_{CH} = \frac{V_{CH} 60 T m'}{10^6} K_{КПВ}$	$V_{CH}$ – линейная скорость снования, м/мин; $T$ – линейная плотность пряжи, текс; $m'$ – число нитей, одновременно наматываемых на сновальный валик; $K_{КПВ}$ – коэффициент полезного времени (0,75÷0,8)
<b>Сновальная машина (ленточное снование)</b>	
$H_{CH} = \frac{V_{CH} 60 T m'}{10^6} K_{КПВ}$	$V_{CH}$ – линейная скорость основания, м/мин; $T$ – линейная плотность пряжи, текс; $m'$ – число нитей, одновременно наматываемых на сновальный барабан; $K_{КПВ}$ – коэффициент полезного времени, (0,25 – 0,4).
<b>Шлихтовальная машина</b>	
$H_{CH} = \frac{V_{CH} \cdot 60 T M K_{КПВ}}{10^6} \left(1 + \frac{a_u}{100}\right)$	$M$ – число нитей в основе; $T$ – линейная плотность основных нитей, текс; $K_{КПВ}$ – коэффициент полезного времени (0,6 – 0,85); $a_u$ – истинный приклей, %
<b>Ткацкий станок</b>	
$A_T = n \cdot 60 / P_y$	$n$ – частота вращения главного вала, мин; $P_y$ – плотность ткани по утку, нитей / м
<b>Мотальная машина</b>	
$A_M = (V \cdot 60 \cdot T \cdot m / 10^6) K_{КПВ}$	$T$ – Текс; $m$ – кол-во мотальных головок; $V$ – линейная скорость, м /мин; $K_{КПВ}$ – коэффициент полезного времени (0,7 – 0,8)

Исходя из разнообразия ассортимента изделий **швейного и обувного** производства, для этих машин рекомендуется задаваться временем

изготовления конкретного изделия, а затем определять производительность в зависимости от вида изделий.

### ***Швейное производство***

Значение машинно-ручного времени ( $t'_{mp}$ ) определяется по длине строчки без перехвата, рабочей частоте вращения главного вала машины и количеству стежков в 1 см шва или строчки. Норматив времени машинно-ручной работы на всю длину шва или строчки ( $t_{mp}$ ) рассчитывается путем умножения найденного значения времени на длину строчки без перехвата на количество участков без перехвата ( $Q_{nep}$ ):

$$t_{mp} = t'_{mp} \times Q_{nep},$$

где  $Q_{nep}$  – количество перехватов.

Машинно-ручное время может быть определено по формуле

$$t'_{mp} = (m \times l_{\sigma.n} \times 60) / (n \times K) + 0,3 ,$$

где  $m$  – количество стежков в 1 см шва или строчки;

$l_{\sigma.n}$  – длина строчки без перехвата;

$K$  – коэффициент использования частоты вращения;

$n$  – частота вращения машины на холостом ходу, об / мин<sup>-1</sup> ;

0,3 – затрата времени на пуск и останов машины или на нажатие на педаль и её освобождение.

Время на все перехваты ( $t_{nep}$ ) при выполнении машинно-ручной работы на универсальных и специальных швейных машинах определяется по нормативу времени на 1 перехват ( $t'_{nep}$ ) и количеству перехватов ( $Q_{nep}$ ):

$$t_{nep} = t'_{nep} \times Q_{nep} .$$

Количество перехватов определяется по зависимости

$$Q_{nep} = (L / l_{\sigma.n}) - 1 ,$$

где  $L$  – длина шва или строчки.

Количество поворотов, встречающихся при выполнении машинно-ручной работы, зависит от конфигурации строчек и размера деталей. Норматив времени на один поворот установлен для костюмной ассортиментной группы в пределах 0,9 – 2,0 с, а для пальтовой – 1,0 – 2,4 с.

Время на основную машинную работу, выполняемую на универсальных и специальных машинах-полуавтоматах, определяется по формуле

$$t_m = (60 \times m \times L) / (n \times K) + 0,3 ,$$

где  $t_m$  – время основной машинной работы на весь объем работы, с;

$m$  – количество стежков или проколов в 1 см длины шва или строчки;

$L$  – длина участка от пуска до останова машины;



$n$  – частота вращения главного вала машины на холостом ходу, об/мин<sup>-1</sup>;

$K$  – коэффициент использования частоты вращения главного вала машины (для универсальных и специальных швейных машин " $K$ " определяется по нормативам; для машин-полуавтоматов отечественного производства – 0,9; для машин зарубежного производства – 0,95);

0,3 – время на пуск и останов машины.

Оперативное время ( $t_{on}$ ) на выполнение технологически неделимых операций определяется по формулам:

– для машинно-ручных работ

$$t_{on} = t_{mp} + t_{пер} + t_{нов} + t_{в} + t_{кач} ,$$

где  $t_{mp}$  – основное машинно-ручное время на всю операцию, с;

$t_{пер}$  – время на все перехваты, с;

$t_{нов}$  – время на все повороты, с;

$t_{в}$  – время на выполнение вспомогательных приемов, с;

$t_{кач}$  – норматив времени на проверку качества, с.

– для машинных работ

$$t_{on} = t_{м} + t_{в} + t_{кач} ,$$

где  $t_{м}$  – основное машинное время, с.

### **Обувное производство**

Машины ударного действия (прессы, для вырубания деталей).

Машинное время  $t_{м}$  в этом случае определяется по формуле

$$t_{м} = (60 \times 2) / n \times B,$$

где  $n$  – частота вращения главного вала, мин<sup>-1</sup>;

$B$  – число единиц полуфабриката, вырубаемого за один удар прессы.

Величина  $B$  зависит от числа слоев материала в настиле  $q$  и количества гнезд в резаке  $U$  :

$$B = q \times U ,$$

тогда

$$t_{м} = (60 \times 2) / (n \times q \times U).$$

Применительно к машинам для прикрепления каблука машинное время определяется по формуле

$$t_{м} = (60 \times 2) / n .$$

Для машин последовательно-периодического действия (швейные, затяжные, гвоздевые и т.д.) время поределяется по формуле

$$t_{м} = (L \times 60 \times 2) / n ,$$

где  $L$  – длина строчки на полупару обуви.

Прессы для вулканизации, прессования подошв и др. Для них время определяется следующим образом:

$$t_m = t_{nd} + t_{np} + t_{ed} ,$$

где  $t_{nd}$  – время для приведения пресс-формы в рабочее состояние;

$t_{np}$  – время выдержки изделия в прессе;

$t_{ed}$  – время снятия давления и разведения частей пресс-формы.

Теоретическая производительность (часовая) данных машин определяется по формуле

$$A = 60 / t_m.$$

Таблица – Нормы амортизационных отчислений

Вид оборудования	Нормы отчислений, %
Станки с ЧПУ, автоматические станочные линии	6,7
Гибкие производственные модули, роботизированные технологические комплексы	8,3
Сборочное регулировочное и окрасочное оборудование	7,1
Прядильное оборудование для формования химических нитей всех видов	6,7
Оборудование для переработки текстильных отходов	8,3
Машины и оборудование прядильного и ткацкого производства	10,0
Оборудование крутильно-ниточного производства	12,7
Машины швейной и обувной промышленности	10,0
Машины и оборудование трикотажного производства:	
– машины хлопчатобумажного производства;	6,7
– машины вязального производства;	10,0
– оборудование для производства искусственного меха	8,3