

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Экономика и управление»

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

*Методические рекомендации для студентов специальностей
1-36 01 01 «Технология машиностроения»
и 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов
и производств (по направлениям)»
дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2023

УДК 338.24
ББК 65.23
Д46

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Экономика и управление» «22» февраля 2023 г.,
протокол № 6

Составитель канд. экон. наук, доц. А. Г. Барановский

Рецензент Е. В. Ильюшина

Изложена методика обоснования экономической эффективности проектируемых технологических процессов.

Учебное издание

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Ответственный за выпуск	Т. В. Романькова
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н.П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 26 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2023

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ технологических процессов	5
1.1 Технико-экономический анализ. Общая характеристика	6
1.2 Рекомендации по совершенствованию	7
2 Обоснование эффективности технологического процесса	8
2.1 Выбор базового варианта и порядок расчета	8
2.2 Расчет экономического эффекта	8
2.3 Определение стоимости заготовки	10
2.4 Расчет капитальных вложений	11
2.5 Расчет технологической себестоимости.....	13
2.6. Обоснование экономической эффективности применения	
РТК.....	16
2.7 Критическая программа выпуска	19
Список литературы	22
Приложение А. Список организационных вопросов	24
Приложение Б.....	27
Приложение В.....	28
Приложение Г. Обоснование себестоимости проектируемого узла	29

Введение

Методические рекомендации предназначены для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)», выполняющих дипломный проект по теме «Совершенствование технологического процесса механической обработки деталей».

Организационно-экономический раздел дипломного проекта состоит из двух частей: организационной и экономической.

В организационной части рассматривается один из вопросов организации машиностроительного производства. Список организационных вопросов приведен в приложении А. Тема организационного вопроса выбирается студентом *в соответствии с двумя последними цифрами номера зачётной книжки.*

К организационному вопросу предъявляются следующие требования: использование нескольких источников, освещение практической реализации данного вопроса на базовом предприятии, объём 3–5 страниц.

Экономическая часть раздела содержит все необходимые технико-экономические расчеты и определение экономического эффекта от принятых решений. В начале экономических расчетов следует указать основные отличия проектного варианта от базового, а затем рассчитать экономическую эффективность принятых в проекте решений. Результатом расчета являются технико-экономические показатели проекта, которые представляются на защите в виде итоговой таблицы.

1 Анализ технологических процессов

Разработку новых или совершенствование действующих технологических процессов начинают со сравнения нескольких вариантов. При разработке новых техпроцессов рассматривают различные варианты механической обработки деталей либо сборки узлов машин, а при совершенствовании действующих техпроцессов за основу принимают базовый (заводской) вариант.

Анализ базового технологического процесса при механической обработке производят по операциям, начиная от метода получения заготовки и заканчивая контролем. При этом нужно обратить внимание на следующие моменты.

При анализе техпроцесса получения заготовки следует изучить способ получения заготовки на предприятии и возможные его усовершенствования или замену с целью повышения коэффициента использования металла, снижения трудоемкости последующей механической обработки, снижения стоимости заготовки.

При анализе техпроцессов механической обработки следует обращать внимание на: построение операций, характер применяемого оборудования и технологической оснастки, соответствие рабочей зоны станков габаритам обрабатываемых деталей, применение средств механизации и автоматизации производства, производительность операций.

Выбор технологического оборудования производится с учетом технических, экономических и организационных требований к оснащению процессов производства. Перечень оцениваемых факторов при выборе оборудования приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Факторы, оцениваемые при выборе оборудования

Показатель	Оцениваемый фактор
Первоначальные капиталовложения	Цена. Производитель. Доступность используемых моделей. Требования к пространству при размещении. Потребность в подающих механизмах и вспомогательном оборудовании
Производительность	Соотношение используемой и номинальной мощностей
Требования к эксплуатации	Простота использования. Безопасность. Эргономические показатели
Качество выпускаемой продукции	Стабильность выполнения технических требований. Количество производственных отходов
Требования к рабочей силе	Соотношение прямых и косвенных затрат труда. Подготовка и навыки
Гибкость	Соотношение универсального и специализированного оборудования. Специальный инструментарий
Требования к наладке	Сложность. Скорость переналадки
Техническое обслуживание	Сложность. Частота. Доступность запасных частей
Устаревание	Возможность модификации для использования в других целях
Учет производства	Заделы и потребность в буферных запасах
Совместимость в масштабах всей системы	Совместимость с существующими или запланированными системами. Контроль функционирования. Соответствие производственной стратегии фирмы

При анализе техпроцессов сборки узлов и машин нужно обращать внимание на: построение и последовательность операций, характер сборочного оборудования и сборочной оснастки, обеспечение точности сборки и контроля замыкающих звеньев сборочных цепей.

На основании анализа действующих технологических процессов разрабатывают принятые маршрутные технологические процессы с указанием схем базирования, оборудования, приспособлений и инструментов. Принятые решения подтверждают необходимыми технико-экономическими расчетами.

Далее более подробно излагается содержание технико-экономического анализа технологического процесса.

1.1 Технико-экономический анализ. Общая характеристика

В основу проектирования производственного участка должны быть положены оптимальные технологические процессы. Для их нахождения проводится технико-экономический анализ (ТЭА).

Можно выделить два направления ТЭА:

- 1) оптимизация конструкторских, технологических и организационных решений освоения или совершенствования процессов выпуска продукции;
- 2) обоснование экономической эффективности альтернативных вариантов конструкции, изделий, технологии и организации производства.

Основными разновидностями ТЭА являются: интуитивный, параметрический, структурный и функциональный (функционально-стоимостный).

В основе интуитивного ТЭА – талант и опыт инженера. Параметрический ТЭА – это поиск взаимосвязей между показателями техники и её эффективностью.

В основе структурного анализа предположение о том, что каждый объект, в том числе и технологический процесс, воспроизводится из исходных элементов. При структурном анализе технологического процесса следует обратить внимание, прежде всего, на наличие простых (безэлементных и одноэлементных) и комплексных (двух-, трех- и более элементных) операций и уровень механизации операции (отношение машинного времени операции к штучному или штучно-калькуляционному времени). Под элементом в данном случае понимается количество орудий труда на операции. На многоэлементных операциях более высокая техническая оснащённость и, соответственно, производительность труда.

В рамках структурного анализа даётся характеристика уровня множественности и степени автоматизации каждого из орудий труда. Множественность оборудования определяется количеством рабочих органов станка, несущих инструменты. Для каждой операции выясняется: наличие и количество режущего инструмента и приспособлений, степень автоматичности замены и подвода инструмента, использования приспособлений. Для инструмента и приспособлений также указываются уровни множественности (общее число используемых инструментов и общее число деталей, устанавливаемых в одном или нескольких приспособлениях и обрабатываемых на одной операции соответ-

ственно). Для технологического процесса в целом могут рассчитываться коэффициенты множественности по оборудованию, инструменту и приспособлениям делением общего количества соответствующих объектов в технологическом процессе на число операций.

При проведении структурного анализа можно использовать аналитические таблицы для каждой операции (таблица 1.2) и сводные таблицы.

Таблица 1.2 – Структурный анализ токарной операции 05

Показатель	Оборудование	Инструмент	Приспособление	Штучное время, мин		Уровень механизации, %
				все-го	машинное	
Наименование	1К620	Резец	Установочное	2,38	1,3	0,55
Количество (множественность)	1	1	1			
Качественная характеристика	а	р	р			

На рассматриваемой операции применен один станок, на станке крепится один резец и в приспособлении устанавливается одна деталь. Буква **а** обозначает автоматизацию движения инструмента относительно детали, а буква **р** – ручную смену инструмента и ручную установку детали в приспособлении. Сводные таблицы для структурного анализа технологического процесса в целом приведены в [12, с. 63–65].

1.2 Рекомендации по совершенствованию

Дается краткая характеристика необходимых изменений в технологическом процессе и предложения по его совершенствованию. Среди этих предложений: изменение состава переходов и рабочих ходов операций, замена оборудования, введение приспособления, изменение режимов резания. При этом целью изменений является минимизация затрат по данной операции или группе взаимосвязанных операций. Для обоснования экономической целесообразности изменений рассчитывается экономический эффект.

2 Обоснование эффективности технологического процесса

Для определения экономического эффекта проектируемого (нового) технологического процесса необходимо предварительно выбрать базовый вариант и рассчитать по вариантам технологии изменение стоимости заготовки, удельные капитальные вложения, технологическую себестоимость и приведенные затраты.

2.1 Выбор базового варианта и порядок расчета

В качестве базового варианта может приниматься лучший мировой образец технологии или заменяемый технологический процесс на предприятии, где студент проходил преддипломную практику.

В первом случае определяется потенциальный народно-хозяйственный эффект, а во втором – хозяйственный (коммерческий) эффект для конкретного предприятия.

По базовому и новому вариантам определяются приведенные затраты $Z_б$ и $Z_н$. Если $Z_б > Z_н$, то реализация технологического проекта целесообразна и экономический эффект может быть рассчитан как разница суммарных приведенных затрат по вариантам.

Необходимо отразить достоинства нового варианта по сравнению с базовым и основные изменения технологии. Целесообразно отметить следующее: изменение состава и порядка операций, замена оборудования, разработка и введение приспособлений, уточнение норм времени и др. В качестве исходных данных для последующих расчётов экономического эффекта проектируемого технологического процесса принимаются: годовая программа выпуска деталей, нормы расхода и масса деталей, нормы времени по операциям, характеристики применяемого оборудования (мощность, площадь основания), ставки заработной платы, цены оборудования и материалов, тарифы на энергию.

В случае задания по автоматизации технологического процесса необходимо кратко раскрыть её сущность и влияние на автоматизируемые операции. Применение робототехнического комплекса (РТК) следует показать в исходных данных к расчёту экономического эффекта.

Цены на оборудование и металл можно принять по данным [15, 16].

2.2 Расчет экономического эффекта

В общем случае экономический эффект от реализации проектируемого технологического процесса рассчитывают по формуле

$$\mathcal{E}_т = \mathcal{E}_з + \mathcal{E}_д,$$

где $\mathcal{E}_з$ – экономия затрат (дополнительные затраты) при изменении заготовки, тыс. р.;

$\mathcal{E}_д$ – экономический эффект (дополнительные затраты) при изменении тех-

нологии механической обработки, р.

Экономия затрат

$$\mathcal{E}_3 = (C_6 - C_n) \cdot N_n,$$

где C_6 , C_n – себестоимость (цена) одной заготовки по базовому и новому вариантам, р.;

N_n – программа выпуска деталей по новому варианту.

Экономический эффект проектируемого технологического процесса механической обработки определяют по формуле

$$\mathcal{E}_T = (Z_6 - Z_n) \cdot N_n,$$

где Z_6 , Z_n – приведенные затраты по вариантам на единицу продукции, р.

При этом

$$Z = C_{ед} + E_n K_{уд},$$

где $C_{ед}$ – технологическая себестоимость детали, р.;

E_n – коэффициент экономической эффективности, $E_n = 0,15$;

$K_{уд}$ – удельные капиталовложения (в расчете на деталь), р.

При проектировании группового технологического процесса предварительно определяется приведенная условная программа выпуска $N_{пр}$. В условиях дипломного проектирования приведение программы можно выполнить упрощенно только с учётом различий в трудоёмкости изготовления деталей. При этом в качестве детали-представителя принимается наиболее трудоёмкая деталь в группе. Для остальных деталей рассчитывают коэффициенты приведения как

$$K_i = \frac{T_i}{T_{пр}},$$

где T_i , $T_{пр}$ – трудоёмкость изготовления i -й детали и детали-представителя, ч.

Тогда условная программа выпуска составит

$$N_{ус} = N_{пр} + N_2 K_2 + N_3 K_3 + \dots + N_n K_n,$$

где $N_{пр}$, N_2 , ..., N_n – программа выпуска по каждой детали, шт.;

K_2 , K_3 , ..., K_n – соответствующие коэффициенты приведения.

2.3 Определение стоимости заготовки

Стоимость заготовки (поковка, отливка, штамповка) находят по формуле

$$S_3 = \frac{Ц_3}{1000} \cdot Q \cdot k_0 \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_{\Pi} - (Q - q) \cdot \frac{Ц_{от}}{1000},$$

где $Ц_3$ – базовая стоимость 1 т заготовки, р.;

Q – масса заготовки, кг;

$k_0, k_c, k_b, k_m, k_{\Pi}$ – коэффициенты, учитывающие конструктивные особенности заготовок и условия их производства [3, с. 30–38];

q – масса готовой детали, кг;

$Ц_{от}$ – цена 1 т отходов, р.

Базовую стоимость заготовки следует принять по данным предприятия.

Для более точного определения стоимости заготовки нужно разработать технологический процесс её изготовления.

Для проведения дальнейших расчётов целесообразно составить таблицу исходных данных (таблица 2.1).

Цены металла на сайтах: <https://www.shaem.by/home#rec178273734> Металлоторговая компания «ША – М», Металлсервис – Москва metall-sm.ru.

Соответствующие цены также нужно выразить в белорусских рублях.

Цены базового оборудования следует принимать не по остаточной стоимости (цены оборудования бывшего в употреблении), а на уровне цен современных аналогов, т. к. на балансе предприятия для станков отражена не остаточная, а восстановительная стоимость.

Таблица 2.1 – Исходные данные к расчёту экономического эффекта

Опера-ция	Ста-нок	Норма времени, мин	Разряд работы	Цена станка, р.	Мощность двигателя, кВт	Площадь станка, м ²	Затраты на инструмент в час, р.
<i>Базовый вариант</i>							
<i>Новый вариант</i>							

Соответствующие цены в долларах и российских рублях следует перевести по курсу белорусского рубля на дату расчётов.

Если предполагается использование РТК, то в новом варианте следует отразить его применение отдельной строкой.

2.4 Расчет капитальных вложений

Удельные капитальные вложения в расчете на одну деталь $K_{уд}$ можно определить как

$$K_{уд} = \frac{K_{об} + K_{зд}}{N} \cdot \eta_{пр} \cdot \eta_3,$$

где $K_{об}$, $K_{зд}$ – капитальные вложения в оборудование и здания по изменяющимся операциям технологического процесса, р.;

$\eta_{пр}$ – множитель, учитывающий другие группы основных фондов (сооружения, инструмент, инвентарь и т. д.), $\eta_{пр} = 1,1 \dots 1,2$;

η_3 – коэффициент загрузки оборудования на операции (не учитывается, если программа выпуска обеспечивает создание однопредметного участка);

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_{пр}}$$

m_p , $m_{пр}$ – расчётное и принятое числа станков на операции, шт.

Капитальные вложения в оборудование

$$K_{об} = \sum_{i=1}^n m_i \cdot Ц_i \cdot K_M,$$

где n – число видов станков по изменяющимся операциям технологического процесса;

m_i – принятое число станков i -го вида, ед.;

$Ц_i$ – цена станков i -го вида, р.;

K_M – коэффициент, учитывающий транспортные расходы и расходы на монтаж.

Если на операции предусмотрено использование робототехнического комплекса (РТК), то его стоимость нужно включить в капитальные вложения в оборудование на операции. Если для РТК требуется дополнительная площадь, то и её следует учесть в дальнейших расчётах. Расчёт стоимости оборудования целесообразно представить в таблице 2.2.

Количество оборудования может быть определено также по формуле

$$m_p = \frac{t_{шт} \cdot N}{60 F_d \eta_3},$$

где m_p – расчетное число станков;

$t_{шт}$ – норма времени на операции (штучного или штучно-калькуляцион-

ного), мин;

F_d – годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч;

η_3 – средний коэффициент загрузки оборудования на участке по времени.

Таблица 2.2 – Стоимость оборудования

Модель станка	Штучно-калькуляционное время на операцию $t_{шт.-к}$, мин	Программа выпуска N, шт.	Количество станков		Цена станка, р.	Затраты на монтаж, р.	Балансовая стоимость, р.
			расчетное C_p	принятое C_n			
<i>Базовый вариант</i>							
<i>Проектируемый вариант</i>							

При этом F_d вычисляют по формуле

$$F_d = (8 \cdot D_p - 1 \cdot D_c) \cdot K_{см} \cdot K_p$$

или

$$F_d = (8 D_n + 7 D_c) K_{см} K_p,$$

где D_p – количество рабочих дней в году (определяется вычитанием из общего числа дней (365 или 366) числа выходных и праздничных дней в данном году);

D_n – количество полных рабочих дней;

D_c – количество сокращенных (предпраздничных) дней;

$K_{см}$ – количество смен работы оборудования в сутки;

K_p – коэффициент, учитывающий время пребывания оборудования в ремонте, $K_p = 0,94 \dots 0,97$.

Принятое число станков определяют округлением расчетного числа, как правило, в большую сторону. Допускается перегрузка в 5 %...7 %.

Капитальные вложения в здание

$$K_{зд} = Ц_{зд} \cdot S,$$

где S – площадь, занимаемая оборудованием, m^2 ;

$Ц_{зд}$ – стоимость 1 m^2 площади, $Ц_{зд} \approx 500 \dots 700$ у. е.

Соответствующие расчёты можно свести в таблицы 2.3 и 2.4.

Значения коэффициента принимаются в зависимости от площади станка в плане и равны: при площади станка менее 2 m^2 – 4; св. 2 до 4 m^2 – 3,5; св. 4 до 6 m^2 – 3; св. 6 до 10 m^2 – 2,5; св. 10 до 20 m^2 – 2; более 20 m^2 – 1,5.

Для повышения точности расчётов стоимость производственной площади следует принять по данным базового предприятия.

При большом числе изменяющихся операций расчет удобно выполнить в табличной форме.

Таблица 2.3 – Капитальные вложения в здание

Опера-ция	Модель станка	Площадь основания станка, м ²	Коэффициент дополнительной площади	Площадь на станок, м ²	Количество станков	Площадь на операцию, м ²	Цена 1 м ² , р.	Капитальные вложения в здание К _{зд} , р.
<i>Базовый вариант</i>								
<i>Проектируемый вариант</i>								

Таблица 2.4 – Удельные капитальные вложения

Опера-ция	Капвложения, р.			Всего на операцию К _{об} , р.	Коэффициент загрузки К _з	Капвложения с учетом загрузки (К _{об} ·К _з), р.	Удельные вложения (К _{об} ·К _з /N), р.
	в здания	в оборудование	прочие (10 % от (К _{зд} + К _{об}))				
<i>Базовый вариант</i>							
<i>Проектируемый вариант</i>							

Примечание – В таблице 2.4 следует учитывать коэффициент загрузки, а не расчетное число станков, в случае если оно больше единицы. В массовом производстве корректировать капвложения с учетом загрузки оборудования на операциях не следует.

2.5 Расчет технологической себестоимости

Технологическую себестоимость (в данном случае затраты на механическую обработку детали) по операциям находят из выражения

$$C = (C_3 + C_9) \frac{t_{шт}}{60},$$

где C_3 – часовая заработная плата с отчислениями, р.;

C_9 – часовые затраты по эксплуатации рабочего места, р.

Для определения технологической себестоимости по всему процессу соответствующие затраты по операциям суммируют.

При использовании РТК должны учитываться соответствующие затраты по обеспечению его функционирования на операции. Заработная плата основного рабочего при использовании робота, очевидно, рассчитываться не должна.

Расчёт технологической себестоимости приведён в таблице 2.5.

Часовая заработная плата с начислениями определяется по формуле

$$C_з = C_ч \cdot K_{пр} \cdot K_д \cdot K_к,$$

где $C_ч$ – часовая тарифная ставка соответствующего разряда, р.;

$K_{пр}$ – коэффициент премий, $K_{пр} = 1,4$;

$K_д$ – коэффициент доплат, дополнительной зарплаты, отчислений на социальные нужды, $K_д = 1,5 \dots 1,6$;

$K_к$ – корректирующий коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание.

Таблица 2.5 – Технологическая себестоимость

Опера-ция	Часовая зарплата ос-новных рабочих с начислениями, р.	Часовые расходы по рабочим местам, тыс. р.	Всего расходов, р.	Норма времени, мин	Затраты на деталь, р.
<i>Базовый вариант</i>					
<i>Проектируемый вариант</i>					

Корректирующий коэффициент при расчете часовых ставок вводят только на операциях, где применяется многостаночное обслуживание. При числе обслуживаемых станков, составляющем 2, $K_к$ принимается равным 0,65, при числе 3 – 0,45, при 4 – 0,39, при 5 – 0,35, при 6 – 0,32, при 7 – 0,3. Учитывать $K_к$ необходимо в случае, если на операции больше, чем один станок.

При этом часовую тарифную ставку для станочников определяют по формуле

$$C_ч = \frac{S_i K_T K_{сл}}{F_M},$$

где S_i – тарифная ставка первого разряда, р.;

K_T – тарифный коэффициент соответствующего разряда;

$K_{сл}$ – коэффициент, учитывающий сложность работ, $K_{сл} = 1,1$;

F_M – месячный фонд рабочего времени, $F_M = 167$ ч.

Ставку первого разряда следует принять на уровне минимальной заработной платы на дату проведения расчёта.

Затраты на эксплуатацию рабочего места состоят из затрат на:

– заработную плату вспомогательных рабочих, обслуживающих оборудование. Эти затраты можно принять на уровне 30%...50 % от расходов по зарплате основных рабочих по операции:

$$C_{\text{всп}} = (0,4 \dots 0,6) C_3 F_d;$$

– амортизацию оборудования

$$A_m = \frac{K_{\text{об}} \cdot H_a}{100},$$

где $K_{\text{об}}$ – балансовая стоимость оборудования на операции, р.;

H_a – норма амортизации, %;

– содержание производственной площади

$$C_{\text{пл}} = P_{\text{п}} \cdot S,$$

где $P_{\text{п}}$ – расходы по содержанию 1 м² площади, $P_{\text{п}} \approx 10$ у. е.;

S – площадь, занимаемая оборудованием;

– ремонт и обслуживание рабочего места C_p (могут составлять 5 %...7 % от стоимости оборудования);

– силовую энергию

$$C_3 = P \cdot F_d \cdot K_c \cdot Ц_3,$$

где P – мощность оборудования, кВт;

K_c – коэффициент спроса, $K_c = 0,5 \dots 0,7$;

$Ц_3$ – тариф на электроэнергию, р./(кВт·ч);

Тариф принять по данным Могилевэнерго. <https://mogilev.energo.by/informatsiya-potrebitelyu/yuridicheskim-litsam-i-ip/tarify-dlya-yur-lits-i-ip.php>.

Эти затраты можно подсчитать более точно:

$$C_3 = P F_d K_M K_T K_{\text{п}} Ц_3 / \eta,$$

где K_M – коэффициент, учитывающий использование потребляемой мощности на i -й операции, $K_M = 0,8$;

K_T – коэффициент, учитывающий использование мощности во времени на i -й операции, $K_T = t_o / t_{\text{шт-к}}$;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий величину потерь в заводских сетях, $K_{\text{п}} = 1,05$;

η – коэффициент полезного действия электроустановки (принимается по паспортным данным);

$Ц_3$ – тариф на электроэнергию, р./(кВт·ч);

– возмещение износа металлорежущего инструмента

$$C_{\text{и}} = I_{\text{и}} \cdot F_{\text{л}} \cdot m,$$

где $I_{и}$ – часовые затраты на возмещение износа инструмента, р.;

m – количество оборудования.

Прочие затраты $C_{пр}$ могут составлять 3 %...5 % от суммы предыдущих расходов.

Тогда затраты на эксплуатацию рабочего места составят:

$$C_{экс} = A_{м} + C_{зп} + C_{э} + C_{и} + C_{р} + C_{пр}.$$

Расчёт затрат может быть выполнен в табличной форме (таблица 2.6).

Таблица 2.6 – Расходы содержания рабочих мест

Операция	Ста-нок	Количе-ство	Балан-совая стои-мость, р.	Затраты, р.								Часо-вые расхо-ды
				на зарпла-ту вспомо-гательных рабочих	на амор-тиза-цию	на со-держание площади	на ре-монт	на энер-гию	на ин-стру-мент	про-чие	все-го	
<i>Базовый вариант</i>												
<i>Проектируемый вариант</i>												

Для того чтобы сделать выводы, составляют таблицу итоговых показателей.

2.6 Обоснование экономической эффективности применения РТК

Для операций, на которых предусмотрено применение робота, целесообразно дополнительно посчитать эффект от их применения в составе общего эффекта. В качестве локального базового варианта принимается из разрабатываемого техпроцесса операция, но без робота, а новый вариант – это операция с роботом. В локальном базовом варианте учитывается зарплата основных рабочих, а в локальном новом варианте зарплату не будет, но добавятся затраты на содержание робота.

Для операции, на которой устанавливается робот, выполняется отдельный расчёт эффективности решения. При этом проводятся сравнительные расчёты технологической себестоимости на операции до и после использования робота.

Методика расчёта в целом аналогична методике, используемой для обоснования экономического эффекта новой технологии. При расчёте экономических показателей (инвестиций и затрат) на тех операциях, где используется РТК, следует показывать применение РТК отдельной строкой. Помимо этого, имеются некоторые особенности расчёта капитальных вложений в РТК и затрат на его эксплуатацию.

При обосновании эффективности РТК следует:

– учесть, что основной рабочий на операции, где установлен робот, не тре-

буется и экономится соответствующая заработная плата на операции;

– определить, нужна ли для робота дополнительная площадь или робот устанавливается в пределах площади, занимаемой станком.

Далее отражены те изменения, которые следует внести в экономические расчёты на операциях с использованием РТК. Расчёт стоимости оборудования целесообразно представить в форме таблицы 2.7.

Таблица 2.7 – Стоимость оборудования

Номер операции	Модель станка	Штучно-калькуляционное время на операцию $t_{шт-к}$, мин	Программа выпуска N , шт.	Количество станков (РТК)		Цена станка (РТК), тыс. р.	Затраты на монтаж, тыс. р.	Балансовая стоимость, тыс. р.
				расчетное C_p	принятое C_n			
<i>Базовый вариант</i>								
05	1K620							
<i>Проектируемый вариант</i>								
05	1K620							
	РТК	–			–			–

Примечание – В качестве базового варианта при обосновании РТК принимается не заменяемая операция заводского технологического процесса, а операция проектируемого процесса, но без РТК.

При этом, как правило, РТК обслуживает несколько станков. РТК следует показать отдельной строкой.

Балансовая стоимость РТК

$$K = C_{\text{РТК}} + P_{\text{д}} + P_{\text{м}},$$

где $C_{\text{РТК}}$ – цена приобретения (стоимость разработки) РТК, тыс. р.;

$P_{\text{д}}$ – расходы на доставку (могут быть приняты 2 %...3 % от цены), тыс. р.;

$P_{\text{м}}$ – затраты на монтаж робота, тыс. р.

Если проект РТК в дипломе отсутствует $P_{\text{м}}$ можно принять 8 %...10 % от цены. В другом случае следует учесть стоимость бетона и металла для фундамента, проводов и труб, стоимость подвода коммуникаций, заработную плату, отчисления в ФСЗН для оплаты строительно-монтажных работ и соответствующие накладные расходы.

Если основу РТК составляет покупной робот, его цена принимается на уровне наименьшей рыночной цены по доступным прейскурантам. Если же проект робота разрабатывается в дипломном проекте, его стоимость может быть определена аналогично стоимости приспособления.

Расчёт технологической себестоимости приведён в таблице 2.8.

Расходы на содержание РТК можно рассчитать аналогично расходам по содержанию рабочих мест со станочным оборудованием по следующим стать-

ям расходов: амортизационные отчисления, содержание площади (если таковая требуется дополнительно), ремонт, энергия, прочие.

В выводах указывают, за счет чего получен экономический эффект. Рассчитывают экономию заработной платы, амортизационных отчислений, затрат на энергию и т. п. Расчет выполняют следующим образом:

$$\Delta И = И_б - И_н,$$

где $\Delta И$ – экономия издержек по элементу затрат, р.;

$И_б$, $И_н$ – годовые издержки по элементу затрат по базовому и новому вариантам, р.

Таблица 2.8 – Технологическая себестоимость

Операция	Часовая зарплата, тыс. р.	Часовые расходы по рабочим местам, тыс. р.	Всего расходов, тыс. р.	Норма времени, мин*	Затраты на деталь, тыс. р.
<i>Базовый вариант</i>					
05 1К620					
<i>Проектируемый вариант</i>					
05 1К620	–				
РТК	–				
<p><i>Примечание</i> – * – норма времени для операции с роботом может быть принята несколько меньше, чем без него. Это объясняется тем, что роботу не нужен отдых, а вспомогательное время в исполнении робота вероятно сокращается. При этом время работы станка и робота следует принять одинаковым</p>					

Срок окупаемости инвестиций в РТК при его применении на данной операции может быть найден следующим образом:

$$T_{ок} = K_{уд} / (C_б - C_н) N;$$

$$K_{уд} = K_p K_з,$$

где $K_{оп}$ – удельные капиталовложения в робот по операции, р.;

$C_б$, $C_н$ – технологическая себестоимость операции на единицу продукции без робота и с роботом, р.;

N – программа выпуска, шт.;

K_p – балансовая стоимость робота с учетом занимаемой площади, р.;

$K_з$ – коэффициент загрузки по операции.

Приемлемый срок окупаемости меньше 7 лет.

Показатели, рассчитанные в проекте, представляют в виде таблицы 2.9.

Таблица 2.9 – Показатели проекта

Наименование	Вариант		Единица измерения
	базовый	проектируемый	
Программа выпуска			шт.
Масса детали			кг
Трудоемкость единицы изделия			мин
Коэффициент использования металла			–
Удельные капиталовложения			р.
Технологическая себестоимость детали			р.
Приведенные затраты: на деталь всего			р. р.
Экономический эффект по техпроцессу	–		р.
Эффект применения РТК			р.
Срок окупаемости РТК			лет
Экономический эффект на деталь	–		р.
Экономический эффект с учетом изменения заготовки	–		р.
Критическая программа выпуска			шт.

2.7 Критическая программа выпуска

Критическая программа выпуска – это такая программа, при которой два сравниваемых варианта технологических процессов (базовый и новый) равноценны с экономической точки зрения.

Следует обратить внимание, что расчёт критической программы имеет смысл только в том случае, если постоянные расходы по новому варианту технологии существенно превышают таковые для базового варианта.

Критическая программа $N_{кр}$ может быть найдена из выражения

$$N_{кр} = \frac{a_2 - a_1}{b_1 - b_2},$$

где a_1, a_2 – постоянные расходы по базовому и новому вариантам технологического процесса, р.;

b_1, b_2 – переменные расходы на единицу продукции по вариантам технологического процесса, р.

К постоянным расходам можно отнести: амортизационные отчисления оборудования, затраты на ремонт оборудования, содержание производственной площади, прочие расходы, заработную плату вспомогательных рабочих.

Величина постоянных расходов определяется суммированием годовых затрат по перечисленным статьям расходов. В серийном производстве сумму постоянных расходов по технологическому процессу следует скорректировать на коэффициент загрузки оборудования данной деталью $a^1 = a \cdot \eta_3$ (таблица 2.10).

Таблица 2.10 – Постоянные расходы по техпроцессу

Статья затрат	Сумма затрат, р.	Средний коэффициент загрузки оборудования	Постоянные затраты по техпроцессу, р.
Амортизация оборудования			
Амортизация зданий и прочих основных средств (2 %...3 % от их стоимости)			
Содержание производственной площади			
Ремонт оборудования			
Заработная плата вспомогательных рабочих с начислениями			
Прочие расходы			
Всего			

Заработная плата вспомогательных рабочих может быть найдена укрупненно, как 30 %...40 % от годовой заработной платы основных рабочих, занятых на данном оборудовании. Ожидаемую зарплату основных рабочих для этого определяют укрупненно с допущением нормативной загрузки оборудования выпуском различной продукции:

$$ЗП_o = C_{\text{ч}} \cdot \Phi_{\text{д}} \cdot m \cdot K_3 \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{с}},$$

где $C_{\text{ч}}$ – среднечасовая тарифная ставка основного рабочего, р.

В формуле коэффициенты загрузки K_3 , премий $K_{\text{пр}}$, дополнительной заработной платы $K_{\text{д}}$ и отчислений в ФСЗН $K_{\text{с}}$ могут быть приняты 0,85; 1,4; 1,15 и 1,34 соответственно.

В состав переменных расходов следует включить заработную плату основных рабочих с начислениями, затраты на двигательную электроэнергию с учётом загрузки оборудования, затраты на износ инструмента, также с учетом загрузки станков (таблица 2.11). Заработную плату основных рабочих на деталь определяют перемножением их среднечасовой тарифной ставки на трудоёмкость операции (детали) в часах. Затем результат умножают на коэффициенты учёта премий, дополнительной заработной платы и отчислений в ФСЗН.

$$ЗП_{\text{д}} = C_{\text{ч}} \cdot t_{\text{шт}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{д}} \cdot K_{\text{с}}.$$

Затраты на энергию и инструмент можно принять из таблицы 2.4, скорректировав соответствующие суммы на коэффициент загрузки.

Переменные затраты на единицу продукции можно определить делением годовых затрат на программу выпуска.

Затраты на энергию и инструмент можно принять из таблицы 2.4, скорректировав соответствующие суммы на коэффициент загрузки.

Переменные затраты на единицу продукции можно определить делением

годовых затрат на программу выпуска.

Расчет переменных расходов можно выполнить в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Переменные расходы на единицу продукции

Статья затрат	Сумма затрат (на программу), р.	Программа выпуска, шт.	Переменные затраты на единицу продукции, р.
Заработная плата основных рабочих с начислениями			
Двигательная электроэнергия			
Износ инструмента			
Всего			

Расчет критической программы выпуска целесообразно вести по каждой изменяющейся операции отдельно, а при существенных отличиях сравниваемых вариантов – по всем изменяющимся операциям технологического процесса (суммарно).

Таблицы 2.10 и 2.11 составляются для базового и нового вариантов.

Порядок расчёта критической программы.

1 В таблице 2.10 суммируем затраты по столбцам.

2 В таблицу 2.10 заносим постоянные расходы из таблицы 2.6, в том числе и по зарплате вспомогательных рабочих.

3 Определяем средний коэффициент загрузки оборудования как

$$K_3 = \sum m_3 / \sum m_{пр.}$$

4 Зарплату основных рабочих по вариантам находим следующим образом:

$$ЗП_{сд} = C_ч T_0 / 60 N K_{пр} K_p K_c.$$

5 Затраты на энергию и инструмент перед включением в таблицу умножаются на K_3 .

Метод графической интерпретации задачи представлен на рисунке 2.1.

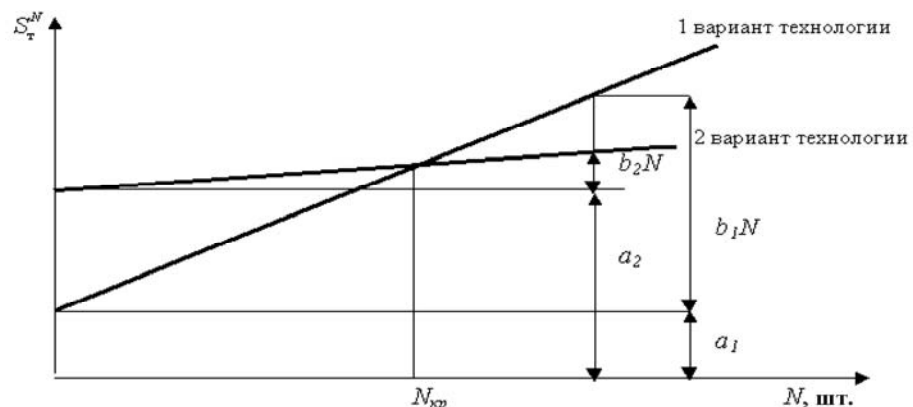


Рисунок 2.1 – График изменения годовых затрат при различных вариантах технологических процессов

В случае затруднений в расчёте критической программы может быть найден срок окупаемости дополнительных капитальных вложений в новый технологический процесс по формуле

$$T_{\text{ок}} = (K_{\text{удн}} - K_{\text{удб}}) / (C_{\text{б}} - C_{\text{н}}),$$

где $C_{\text{б}}$, $C_{\text{н}}$ – технологическая себестоимость на единицу продукции по базовому и новому вариантам технологического процесса, р.

Список литературы

1 **Жолобов, А. А.** Экономика и организация машиностроительного производства. Дипломное проектирование: учебное пособие / А. А. Жолобов, А. Г. Барановский, В. Т. Высоцкий. – Минск: РИВШ, 2021. – 322 с. ил.

2 Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие / М. Ф. Пашкевич [и др.]; под ред. М. Ф. Пашкевича. – Минск: Изд-во Гревцова, 2010. – 400 с.

3 **Горбацевич, А. Ф.** Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. – Минск: Вышэйшая школа, 1983. – 256 с.

4 Дипломное проектирование по технологии машиностроения / Под ред. В. В. Бабука. – Минск: Вышэйшая школа, 1979. – 464 с.

5 **Егоров, М. Е.** Основы проектирования машиностроительных заводов: учебник / М. Е. Егоров. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1969. – 480 с.

6 Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий. – Москва: Машиностроение, 1987. – 246 с.

7 **Жолобов, А. А.** Технология и организация производства в машиностроении: учебно-методическое пособие для студентов-дипломников специальностей 1-36 01 01 01, 1-36 01 01 03, 1-53 01 01 03 / А. А. Жолобов, В. Т. Высоцкий, А. Г. Барановский. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2009. – 98 с.

8 **Ланщикова, А. В.** Основы технологии машиностроения. ПГТА [Электронный ресурс] / А. В. Ланщикова. – Пенза, 2006. – 192 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com>.

9 **Мельников, Г. Н.** Проектирование механосборочных цехов: учебник / Г. Н. Мельников. – Москва: Машиностроение, 1990. – 352 с.

10 О единой тарифной сетке рабочих и служащих: постановление М-ва труда и социальной защиты Респ. Беларусь, 20 сент. 2002 г., № 123 // Консультант Плюс: Беларусь / ЮрСпектр, Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2002.

11 Справочник по функционально-стоимостному анализу / А. П. Ковалев [и др.]. – Москва: Финансы и статистика, 1988. – 380 с.

12 **Туровец, О. Г.** Вопросы экономики и организации производства в дипломных проектах: учебное пособие для вузов / О. Г. Туровец, В. Д. Билин-кис. – Москва: Высшая школа, 1988. – 174 с.

13 Экономика и организация производства в дипломных проектах: учеб-ник / К. М. Великанов [и др.]. – Ленинград: Машиностроение, 1986. – 285 с.

14 Экономика машиностроительного производства: учебник / Ю. А. Абра-мов [и др.] ; под ред. И. Э. Берзиня, В. П. Калинина. – Москва: Высшая школа, 1988. – 304 с.

15 Цены на оборудование [Электронный ресурс]. – Москва, 2009. – Режим доступа: <http://www.invest-garant.com>.

16 Цены на металл [Электронный ресурс]. – Москва, 2009. – Режим досту-па: <http://www.mc.ru>.

Приложение А (рекомендуемое)

Список организационных вопросов

- 1 Типы производства: сравнительная характеристика.
- 2 Единичное производство: предпосылки применения и характеристика.
- 3 Серийное производство: предпосылки применения и характеристика.
- 4 Массовое производство: предпосылки применения и характеристика.
- 5 Критерии и порядок выбора типа производства.
- 6 Методы организации производства: общая характеристика.
- 7 Индивидуальный (единичный) метод производства.
- 8 Партионный метод производства.
- 9 Поточный метод производства.
- 10 Формы организации производства: общая характеристика.
- 11 Специализация производства в машиностроении.
- 12 Кооперирование в машиностроении.
- 13 Концентрация производства в машиностроении.
- 14 Комбинирование производства в машиностроении.
- 15 Технологически специализированные участки.
- 16 Предметно-замкнутые участки механообработки.
- 17 Поточная линия как участок производства.
- 18 Компоновка поточной линии и организация ее обслуживания.
- 19 Основные параметры поточных линий и их расчёт.
- 20 Заделы на поточных линиях и их расчёт.
- 21 График-регламент работы поточной линии.
- 22 Многостаночное обслуживание и совмещение профессий.
- 23 Обоснование и построение графиков многостаночного обслуживания.
- 24 Производственный процесс: общая характеристика.
- 25 Основные производственные процессы.
- 26 Вспомогательные производственные процессы.
- 27 Обслуживающие производственные процессы.
- 28 Принципы организации производственного процесса.
- 29 Заготовительные процессы в машиностроении.
- 30 Обработывающие процессы в машиностроении.
- 31 Сборочные процессы в машиностроении.
- 32 Производственная структура предприятия.
- 33 Факторы, определяющие производственную структуру.
- 34 Показатели, характеризующие производственную структуру.
- 35 Направления совершенствования производственной структуры предприятия.
- 36 Цех и его производственная структура.
- 37 Цехи механообработки и их классификация.
- 38 Участки механообработки и сборки: общая характеристика.

- 39 Рабочее место как первичная производственная система.
- 40 Рабочее место: общая характеристика.
- 41 Виды и классификация рабочих мест.
- 42 Оснащение рабочего места.
- 43 Условия труда и техника безопасности на рабочем месте.
- 44 Планировка оборудования на участке: общие требования.
- 45 Планировка рабочего места.
- 46 Автоматизация в машиностроительном производстве.
- 47 Автоматические линии: общая характеристика.
- 48 Робототехника и её применение в машиностроении.
- 49 Гибкое автоматизированное производство.
- 50 Подготовка производства: основные направления.
- 51 Техническая подготовка производства.
- 52 Научная подготовка производства.
- 53 Конструкторская подготовка производства.
- 54 Технологическая подготовка производства.
- 55 Организационно-экономическая подготовка производства.
- 56 Экологическая подготовка производства.
- 57 Методы перехода на выпуск новой продукции.
- 58 Производственная операция и её виды.
- 59 Производственный цикл.
- 60 Структура производственного цикла.
- 61 Пути сокращения длительности производственного цикла.
- 62 Виды движения предметов труда в производстве.
- 63 Единая система конструкторской документации.
- 64 Единая система технологической документации.
- 65 Организационная структура отдела главного конструктора.
- 66 Организационная структура отдела главного технолога.
- 67 Конструкторская документация и её характеристика.
- 68 Технологическая документация и её характеристика.
- 69 Технологический процесс и порядок его разработки.
- 70 Направления обслуживания производства.
- 71 Ремонтное обслуживание производства.
- 72 Инструментальное обслуживание производства.
- 73 Энергетическое обслуживание производства.
- 74 Транспортное обслуживание производства.
- 75 Складское обслуживание производства.
- 76 Система планово-предупредительного ремонта оборудования.
- 77 Отдел главного механика и его задачи.
- 78 Расходный и оборотный фонды инструмента в производстве.
- 79 Инструментальный отдел и его задачи.
- 80 Виды транспорта на предприятии.
- 81 Технологический транспорт и его применение.
- 82 Выбор и расчёт потребности в транспортных средствах.
- 83 Обеспечение производства энергией: формы и методы.

- 84 Отдел главного энергетика и его задачи.
- 85 Службы механика и энергетика цеха.
- 86 Виды складов на предприятии.
- 87 Порядок получения материалов на складе.
- 88 Оперативное планирование производства.
- 89 Календарное планирование производства.
- 90 Диспетчирование производства.
- 91 Ритмичность производства, её оценка и обеспечение.
- 92 Оперативное планирование в единичном производстве.
- 93 Оперативное планирование в серийном производстве.
- 94 Оперативное планирование в массовом производстве.
- 95 Системы оперативного планирования производства.
- 96 Календарно-плановые нормативы.
- 97 Партия в серийном производстве и её обоснование.
- 98 Нормирование труда.
- 99 Методы нормирования труда.
- 100 Рабочее время и его состав.

Приложение Б (рекомендуемое)

Таблица Б.1 – Нормы амортизационных отчислений по группам основных средств (примерные)

Группа основных средств	Норма, %
Здания	1,1...1,5
Сооружения	2,6...3,5
Передаточные устройства	3,8...4,2
Машины и оборудование, в т. ч.:	
силовые	5,7
рабочие	9,6
Металлорежущие станки универсальные и специализированные:	
массой до 10 т	5,3...6,7
массой св. 10 до 100 т	5,6...7,1
Агрегатные, специальные станки и автоматические линии	7,1...9,1
Вычислительная техника	8,7
Транспортные средства	6,2
Инструмент	15,9
Прочие основные фонды	6,2
<p><i>Примечание</i> – По станкам большее значение принимается для массового и крупносерийного производства, меньшее – для серийного и единичного. Допускается определение норм амортизации следующим расчетом: $N_a = 100/T_c$ (где T_c – принятый или нормативный срок службы основных средств, лет)</p>	

Приложение В

(рекомендуемое)

Таблица В.1 – Затраты на возмещение износа металлорежущего инструмента за 1 ч работы

Группа станков	Характеристика группы	Износ, у. е.
Токарно-винторезные	Высота центров: до 200 мм св. 200 мм	0,045 0,075
Токарно-револьверные	Диаметр прутка: до 22 мм св. 22 мм	0,049 0,068
Многорезцовые полуавтоматы	Диаметр заготовки: до 250 мм св. 250 мм	0,076 0,112
Вертикально-сверлильные	Диаметр сверла: до 25 мм св. 25 мм	0,056 0,074
Радиально-сверлильные	Диаметр сверла: до 50 мм св. 50 мм	0,092 0,110
Горизонтально-расточные	Диаметр шпинделя: до 60 мм св. 60 мм	0,087 0,095
Плоскошлифовальные	Работающие периферией круга. Работающие торцем круга	0,087 0,070
Круглошлифовальные	Диаметр круга до 250 мм	0,103
Бесцентровошлифовальные	Диаметр шлифовального круга до 250 мм	0,230
Зубофрезерные	С вертикальной осью вращения	0,210
Зубодолбежные	С вертикальной осью вращения	0,159
Резьбофрезерные	Диаметр заготовки 200 мм	0,151
Горизонтально-фрезерные	Длина стола: до 1000 мм св. 1000 мм	0,076 0,083
Шпоночно-фрезерные	Диаметр фрезы до 20 мм	0,098
Протяжные	Тяговое усилие до 20 т	0,310

Приложение Г (рекомендуемое)

Обоснование себестоимости проектируемого узла

Рекомендуется для проектов, в которых разрабатываются конструкция и технология экспериментальных изделий. Себестоимость определяется укрупненными методами на основе нормативов и типовых зависимостей. Результаты расчетов сводятся в таблицу Г.1.

Таблица Г.1 – Себестоимость узла

Наименование	Обозначение	Сумма, тыс. р.
Основные материалы	C_m	
Комплекующие изделия	C_k	
Основная зарплата рабочих	$ЗП_о$	
Дополнительная зарплата (8 %...10 % от $ЗП_о$)	$ЗП_д$	
Отчисления в ФСЗН 34 % от ($ЗП_о + ЗП_д$)	ОС	
Общепроизводственные расходы в процентах от $ЗП_о$ (процент расходов принимается по данным предприятия)	ОПР	
Общехозяйственные расходы в процентах от $ЗП_о$ (по данным предприятия)	ОХР	
Всего	C	

При этом затраты на материалы определяются из расчёта

$$C_m = \sum_{i=1}^n НР_i \cdot Ц_i \cdot K_{пр} \cdot K_{тзр},$$

где n – виды i -х потребляемых материалов (чугун, сталь, цветные металлы, пластмассы и т. п.);

$НР_i$ – норма расхода i -го материала, кг;

$K_{пр}$ – коэффициент прочих (неучтенных) материалов, $K_{пр} = 1,05...1,1$;

$Ц_i$ – цена за 1 ед. (1 кг) i -го материала, тыс. р.;

$K_{тзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, $K_{тзр} = 1,03$.

Нормы расхода можно определить делением массы соответствующих деталей (по чертежу) M_d на коэффициент использования материала $K_{ис}$:

$$НР = \frac{M_d}{K_{ис}}.$$

Коэффициент использования материалов можно принять для корпусов – 0,6...0,8; для валов – 0,7...0,9; для шестерен – 0,55...0,7.

Затраты на комплектующие (покупные) изделия

$$C_k = \sum_{i=1}^n C_i \cdot N_i \cdot K_{пр} \cdot K_{тзр},$$

где n – число наименований комплектующих изделий (крепеж, подшипники, электродвигатели, микросхемы и т. п.);

C_i – цена за единицу i -го комплектующего, тыс. р.;

N_i – количество изделий в конструкции, шт.

Расчет затрат на материалы и комплектующие изделия целесообразно представить в табличной форме. Таблица разрабатывается студентом самостоятельно. Стоимость прочих материалов и комплектующих изделий в таблицах можно принять в пределах 5 %...15 % от расчетных значений.

Основная зарплата рабочих на изготовление и сборку

$$ЗП = C_ч \cdot T \cdot K_{п},$$

где $C_ч$ – средняя часовая тарифная ставка рабочего, тыс. р.;

T – общая трудоемкость изготовления деталей и сборки узла, ч;

$K_{п}$ – коэффициент премий, $K_{п} = 1,4$.

Трудоёмкость принимается по данным разрабатываемого технологического процесса, а при его отсутствии может быть определена укрупненно.

Тогда трудоемкость работ будет равна

$$T = \sum_{i=1}^n t_i \cdot \frac{M_d}{1000} + t_{сб},$$

где M_d – масса детали, кг;

t_i – удельная трудоемкость на 1 т массы соответствующих деталей, ч/т;

$t_{сб}$ – оценочная трудоемкость сборки, ч.

В расчетах можно принять следующие значения t_i , ч/т: простые сварные конструкции – 200...250; механообработка простых деталей – 300...350; обработка шестерен и редукторов – 600...650; изготовление автоматических гидравлических и электрических устройств – 200...250.

Эти значения рекомендуются для условий экспериментального производства. В других случаях их следует скорректировать в сторону уменьшения.