



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Экономика и логистика»

Т. Л. Якубовская

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

**Учебно-методическое пособие
по выполнению экономической части
дипломного проекта и курсовой работы**

Часть 2

**Минск
БНТУ
2018**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Экономика и логистика»

Т. Л. Якубовская

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Учебно-методическое пособие
по выполнению экономической части
дипломного проекта и курсовой работы
для студентов специальности 1-36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»

В 2 частях

Часть 2

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области экономики
и организации производства*

Минск
БНТУ
2018

УДК 629.33.064.2/3:378.147.091.313(075.8)

ББК 74.58с.я7

Я49

Рецензенты:

д-р экон. наук, профессор *Н. П. Беяцкий*;

канд. экон. наук, доцент *А. А. Косовский*

Якубовская, Т. Л.

Я49 Оценка экономической эффективности проектных решений : учебно-методическое пособие по выполнению экономической части дипломного проекта и курсовой работы для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» : в 2 ч. Ч. 2 / Т. Л. Якубовская. – Минск: БНТУ, 2018. – 62 с.
ISBN 978-985-583-134-2 (Ч. 2).

Учебно-методическое пособие содержит рекомендации, позволяющие студентам выполнить курсовую работу и экономическую часть дипломного проекта.

Предусматривается обоснование экономической эффективности создания и использования новой техники.

Часть 1 издана в 2017 году.

УДК 629.33.064.2/3:378.147.091.313(075.8)

ББК 74.58с.я7

ISBN 978-985-583-134-2 (Ч. 2)

ISBN 978-985-550-528-1

© Якубовская Т. Л., 2018

© Белорусский национальный
технический университет, 2018

1. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТРАКТОРОВ

Определение экономической эффективности проектного решения производится в следующей последовательности:

- формирование исходных данных для расчетов (см. п. 2.1, часть 1);
- оценка затрат при производстве проектируемой конструкции (см. п. 2.2, часть 1);
- определение затрат при эксплуатации базовой и проектируемой конструкции (согласно приведенным ниже рекомендациям);
- оценка экономической эффективности проектного решения (см. п. 2.4, часть 1).

1.1. Производительность базового и проектируемого трактора

Расчет производительности трактора выполняется в следующей последовательности:

1. Определяется годовая занятость тракторов, сельскохозяйственных машин T_r в часах по фактическим или статистическим данным (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Балансовая стоимость, нормы годовых отчислений
и годовая загрузка тракторов и сельскохозяйственных
машин [1, с. 64]

Марка машины	Балансо- вая стои- мость Б, тыс. руб.	Годовая загрузка T_r , ч	Норма годовых отчислений, %		
			На рено- вацию α_p	На ка- премонт $\alpha_{кр}$	На ТО и текущий ремонт $\alpha_{то, тр}$
1	2	3	4	5	6
К-701	1728,8	1350	11,1	7	22
К-700	1329,2	1350	11,1	7	22
Т-150К	793,9	1350	12,5	6	22

Продолжение табл. 1.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Т-150	696,3	1300	12,5	6	22
ДТ-75М	560	1300	12,5	6	22
ДТ-75	420	1300	12,5	6	22
МТЗ-82	305	1200	12,5	4	22
МТЗ-80	442,5	1200	12,5	4	22
ЮМЗ-6Л	356	1200	12,5	4	22
Т-40	261,5	1200	12,5	4	22
Т-40АМ	285,4	1200	12,5	4	22
МТЗ-102	577,2	1200	12,5	4	22
МТЗ-100	610,5	1200	12,5	4	22
МТЗ-142	777	1200	12,5	4	22
Т-70С	270	1100	14,3	4	22
ПТК-9-35	108,2	480	12,5	–	27
ПЛН-8-40	96	480	12,5	–	27
ПЛП-6-35	47,1	480	12,5	–	27
ПЛН-5-35	38	480	12,5	–	27
ПЛ-5-35	42,7	480	12,5	–	27
ПЛН-3-35	23,5	480	12,5	–	27
ППЛ-10-25	52,7	260	14,2	–	16
ППЛ-5-25	22,5	260	14,2	–	16
БД-10	144,3	180	14,2	–	14
БДТ-7	178	180	14,2	–	14
БДН-3	80	180	14,2	–	14
БДТ-3	112	180	14,2	–	14
БЗТС-1	0,832	100	20	–	14
ЗБП-0,6	0,89	100	20	–	14
З-ОР-0,7	0,666	100	20	–	14
БСО-0,4	6,7	100	20	–	14
БИГ-ЗА	66,6	100	20	–	14
ПЛН-4-35	28	480	12,5	–	27
ПОН-2-30	16,7	480	12,5	–	27
ПН-3-30	16,5	480	12,5	–	27
ПН-3-40	16,5	480	12,5	–	27

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
ЛДГ-20	133,2	260	14,2	–	14
ЛДГ-15А	111	260	14,2	–	14
ЛДГ-10А	92,1	260	14,2	–	14
ЛДГ-5А	43,3	260	14,2	–	14
ЗКВГ-1,4	15,3	190	12,5	–	14
ЗККШ-6	44,4	190	12,5	–	14
СКГ-2	12,2	190	12,5	–	14
СКГ-2-1	6,1	190	12,5	–	14
СКГ-2-2	10,6	190	12,5	–	14
ККН-2,8	10	190	12,5	–	14
2ККН-2,8	23,3	190	12,5	–	14
ЗККН-2,8	34,4	190	12,5	–	14
С-11У	71,6	300	14,2	–	14
СГ-21	96,6	300	14,2	–	14
СП-11	35	300	14,2	–	14
СП-16	117,7	300	14,2	–	14
СН-75	79,6	300	14,2	–	14
КПС-4	44	210	14,2	–	16
КШУ-8	100	210	14,2	–	16
КШУ-18	300	210	14,2	–	16
КФГ-3,6	40	210	14,2	–	16
КПШ-5	84,4	210	14,2	–	16
КПШ-9	186,5	210	14,2	–	16
КПЭ-3,8	61	210	14,2	–	16
КШ-3,6	20	210	14,2	–	16
СЗ-3,6	76	160	12,5	–	18
СЗС-1,8	40	160	12,5	–	18
СЗС-2,1	119	160	12,5	–	18
СЗ-5,4	150	160	12,5	–	18

2. В структуре годовой занятости трактора выделяются основные виды сельскохозяйственных работ, процентное соотношение между этими видами работ и рассчитывается годовая занятость трактора по каждому виду работ $T_{Г_i}$.

Пример 1.1.

Годовая занятость трактора $T_r = 1350$ ч.

Основные виды сельскохозяйственных работ: пахота – 42 %, боронование – 18 % и т. д.

$T_{\text{пах}} = 0,42 \cdot 1350 = 567$ ч – годовая занятость трактора на пахоте;

$T_{\text{бор}} = 0,18 \cdot 1350 = 243$ ч – годовая занятость трактора на бороновании.

3. Определяется часовая производительность трактора.

Различают теоретическую и техническую эксплуатационную производительность агрегата. Теоретическую производительность подсчитывают по конструктивной ширине захвата (B_k , м) и теоретической скорости (v , км/ч), а рабочую – с учетом производственных условий работы, т. е. по рабочей ширине захвата (B_p , м) и рабочей скорости (v_p , км/ч).

Теоретическую сменную производительность определяют по формуле

$$W = 0,1B_k v t_{\text{см}}, \text{ га},$$

где $t_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч.

Теоретическая производительность не отражает изменений величин B_k , W , $t_{\text{см}}$ в процессе работы, так как рабочая ширина захвата агрегата в большинстве случаев отличается от конструктивной. На таких работах, как боронование, сплошная культивация, уборка зерновых и др., она меньше конструктивной, так как в целях предупреждения огрехов между смежными проходами необходимы перекрытия. Коэффициент (степень) использования ширины захвата β служит показателем использования конструктивного захвата. Он равен отношению рабочей ширины захвата к конструктивной (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Коэффициент использования ширины захвата [1, с. 61]

Сельскохозяйственные машины	β
Отвальный плуг	1,01–1,02
Зубовая борона, каток, мотыга	0,96–0,98
Луцильник, дисковая борона, паровой культиватор	0,96
Сеялка, пропашной культиватор	1,0

Тогда рабочая ширина захвата

$$B_p = B_k \beta.$$

Рабочая скорость движения из-за буксования движителя трактора, снижения частоты вращения коленчатого вала двигателя при перегрузках и затрат времени на остановки при переключении передач также отличается от теоретической. Рабочая скорость определяется исходя из технических характеристик трактора (табл. 1.3).

Таблица 1.3

Рекомендуемые скорости движения на основных работах [1, с. 99]

Работа	Скорость движения v , км/ч
1	2
Вспашка	7–12
Лущение	6–12
Боронование: зубовыми боронами	8–13
дискowymi боронами	6–12
Культивация: сплошная	6–12
плоскорезами	6–12
тяжелыми культиваторами	6–10
штанговыми культиваторами	6–10
сеялками-культиваторами	6–10
окучниками	6–12
Прикатывание	6–15
Шлейфование	5–7
Посев: зерновых	7–14
кукурузы, подсолнечника	5–12
сахарной свеклы	6–8
Посадка картофеля	4–10
Внесение минеральных удобрений: туковыми сеялками	6–12
разбрасывателями	8–20

1	2
Внесение органических удобрений	10–13
Внесение жидких органических удобрений	6–10
Предпосевная обработка комбинированными агрегатами	5–10
Скашивание трав	7–12
Кошение с измельчением	6–12
Скашивание хлебов в валки:	
рядковыми жатками	6–12
самоходными комбайнами	6–8
Подбор валков зерновых	6–8
Уборка картофеля:	
комбайнами	1–5
копателями	2–8
Теребление льна	5–10
Внесение органических удобрений	10–13
Внесение жидких органических удобрений	6–10

Время смены также не полностью используют на производительную работу. Наблюдаются холостые повороты, заезды и остановки по различным причинам. Коэффициент использования времени τ служит для оценки использования времени смены. Он представляет собой отношение чистого рабочего времени t_p , ч, ко времени смены $t_{см}$, ч. Тогда рабочее время

$$t_p = t_{см} \tau.$$

При хорошей организации труда в нормальных условиях эксплуатации коэффициент τ достигает значения 0,7–0,85 [1, с. 43].

Тогда рабочую производительность агрегата W_p за смену с учетом производственных условий работы и технических возможностей входящих в агрегат машин определяют по формуле

$$W_p = 0,1 B_p v_p t_{см} \tau, \text{ га.}$$

Производительность за час сменного времени рассчитывают по формуле

$$W_{\text{ч}} = 0,1B_{\text{р}}v_{\text{р}}\tau, \text{ га.}$$

Пример 1.2.

$$B_{\text{р пахота}} = 3 \cdot 1 = 3 \text{ м.}$$

$$B_{\text{р боронование}} = 5 \cdot 0,96 = 4,8 \text{ м.}$$

Производительность трактора в эксплуатации:

$$W_{\text{ч пахота}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 10 \cdot 0,9 = 2,7 \text{ га/ч.}$$

$$W_{\text{ч боронование}} = 0,1 \cdot 4,8 \cdot 9 \cdot 0,9 = 3,9 \text{ га/ч.}$$

4. Определяется годовая производительность как произведение производительности тракторов на годовую занятость их по каждому виду сельскохозяйственных работ:

$$W_i = W_{\text{ч}} T_{\text{Г}}.$$

Пример 1.3.

$$W_{\text{пахота}} = 2,7 \cdot 576 = 1555,2 \text{ га.}$$

$$W_{\text{боронование}} = 3,9 \cdot 243 = 947,7 \text{ га.}$$

Если проектное решение не направлено на изменение производительности, производительность проектируемого трактора принимается равной базовой производительности.

Если в результате внедрения проектируемого решения рабочая скорость агрегата или коэффициент использования времени смены изменяется, то *необходимо рассчитать производительность проектируемого трактора $W^{\text{п}}$* , которая будет отличаться от базовой производительности $W^{\text{б}}$.

При этом значения в расчетной формуле производительности для проектируемой конструкции будут отличаться от значений в расчетной формуле производительности для базовой конструкции только по изменяющимся параметрам.

1.2. Определение затрат при эксплуатации проектируемой и базовой конструкции

Пункт включает в себя определение затрат на сельскохозяйственные работы, осуществляемые с помощью базовой C_3^6 и проектируемой $C_3^п$ техники. Расчеты производятся дважды: для базового и проектируемого варианта исследуемой конструкции. При этом амортизационные отчисления на данном этапе определяются только для базового варианта автомобиля, так как стоимость проектируемого автомобиля определяется в п. 2.4 части 1.

В результате расчетов по данному пункту должны быть определены:

- годовые эксплуатационные издержки потребителя при использовании единицы средства труда для базовой конструкции C_3^6 ;
- годовые эксплуатационные издержки потребителя при использовании единицы средства труда без амортизационных отчислений для базовой и проектируемой конструкции (C_3^6 без А, $C_3^п$ без А).

Сначала определяются затраты на гектар $C_{га}$ по каждому виду сельскохозяйственных работ:

$$C_{га} = C_T + C_M, \text{ руб./га,}$$

$$C_{га \text{ без А}} = C_T \text{ без А} + C_M \text{ без А, руб./га,}$$

где C_T – затраты на единицу работы, связанные с эксплуатацией тракторов, руб./га;

C_M – затраты на единицу работы, связанные с эксплуатацией сельскохозяйственных машин, руб./га;

$C_{га \text{ без А}}$ – затраты на единицу работы без амортизации, руб./га.

Затраты на единицу работы, связанные с эксплуатацией тракторов, определяются по формуле

$$C_T = 3П_T + 3_T + 3_{см} + 3_{то, тр Т} + 3_{аТ} + 3_{н},$$

где $3П_T$ – затраты на зарплату трактористов с отчислениями, руб./га;

$3_{топ}$ – затраты на топливо;

$Z_{см}$ – затраты на горючесмазочные материалы, руб./га;
 $Z_{т}$ – амортизация трактора, руб./га;
 $Z_{то, тр т}$ – сумма затрат на техобслуживание и ремонт, руб./га;
 $Z_{н}$ – накладные расходы, руб./га.
 Затраты на зарплату трактористов с отчислениями

$$ЗП_{т} = (ФЗП_{осн т} + ФЗП_{доп т})(1 + \alpha_{отч}), \text{ руб./га,}$$

где $ФЗП_{осн т}$ – основная заработная плата трактористов, руб./ч;

$ФЗП_{доп т}$ – дополнительная заработная плата трактористов (определяется как 12–15 % от основной);

$\alpha_{отч}$ – процент отчислений от заработной платы на социальное страхование и социальные нужды: $\alpha_{отч} = 0,345$.

$$ФЗП_{осн т} = \frac{Ч_{т} (100 + \alpha_{пр})}{100W_{ч}},$$

где $Ч_{т}$ – часовая ставка тракториста на данном виде работ, руб./ч (табл. 1.4, 1.5);

$\alpha_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии за производственные результаты и другие надбавки стимулирующего и компенсирующего характера (принимается 85 %);

$W_{ч}$ – производительность трактора за час сменного времени, га/ч.

Таблица 1.4

Тарифные разряды трактористов по группам тракторов [1, с. 121]

Операция (работа)	Разряды по группам тракторов		
	1	2	3
Пахота	4	5	6
Пахота поперек склона	5	6	6
Глубокое рыхление	4	5	6
Культивация, лущение, дискование	3	4	5
Боронование	3	4	5
Посев и посадка с.-х. культур	5	5	6

Окончание табл. 1.4

Операция (работа)	Разряды по группам тракторов		
	1	2	3
Уборка зерновых	–	6	6
Косьба на сено, силос, сенаж комбайнами	5	6	6
Уборка картофеля комбайнами	5–6	5–6	–
Разбрасывание минеральных и органических удобрений	4	5	6
Отвозка силосно-сенажной массы и другой продуктов с.-х. культур	3	4	5
Прикатывание почвы	2	3	4
Прессовка сена	5	–	–
Скашивание ботвы	3	–	–

Таблица 1.5

Классификация тракторов

1-я группа	Т-25, Т-40, Т-40АМ, МТЗ-80/82, ЮМЗ-6Л
2-я группа	МТЗ-100/102, Т-70С, ДТ-75М
3-я группа	Т-4А, ДТ-175С, Т-150, Т-150К, К-701

Затраты на топливо

$$Z_{\text{топ}} = Q \text{ Ц}_{\text{т}},$$

где Q – расход топлива на гектар выполненной работы, кг/ч [2];

$\text{Ц}_{\text{т}}$ – цена 1 кг топлива, руб.

$$Q = \frac{G_{\text{т}}}{W_{\text{ч}}} \eta,$$

где $G_{\text{т}}$ – часовой расход топлива при нормальной эксплуатационной мощности двигателя, кг/ч;

$W_{\text{ч}}$ – производительность, га/ч;

η – поправочный коэффициент, учитывающий неполную загрузку двигателя и непроизводительный расход топлива на холостые переезды и остановки с работающим двигателем, принимается равным 0,8–0,9.

Затраты на смазочные материалы рассчитываются по справочным данным конкретного механизма в зависимости от расхода топлива или по табл. 1.6.

Таблица 1.6

Норма расхода масел и смазок на 100 л
общего расхода топлива [2, с. 214]

Тип автомобиля	Норма расхода масел, л, и смазок, кг, на 100 л общего расхода топлива			
	Моторные масла	Транс- мисси- онные масла	Специ- альные масла	Пластичные (конси- стентные) смазки
Автомобили БелАЗ и МоАЗ, тракторы, работающие на дизельном топливе	5,0	0,5	1,0	0,3
Строительная техника (тракторы, экскаваторы), работающая в карьерах в условиях запыленности			1,5	0,7
Для автомобилей, оборудованных гидромеханическими коробками передач (кроме БелАЗ и МоАЗ), временная норма расхода специальных масел увеличивается до 0,3 л.				

Затраты на текущие ремонты и технический уход определяются по формуле [1, с. 88]

$$З_{\text{то, тр}} = \frac{\text{Ц}(1 + \alpha_{\text{т-3}})\alpha_{\text{то, тр}}}{100\text{T}_\Gamma \text{W}_\text{ч}} \cdot \frac{\text{T}_{\Gamma_i}}{\text{T}_\Gamma}, \text{ руб./га},$$

где Ц – отпускная цена трактора;

$\alpha_{\text{т-3}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы: $\alpha_{\text{т-3}} = (0,05-0,07)$;

$\alpha_{\text{то, тр}}$ – норма годовых отчислений на текущий ремонт, техническое обслуживание, включая хранение, процент к балансовой стоимости трактора (см. табл. 1.1).

T_{Γ_i} – годовая занятость по рассматриваемому виду работ, ч;

$\text{W}_\text{ч}$ – часовая производительность трактора, га.

Отпускная цена базового трактора

$$\text{Ц}^\text{б} = \text{C}^\text{б}(1 + \text{R}^\text{б}) + \text{НДС}^\text{б},$$

где $\text{C}^\text{б}$ – себестоимость базовой конструкции;

$\text{R}^\text{б}$ – достигнутый предприятием-изготовителем изделия уровень рентабельности продукции: $\text{R}^\text{б} = (0,1-0,3)$;

$\text{НДС}^\text{б}$ – налог на добавленную стоимость:

$$\text{НДС}^\text{б} = \frac{\text{C}^\text{б}(1 + \text{R}^\text{б})h_{\text{НДС}}}{100},$$

где $h_{\text{НДС}}$ – ставка налога на добавленную стоимость: $h_{\text{НДС}} = 20\%$.

Амортизация

$$З_{\text{ат}} = \frac{\text{Ц}(1 + \alpha_{\text{т-3}})\alpha_{\text{р}}}{100\text{T}_\Gamma \text{W}_\text{ч}} \cdot \frac{\text{T}_{\Gamma_i}}{\text{T}_\Gamma},$$

где $\alpha_{\text{р}}$ – доля амортизационных отчислений (см. табл. 1.1);

T_{Γ_i} – годовая занятость по рассматриваемому виду работ.

Общехозяйственные (накладные) расходы без учета налогов, включаемых в себестоимость, определяются в процентах от основной заработной платы механизаторов, в зависимости от вида работ

в размере, утвержденном руководителем предприятия на месяц (квартал, год). В учебных целях сумма накладных расходов составляет 80 % от основной заработной платы тракториста.

Затраты на единицу работы, связанные с эксплуатацией сельскохозяйственных машин, по каждому виду работ определяются по формуле

$$C_M = ЗП_p + З_{то, тр м} + З_{ам},$$

где $ЗП_p$ – затраты на зарплату обслуживающих рабочих, руб./га;

$З_{то, тр м}$ – затраты на текущий ремонт машин, руб./га;

$З_{ам}$ – затраты на амортизацию машин, руб./га.

Затраты на зарплату обслуживающих рабочих

$$ЗП_p = (ФЗП_{осн p} + ФЗП_{доп p})(1 + \alpha_{отч}), \text{ руб./га},$$

где $ФЗП_{осн p}$ – основная заработная плата рабочих, руб./ч;

$ФЗП_{доп p}$ – дополнительная заработная плата рабочих (определяется как 12–15 % от основной);

$\alpha_{отч}$ – процент отчислений от заработной платы на социальное страхование и социальные нужды: $\alpha_{отч} = 0,345$.

$$ФЗП_{осн p} = \frac{\sum N_p Ч_p (100 + \alpha_{пр})}{100W_ч},$$

где N_p – количество рабочих каждой квалификации, обслуживающих данный агрегат;

$Ч_p$ – часовая ставка рабочего, обслуживающего данный агрегат на данном виде работ, руб./ч;

$\alpha_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии за производственные результаты и другие надбавки стимулирующего и компенсирующего характера (принимается 55 %);

$W_ч$ – производительность трактора за час сменного времени, га/ч.

Затраты на амортизацию

$$З_{ам} = \frac{Ц_M (1 + \alpha_{т-з}) \alpha_p}{100T_\Gamma W_ч} \cdot \frac{T_{\Gamma_i}}{T_\Gamma},$$

где Π_M – отпускная цена используемой сельскохозяйственной машины;
 $\alpha_{т-з}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы: $\alpha_{т-з} = (0,05-0,07)$;
 α_p – доля амортизационных отчислений (см. табл. 1.1);
 $T_{Г_i}$ – годовая занятость по рассматриваемому виду работ;
 $W_ч$ – производительность трактора за час сменного времени, га/ч.

Затраты на текущий ремонт

$$Z_{то, тр м} = \frac{\Pi_M (1 + \alpha_{т-з}) \alpha_{то, тр}}{100 T_{Г_i} W_ч} \cdot \frac{T_{Г_i}}{T_{Г}}$$

где Π_M – отпускная цена используемой сельскохозяйственной машины;
 $\alpha_{т-з}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы: $\alpha_{т-з} = 0,05-0,07$;
 $\alpha_{то, тр}$ – норма годовых отчислений на текущий ремонт, техническое обслуживание, включая хранение, процент к балансовой стоимости используемой сельскохозяйственной машины (см. табл. 1.1);
 $T_{Г_i}$ – годовая занятость по рассматриваемому виду работ, ч;
 $W_ч$ – часовая производительность трактора, га.

Эксплуатационные издержки на единицу услуги определяются алгебраической суммой затрат по каждому виду работ.

Эксплуатационные издержки за год работы для тракторного агрегата находятся из годовой выработки по трактору. Они определяются как произведение затрат на 1 га, связанных с эксплуатацией тракторных агрегатов на годовую выработку нового трактора по каждому виду работ:

$$C_i = CW.$$

Общие эксплуатационные издержки для тракторного агрегата определяются путем суммирования по всем видам работ.

2. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СТАНКОВ

Определение экономической эффективности проектного решения производится в следующей последовательности:

- формирование исходных данных для расчетов (см. п. 2.1, часть 1);
- оценка затрат при производстве проектируемой конструкции (см. п. 2.2, часть 1);
- определение затрат при эксплуатации базовой и проектируемой конструкции (согласно приведенным ниже рекомендациям);
- оценка экономической эффективности проектного решения (см. п. 2.4, часть 1).

2.1. Производительность базового и проектируемого станка

Сначала рассчитывается производительность базового станка W^{δ} :

$$W^{\delta} = \frac{\Phi_n b^{\delta} 60}{t_{шт}^{\delta}},$$

где W^{δ} – среднегодовая производительность базового оборудования;
 Φ_n – номинальный годовой фонд времени работы оборудования;
 b^{δ} – коэффициент технического использования базового оборудования;

$t_{шт}^{\delta}$ – норма времени на обработку детали на базовом оборудовании, мин.

2.2. Определение затрат при эксплуатации проектируемой и базовой конструкции

Пункт включает в себя определение затрат на эксплуатацию базовой C_3^{δ} и проектируемой C_3^{Π} техники.

Расчеты производятся дважды: для базового и проектируемого варианта исследуемой конструкции. При этом амортизационные

отчисления на данном этапе определяются только для базового варианта, так как балансовая стоимость проектируемого оборудования в п. 2.4 части 1.

В результате расчетов по данному пункту должны быть определены:

– годовые эксплуатационные издержки потребителя при использовании единицы средства труда для базовой конструкции $C_3^б$;

– годовые эксплуатационные издержки потребителя при использовании единицы средства труда без амортизационных отчислений для базовой и проектируемой конструкции ($C_3^б_{\text{без } A}$, $C_3^п_{\text{без } A}$).

Расчетная формула

$$C_3 = ЗП + O_{зп} + З_{р. то} + A_3 + З_{с. з} + A_0 + З_3 + З_{осн} + З_н, \text{ тыс. руб.},$$

где C_3 – годовые затраты на станочные работы;

ЗП – заработная плата станочников и наладчиков;

$З_{р. то}$ – затраты на ремонт и техобслуживание оборудования;

$O_{зп}$ – налоги и отчисления от фонда оплаты труда;

A_3 – амортизация производственных помещений;

$З_{с. з}$ – затраты на содержание производственных помещений;

A_0 – амортизация оборудования;

$З_3$ – затраты на силовую электроэнергию;

$З_{осн}$ – затраты на ремонт и амортизацию универсальной оснастки;

$З_н$ – накладные расходы.

Обозначения для базового варианта:

$$C_3^б = ЗП^б + O_{зп}^б + A_3^б + З_{с. з}^б + A_0^б + З_3^б + З_{осн}^б + З_н^б;$$

$$C_3^б_{\text{без } A} = ЗП^б + O_{зп}^б + A_3^б + З_{с. з}^б + З_3^б + З_{осн}^б + З_н^б.$$

Обозначения для проектируемого варианта

$$C_3^п_{\text{без } A} = ЗП^п + O_{зп}^п + A_3^п + З_{с. з}^п + З_3^п + З_{осн}^п + З_н^п.$$

Заработная плата станочников и наладчиков

$$ЗП = N_c P_{ст} + N_n P_n,$$

где N_c , N_n – годовая заработная плата станочника и наладчика по принятому среднему разряду;

$P_{ст}$, P_n – расчетное количество станочников и наладчиков (без округления), чел.

$$P_{ст} = \frac{Wt_{шт}}{F_э N_{ос} 60},$$

где $F_э$ – эффективный фонд времени рабочего, часов в год (1810 ч);

$N_{ос}$ – число станков, обслуживаемых одним рабочим, шт.

Нормы обслуживания оборудования станочником определяются по табл. 2.1.

Таблица 2.1

Нормы обслуживания оборудования станочником

Типы станков	Число станков, обслуживаемых одним станочником
<i>I</i>	2
Неавтоматизированные станки широкого назначения: токарные, сверлильные, токарно-револьверные, фрезерные (мелкие и средние), протяжные и др.	1
Электрофизические и электрохимические станки и полуавтоматы	2–3
Крупные фрезерные, карусельные, расточные, продольно-строгальные станки	1–2
Обрабатывающие центры	2–3
Станки общего назначения с программным управлением	1–2

Окончание табл. 2.1

<i>1</i>	<i>2</i>
Одношпиндельные токарные многорезцовые и копировальные полуавтоматы, токарно-револьверные полуавтоматы	2–3
Одношпиндельные токарные прутковые автоматы, резбонакатные, гайконарезные, шлицепрорезные автоматы	3–4
Многошпиндельные токарные полуавтоматы, токарные многошпиндельные прутковые автоматы	2–3
Трубноарезные автоматы, токарные доделочные автоматы	2
Зубообрабатывающие станки (полуавтоматы)	3–4
Бесцентрово-шлифовальные автоматы с магазинной загрузкой (вибробункером)	2–3

Количество наладчиков P_n определяется по табл. 2.2.

Таблица 2.2

Нормы обслуживания оборудования наладчиком

Группы станков	Число станков, обслуживаемых одним наладчиком	
	Крупносерийное и серийное производство	Мелкосерийное производство
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Токарные	12–14	–
Токарно-карусельные	4–5	–
Токарные многорезцовые полуавтоматы	4–5	3–4
Револьверные и токарно-револьверные (прутковые и патронные)	8–10	6–8

Продолжение табл. 2.2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Вертикальные многошпиндельные токарные патронные полуавтоматы	2–3	–
Горизонтальные многошпиндельные токарные прутковые автоматы и патронные полуавтоматы	4–5	–
Вертикально-сверлильные, радиально-сверлильные, вертикально-резьбонарезные	12–14	–
Алмазно-расточные станки и полуавтоматы	8–10	–
Фрезерные, шпоночно-фрезерные, резьбофрезерные	10–12	–
Вертикально-сверлильные с раздвижными шпинделями, вертикально-сверлильные с перемещающейся шпиндельной бабкой	6–8	–
Агрегатные	7–10	–
Продольно-фрезерные	6–8	–
Карусельно-фрезерные, барабанно-фрезерные, вертикально-фрезерные	5–7	–
Зубообрабатывающие станки, полуавтоматы, автомат	6–7	8
Бесцентрошлифовальные станки и полуавтоматы	6–8 / 4–5	–
Резьбонакатные станки и полуавтоматы	6–8	–
Шлифовальные, суперфинишные станки, доводочные и хонинговальные станки, автоматы и полуавтоматы	6–7	–

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Протяжные станки и автоматы	10–12 / 6–8	–
Станки с программным управлением	5–6	4–5
<p>Наладчики не предусматриваются для станков, требующих простых наладок (отрезных, центровальных и др.), для станков, обслуживаемых рабочими-станочниками высокой квалификации (продольно-строгальных, горизонтально- и координатно-расточных, продольно-шлифовальных, тяжелых карусельных, лоботочных и др.)</p>		

Годовая заработная плата станочника и наладчика определяется

$$H_p = \Phi_p \text{ЧТС}_1 K_{\text{тар}} K_{\text{допл}},$$

где H_p – годовая заработная плата рабочего (станочника или наладчика);

Φ_p – режимный фонд времени работы станочника;

ЧТС_1 – часовая тарифная ставка первого разряда;

$K_{\text{тар}}$ – тарифный коэффициент соответствующего разряда;

$K_{\text{допл}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты (1,5–3).

Налоги и отчисления от фонда оплаты труда. В 2017 году суммарный процент отчислений равен 34,6 %.

Затраты на ремонт и техобслуживание оборудования

$$Z_{p, \text{то}} = H_m R_m + H_s R_s,$$

где H_m , H_s – норматив затрат на ремонт и техническое обслуживание механической (электрической) части оборудования, руб. на единицу ремонтной сложности [3];

R_m , R_s – ремонтная сложность механической (электрической) части оборудования, ремонтных единиц.

Амортизация производственных помещений

$$A_3 = K_{зд} H_3,$$

где $K_{зд}$ – стоимость производственных помещений;

H_3 – норма амортизации производственных помещений: $H_3 = 0,01$.

Затраты на содержание производственных помещений

$$З_{с.з} = H_{пл} S,$$

где $H_{пл}$ – норматив затрат на содержание 1 м² производственных помещений;

S – площадь под оборудование с учетом проходов и проездов:

$$S = S_{об} D, \text{ м}^2,$$

где $S_{об}$ – площадь под оборудованием по габаритам, м²;

D – коэффициент дополнительной площади (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Значения коэффициентов, учитывающих дополнительную площадь

Площадь, занимаемая единицей оборудования, м ²	До 3	3–5	5–10	10–15	15–20	20–40	40–75	Свыше 75
Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь	5	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5

Амортизация оборудования

$$A_0 = H_a Ц,$$

где H_a – ставка амортизационных отчислений;

$Ц$ – стоимость оборудования (отпускная цена).

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{сл}}},$$

где $T_{\text{сл}}$ – срок службы изделия.

Отпускная цена базового станка

$$Ц^{\text{б}} = C^{\text{б}}(1 + R^{\text{б}}) + \text{НДС}^{\text{б}},$$

где $C^{\text{б}}$ – себестоимость базовой конструкции;

$R^{\text{б}}$ – достигнутый предприятием-изготовителем изделия уровень рентабельности продукции: $R^{\text{б}} = 0,1-0,3$;

$\text{НДС}^{\text{б}}$ – налог на добавленную стоимость:

$$\text{НДС}^{\text{б}} = \frac{C^{\text{б}}(1 + R^{\text{б}})h_{\text{НДС}}}{100},$$

где $h_{\text{НДС}}$ – ставка налога на добавленную стоимость (20 %).

Стоимость станка на данном этапе расчета известна только по базовому варианту. По проектируемому варианту сумма амортизационных отчислений будет найдена после расчета отпускной цены.

Затраты на силовую электроэнергию

$$З_3 = N_3 (C_3 \Phi_{\text{пл}} K_c + C_y),$$

где N_3 – мощность оборудования, кВт;

C_3 – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии;

$\Phi_{\text{пл}}$ – плановый фонд времени работы оборудования, ч;

K_c – коэффициент загрузки оборудования;

C_y – норматив оплаты за установленную мощность, руб./кВт·ч.

Накладные (общехозяйственные) расходы определяются в процентах от заработной платы основных рабочих в размере, утвержденном руководителем предприятия на месяц (квартал, год). В учебных целях сумма накладных расходов составляет 80 % от заработной платы основных рабочих.

3. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ АВТОБУСОВ И ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Определение экономической эффективности проектного решения производится в следующей последовательности:

- формирование исходных данных для расчетов (см. п. 2.1, часть 1);
- оценка затрат при производстве проектируемой конструкции (см. п. 2.2, часть 1);
- определение затрат при эксплуатации базовой и проектируемой конструкции (согласно приведенным ниже рекомендациям и п. 2.3.2, часть 1);
- оценка экономической эффективности проектного решения (см. п. 2.4, часть 1).

3.1. Производительность базового и проектируемого автобуса

Для определения затрат при эксплуатации проектируемой конструкции сначала необходимо определить ее производительность.

Производительность базового и проектируемого автобуса

Сначала рассчитывается среднегодовая производительность базового автобуса:

$$W^6 = n^6 \gamma T_c \eta_n v_3^6 \beta \alpha^6 365,$$

где n^6 – номинальная вместимость базового автобуса, мест (вместимость автобуса – наибольшее количество пассажиров, которое может единовременно перевозить автобус);

γ – коэффициент наполнения автобуса. Для автобусов общего пользования, в которых предусмотрен проезд пассажиров как сидя, так и стоя (городских и пригородных), $\gamma = 0,4-0,5$; для автобусов общего пользования, в которых для проезда могут быть использованы лишь места для сидения (междугородных, районных, городских особо малой вместимости), $\gamma = 0,6-0,7$; для туристических и ведомственных автобусов $\gamma = 0,7-0,9$;

β – коэффициент использования пробега (для автобусов общего пользования 0,95–0,96; районных – 0,80–0,90; ведомственных – 0,65–0,75);

η_n – коэффициент использования времени в наряде. При оценке эффективности величина η_n в среднем может быть принята равной 0,9.

α^6 – коэффициент использования базового автобуса. Коэффициент использования является отношением количества дней работы автобуса к количеству календарных дней в году:

$$\alpha = \frac{365 - (D_o - D_{op})}{365},$$

где D_o – дни простоя за год по организационным причинам (принимается в расчетах на среднем существующем уровне одинаковая для всех сравниваемых автобусов);

D_{op} – дни простоя за год при выполнении технического обслуживания и ремонта:

$$D_{op} = \left(d_1 + \frac{d_2}{L_{кр}} \right) L_{г},$$

где d_1 – нормативная продолжительность простоя в техническом обслуживании и текущем ремонте, в днях на 1000 км пробега;

d_2 – нормативный простой в капитальном ремонте, дни;

$L_{кр}$ – нормативный пробег до первого капитального ремонта, тыс. км;

$L_{г}$ – годовой пробег автобуса, тыс. км.

Если проектное решение не отражается на затратах по ремонту и техобслуживанию автобуса, то коэффициент α можно принять одинаковым для базовой и проектируемой конструкции на уровне 0,75.

T_c – время в наряде в сутки, ч. Для автобусов общего пользования (городских, пригородных, международных) $T_c = 12,5$ ч. Для ведомственных автобусов $T_c = 7$ ч;

v_3^6 – эксплуатационная скорость базового автобуса.

Эксплуатационная скорость является отношением пробега ко всему времени в наряде и определяется по формуле

$$v_3 = \frac{L_T}{365\alpha T_c}, \text{ км/ч,}$$

или по формуле

$$v_3 = \eta_g v_T = \frac{T_g}{T_c} v, \text{ км/ч,}$$

где η_g – коэффициент использования времени в наряде непосредственно на движение. При выполнении расчетов величину η_g принимают равной 0,74;

T_g – время движения в наряде, ч;

v_T – техническая скорость автобуса, км/ч (зависит от особенностей конструкции, характеризующих его скоростные качества – мощность движения двигателя на тонну плоского веса, динамичность фактора на разных передачах, интенсивность разгонов и торможений, максимальная скорости движения).

Величины T_c , η_n и β не зависят от конструкции автобуса, и при оценке эффективности автобуса эти параметры нужно принимать одинаковыми для всех сравниваемых моделей на среднем уровне.

Остальные параметры (n , γ , v_3 , α) зависят от конструктивных особенностей автобуса, и их установление требует углубленного рассмотрения.

Если проектное решение не направлено на изменение производительности, то производительность проектируемого автобуса принимается равной базовой производительности.

Если в результате проектируемых изменений изменяются такие составляющие производительности, как номинальная вместимость, эксплуатационная скорость, коэффициент использования автобуса, то необходимо рассчитать производительность проектируемого автобуса W^n , которая будет отличаться от базовой производительности.

При этом значения в расчетной формуле производительности для проектируемой конструкции будут отличаться от значений в расчетной формуле производительности для базовой конструкции только по изменяющимся параметрам (номинальная грузоподъемность, эксплуатационная скорость, коэффициент использования автобуса).

3.2. Производительность базового и проектируемого легкового автомобиля

Для определения затрат предварительно нужно установить производительность и среднегодовой пробег легкового автомобиля.

Среднегодовую производительность легкового автомобиля в пассажирокилометрах определяют по формуле

$$W_{\text{л}} = n \delta v_{\text{э}} T_{\text{с}} \beta 365 \alpha,$$

где n – количество мест в автомобиле, в которое не включают место водителя, если он получает заработную плату;

δ – коэффициент наполнения. По литературным данным, среднее наполнение автомобилей-такси составляет 1,8 человека, что соответствует величине 0,45; при использовании служебных автомобилей – 0,25–0,40, для автомобилей личного пользования – 0,50;

$v_{\text{э}}$ – эксплуатационная скорость движения, км/ч;

$T_{\text{с}}$ – время в наряде (или в работе) в сутки, ч. Для автомобиля-такси $T_{\text{с}} = 9,7$, для служебных автомобилей $T_{\text{с}} = 8,7$; для автомобилей личного пользования $T_{\text{с}} = 3,6$;

β – коэффициент использования пробега. Для автомобиля-такси $T_{\text{с}} = 0,75$, для служебных автомобилей $T_{\text{с}} = 0,65$; для автомобилей личного пользования $T_{\text{с}} = 1,0$;

α – коэффициент использования автомобиля.

Производительность легкового автомобиля практически можно определить по его годовому пробегу, который вычисляют по формуле

$$L_r = v_{\text{э}} T_{\text{с}} 365 \alpha.$$

Величины $v_{\text{э}}$, $T_{\text{с}}$ не зависят от конструкции автомобиля, и при оценке эффективности их значения нужно принимать одинаковыми для сравниваемых моделей на среднем уровне.

Остальные параметры (n , $v_{\text{э}}$, α) зависят от конструкции автомобиля.

1. Вместимость легкового автомобиля n . У современных легковых автомобилей она находится в пределах от 4 до 7 мест.

2. Эксплуатационная скорость $v_{\text{э}}$, которая является отношением пробега автомобиля ко всему времени в наряде:

$$v_э = \frac{L_r}{365\alpha T_c}$$

или по формуле

$$v_э = \frac{\eta_n v_T}{1} = \frac{T_d}{T_c} v_T,$$

где η_n – коэффициент использования времени в наряде непосредственно на движение. Для легковых автомобилей-такси $\eta_n = 0,80$; для служебного $\eta_n = 0,33$;

v_T – техническая скорость автомобиля, км/ч;

T_d – время в движении в наряде, ч.

3. Коэффициент использования автомобилей α является отношением количества дней работы в году к количеству календарных дней в году:

$$\alpha = \frac{365 - (D_o - D_{op})}{365},$$

где D_o – дни простоя за год по организационным причинам;

D_{op} – дни простоя за год при выполнении технического обслуживания и ремонта:

$$D_{op} = \left(d_1 + \frac{d_2}{L_{кр}} \right) L_r,$$

где d_1 – нормативная продолжительность простоя в техническом обслуживании и текущем ремонте, в днях на 1000 км пробега;

d_2 – нормативный простой в капитальном ремонте, дни;

$L_{кр}$ – нормативный пробег до первого капитального ремонта, тыс. км;

L_r – годовой пробег автомобиля, тыс. км.

4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПОГРУЗЧИКОВ, ЭКСКАВАТОРОВ

Определение экономической эффективности проектного решения производится в следующей последовательности:

- формирование исходных данных для расчетов (см. п. 2.1, часть 1);
- оценка затрат при производстве проектируемой конструкции (см. п. 2.2, часть 1);
- определение затрат при эксплуатации базовой и проектируемой конструкции (согласно приведенным ниже рекомендациям и п. 2.3, часть 1);
- оценка экономической эффективности проектного решения (см. п. 2.4, часть 1).

4.1. Производительность базового и проектируемого погрузчика

Производительность погрузчика определяется количеством груза, которое он сможет погрузить на транспортное средство, переместить с одного места складирования на другое или разработать за единицу времени.

На производительность погрузчика влияет ряд постоянных и переменных факторов.

К постоянным факторам относятся конструктивные особенности, грузоподъемность, тягово-сцепные свойства, рабочие скорости и другие характеристики погрузчика.

К переменным факторам относятся физико-механические свойства копаемых и перегружаемых материалов, квалификация машиниста, условия, в которых эксплуатируется погрузчик, вид выполняемых работ и их организация, параметры транспортных средств, используемых с погрузчиком, и др.

Техническая производительность погрузчика определяется из выражения

$$W_{\text{ТП}} = \frac{3600V_{\text{к}}K_{\text{нк}}\varepsilon}{t_{\text{цп}}},$$

где $V_{\text{к}}$ – емкость ковша погрузчика (экскаватора), м³ (табл. 4.1);
 $K_{\text{нк}}$ – коэффициент наполнения ковша погрузчика: $K_{\text{нк}} = 0,75$;
 $t_{\text{цп}}$ – продолжительность рабочего цикла, с;
 ε – объемная масса груза, т/м³ (для железобетонных изделий $\varepsilon = 1,5$ т/м³).

Таблица 4.1

Характеристики погрузчиков

Тип погрузочного механизма	Емкость ковша $V_{\text{к}}$, м ³	Продолжительность рабочего цикла $t_{\text{ц}}$, с
Э-652 Б	0,65	22
Э-10011	1	32
Э-1252 Б	1,5	32
Э-2621 А	0,3	15
ЭО- 3123	0,32	16
ЭО- 4225А	0,6	23
ЭО-5221	1,55	20
ЭО-5126	1,25	17
ЭО-6123	1,6	20
ЭО-33211	0,4	17
ЕК-270	0,6	20
ЕК-400	0,6	19

Эксплуатационная производительность погрузчика определяется по формуле

$$W_{\text{э}} = W_{\text{т}}\eta_{\text{и}}\gamma_{\text{г}},$$

где $W_{\text{т}}$ – техническая производительность машины;

$\eta_{\text{и}}$ – коэффициент использования погрузочного механизма (ПРМ) по времени в течение смены;

$\gamma_{\text{г}}$ – коэффициент использования ПРМ по грузоподъемности.

4.2. Производительность базового и проектируемого экскаватора

Теоретическую производительность, под которой понимается количество продукции, вырабатываемое машиной в единицу времени при полном использовании ее энергетических и скоростных возможностей без учета влияния отрицательных факторов, определяют для одноковшового экскаватора:

$$W_{\text{теор}} = qn.$$

В соответствии с ГОСТ 17343–71 теоретическую производительность экскаватора определяют для следующих условий: группа грунта 3, $k_n = 1$, угол поворота $\beta = 90^\circ$, схема работы – в отвал при средних размерах забоя. Кроме этого учитываются:

- высшая квалификация машиниста экскаватора;
- абсолютно исправное техническое состояние машины;
- хороший уровень организации работ.

Теоретическую производительность определяют для оценки машины на стадии проектирования.

Техническая производительность одноковшового экскаватора

$$W_T = \frac{qnk_n}{k_p}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где q – вместимость ковша, м^3 ,

k_n – коэффициент наполнения ковша (табл. 4.2);

k_p – коэффициент разрыхления грунта ($k_p = 1,08-1,3$);

n – число циклов за час работы:

$$n = \frac{3600}{T_{\text{ц}}},$$

где $T_{\text{ц}}$ – продолжительность одного рабочего цикла:

$$T_{ц} = t_{ц} k_{\text{разг}}, \text{ с,}$$

где $k_{\text{разг}}$ – коэффициент, учитывающий увеличение времени рабочего цикла при различных углах поворота экскаватора (по табл. 4.3);

$t_{ц}$ – ориентировочное значение продолжительности цикла работы одноковшового экскаватора (по табл. 4.4).

Таблица 4.2

Коэффициент наполнения ковша

Группа грунта	Тип привода	
	Механический	Гидравлический
1	0,9	0,9
2	0,8	0,85
3	0,7	0,8
4	0,65	0,74

Таблица 4.3

Коэффициент разгрузки

Тип поворота	Средний угол поворота, град						
	20	40	60	80	100	120	140
Механический	1,15	1,05	1,0	1,02	1,1	1,2	1,35
Гидравлический	1,15	1,05	1,0	1,05	1,08	1,15	1,35

Таблица 4.4

Ориентировочное значение продолжительности цикла работы

Объем ковша экскаватора	В отвал		В транспорт	
	Прямая лопата	Драглайн	Прямая лопата	Драглайн
0,15	13,6–15	17–18	14–16	18–20
0,3	11–15	15–18	11,5–16	17–21

Объем ковша экскаватора	В отвал		В транспорт	
	Прямая лопата	Драглайн	Прямая лопата	Драглайн
0,65	12–15	14–21	12,5–18	24–26
1,0	15–18	17–25	15–21	25–26
1,25	15–20	17–27	21–23	27–29
2,0	22–24	25–27	23–25	31–33
2,5	22–25	33–34	24–26	34–35

Эксплуатационная производительность – фактическая производительность экскаватора с учетом запланированных перерывов в работе:

$$W = W_{тп} k_{в}, \text{ м}^3/\text{смен}; \text{ м}^3/\text{месяц}; \text{ м}^3/\text{год},$$

где t_p – длительность периода работы, ч;

$k_{в}$ – коэффициент использования машины по времени ($k_{в} = 0,7-0,8$).

С учетом приведенных выше зависимостей общая формула для определения производительность экскаватора

$$W = \frac{3600qk_{в}t_{п}k_{н}}{k_{п}t_{ц}k_{разг}}.$$

5. ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СТАНКА

5.1. Исходные данные для расчетов

В качестве базовой модели рассматривается специальный горизонтальный фрезерно-расточной станок модели МСП6401МФ4-04, предназначенный для комплексной обработки корпусных деталей из черных и цветных металлов методами фрезерования, сверления и растачивания.

Оценка уровня качества базового станка по сравнению с лучшими мировыми образцами показала, что качество аналога в эксплуатации на 18 % выше базового образца. Для того чтобы улучшить базовый вариант станка, необходимо установить предохранительный клапан непрямого действия с автоматически регулируемым дросселем. В результате данного изменения повысится срок службы предохранительного клапана, что приведет к увеличению надежности гидросистемы фрезерно-расточного станка, увеличению надежности гидросистемы и уменьшению времени простоя станка из-за ремонта и, следовательно, увеличению его производительности.

Изменение касается предохранительного клапана КП1, который в исходной схеме является однокаскадным. Так как в разрабатываемой системе давление равно 16 МПа, а расход рабочей жидкости 63,5 л/мин, этот клапан заменяют клапаном непрямого действия (двухкаскадным) с автоматически регулируемым дросселем, что увеличит срок службы клапана и исключит необходимость его частой замены, а также уменьшит металлоемкость данного узла станка.

Предлагаемое изменение базовой конструкции приведет к увеличению срока службы клапана предохранительного на 50 %. Поскольку в конструкцию станка помимо гидравлического привода входят еще электропривод, механический привод, а также пневмопривод, то надежность всей системы увеличится на 3 % по сравнению с базовой комплектацией фрезерно-расточного станка модели МСП6401МФ4-04 (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Сравнительная оценка технико-эксплуатационных характеристик базовой и проектируемой конструкции

Показатели	Варианты конструкции		
	Базовая	Проектируемая	Аналог в эксплуатации
Наименование конструкции	Фрезерно-расточный станок модели МСП6401МФ4-04	Фрезерно-расточный станок модели МСП6401МФ4-04В	Станок продольно фрезерно-расточный модели 6М610МФ4-20
Вводимые элементы конструкции	Двухкаскадный клапан с автоматически регулируемым дросселем	–	–
Выводимые элементы конструкции	Клапан предохранительный однокаскадный LIMM 1/210/V Atos	–	–
Эксплуатационные характеристики, изменяющиеся в проектируемой конструкции по сравнению с базовым вариантом:			
Надежность (безотказность)		Выше на 3 % по сравнению с базовой моделью	Выше на 6 % по сравнению с базовой моделью

5.2. Оценка затрат при эксплуатации базовой и проектируемой конструкции

Себестоимость единицы проектируемой продукции

$$C^п = C^б + C_{\text{вв}} - C_{\text{выв}},$$

где $C^п$ – себестоимость проектируемой конструкции, руб;

$C^б$ – себестоимость базовой конструкции, руб;

$C_{\text{вв}}$ – стоимость вводимых элементов в проектируемую конструкцию, руб.;

$C_{\text{выв}}$ – стоимость выводимых элементов из проектируемой конструкции, руб.

Определим себестоимость базового станка, исходя из его отпускной цены $\text{Ц}^{\text{б}}$, среднетраслевой рентабельности продукции $R^{\text{б}}$ и ставки налога на добавленную стоимость $h_{\text{НДС}}$:

$$C^{\text{б}} = \frac{\text{Ц}^{\text{б}}}{(1 + R^{\text{б}})(1 + h_{\text{НДС}})} = \frac{580,8}{(1 + 0,1)(1 + 0,2)} = 440, \text{ тыс. руб.}$$

Поскольку изменение касается проектируемого узла и произойдет улучшение одного основного параметра качества предохранительного клапана непрямого действия с автоматически регулируемым дросселем, то его цену рассчитаем методом удельных показателей:

$$\text{Ц}_{\text{вв}} = \text{Ц}_{\text{б}} \cdot \frac{K_{\text{н}}}{K_{\text{б}}},$$

где $\text{Ц}_{\text{вв}}$ – цена вводимого изделия, руб.;

$\text{Ц}_{\text{б}}$ – цена базового изделия, руб. [6];

$K_{\text{н}}$, $K_{\text{б}}$ – значения основного качественного параметра нового и базового изделия, в натуральных единицах.

$$\text{Ц}_{\text{вв}} = 550 \cdot 150 / 100 = 825 \text{ руб.}$$

Стоимость вводимого элемента в проектируемую конструкцию определим по следующей формуле:

$$C_{\text{вв}} = \text{Ц}_{\text{вв}} K_{\text{ТЗ}},$$

где $K_{\text{ТЗ}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов: $K_{\text{ТЗ}} = (1,05-1,08)$.

$$C_{\text{вв}} = 825 \cdot 1,05 = 866 \text{ руб.}$$

$$C^{\text{п}} = (440 + 0,866 - 0,550) = 440,316 \text{ тыс. руб.}$$

5.3. Определение затрат при эксплуатации базовой и проектируемой конструкции

Для определения затрат при эксплуатации проектируемой конструкции сначала необходимо определить ее производительность.

5.3.1. Производительность базового и проектируемого фрезерно-расточного станка

Производительность оборудования рассчитывается по следующей формуле:

$$W = \frac{\Phi_n b 60}{t_{шт}}$$

где Φ_n – номинальный годовой фонд времени работы оборудования;
 b – коэффициент технического использования оборудования;
 $t_{шт}$ – норма времени на обработку детали, мин.

Коэффициент технического использования оборудования для проектируемого станка увеличится на 3 % вследствие увеличения надежности станка (уменьшения времени на ремонт).

$$W^б = \frac{2007 \cdot 0,7 \cdot 60}{30} = 2810, \text{ шт./год};$$

$$W^п = \frac{2007 \cdot 0,721 \cdot 60}{30} = 2894, \text{ шт./год};$$

5.3.2. Определение затрат при эксплуатации проектируемой и базовой конструкции фрезерно-расточного станка

Расчетная формула имеет следующий вид:

$$C_3 = ЗП + O_{зп} + З_{р. то} + A_3 + З_{с. з} + A_0 + З_3 + З_{очн} + З_n,$$

где C_3 – годовые затраты на станочные работы;

ЗП – заработная плата станочников и наладчиков;

$O_{зп}$ – налоги и отчисления от фонда оплаты труда;

$Z_{p,то}$ – затраты на ремонт и техобслуживание оборудования;
 $A_з$ – амортизация производственных помещений;
 $Z_{с.з}$ – затраты на содержание производственных помещений;
 $A_о$ – амортизация оборудования;
 $Z_э$ – затраты на силовую электроэнергию;
 $Z_{осн}$ – затраты на ремонт и амортизацию универсальной оснастки;
 $Z_н$ – накладные расходы.

Заработная плата станочников и наладчиков

$$ЗП = H_c P_{ст} + H_n P_n,$$

где H_c , H_n – годовая заработная плата станочника и наладчика по принятому среднему разряду;

$P_{ст}$, P_n – расчетное количество станочников и наладчиков, чел.

$$P_{ст} = \frac{Wt_{шт}}{F_э H_{ос} 60},$$

где $F_э$ – эффективный фонд времени рабочего, часов в год (1846 ч);

$H_{ос}$ – число станков, обслуживаемых одним рабочим, шт.

Для базового варианта конструкции

$$P_{ст}^б = \frac{2810 \cdot 30}{1846 \cdot 2 \cdot 60} = 0,38 \text{ чел.}$$

Для проектируемого варианта конструкции

$$P_{ст}^п = \frac{2894 \cdot 30}{1846 \cdot 2 \cdot 60} = 0,39 \text{ чел.}$$

Расчетное количество наладчиков (см. табл. 2.2)

$$P_n = 1/5 = 0,2 \text{ чел.}$$

Годовая заработная плата станочника или наладчика

$$H_p = \Phi_p \text{ ЧТС}_1 K_{тар} K_{допл},$$

где H_p – годовая заработная плата рабочего (станочника или наладчика);

Φ_p – режимный фонд времени работы станочника;

$ЧТС_1$ – часовая тарифная ставка первого разряда, руб.;

$K_{тар}$ – тарифный коэффициент соответствующего разряда;

$K_{допл}$ – коэффициент, учитывающий доплаты (1,5–3).

$$H_c = 1846 \cdot 3,65 \cdot 1,57 \cdot 1,5 = 15,868 \text{ тыс. руб./год};$$

$$H_n = 1846 \cdot 3,65 \cdot 1,9 \cdot 1,5 = 19,203 \text{ тыс. руб./год}.$$

Заработная плата для базового варианта конструкции

$$\begin{aligned} ЗП^б &= H_c P_{ст}^б + H_n P_n = 15,868 \cdot 0,38 + \\ &+ 19,203 \cdot 0,2 = 9,870 \text{ тыс. руб./год}. \end{aligned}$$

Заработная плата для проектируемого варианта конструкции

$$\begin{aligned} ЗП^п &= H_c P_{ст}^п + H_n P_n = 15,868 \cdot 0,39 + \\ &+ 19,203 \cdot 0,2 = 10,029 \text{ тыс. руб./год}. \end{aligned}$$

Налоги и отчисления от фонда оплаты труда. В 2017 году суммарный процент отчислений равен 34,6 %.

$$O_{зп} = 0,346 ЗП.$$

Для базовой конструкции

$$O_{зп}^б = 0,346 \cdot 9,870 = 3,415 \text{ тыс. руб.}$$

Для проектируемой конструкции

$$O_{зп}^п = 0,346 \cdot 10,029 = 3,47 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на ремонт и техобслуживание оборудования

$$З_{p,то} = H_M R_M + H_э R_э + H_г R_г + H_п R_п,$$

где H_M , $H_э$, $H_г$, $H_п$ – норматив затрат на ремонт и техническое обслуживание механической, электрической, гидравлической, пнев-

матической части оборудования, тыс. руб. на единицу ремонтной сложности;

$R_M, R_э, R_Г, R_П$ – ремонтная сложность механической, электрической, гидравлической, пневматической части оборудования, ремонтных единиц [7].

Для базового варианта конструкции

$$З_{р, то}^б = 0,8 \cdot 10 + 0,48 \cdot 4 + 0,56 \cdot 5 + 0,6 \cdot 2 = 13,92, \text{ тыс. руб.}$$

Для проектируемого варианта конструкции

$$З_{р, то}^п = 0,8 \cdot 10 + 0,48 \cdot 4 + 0,55 \cdot 5 + 0,6 \cdot 2 = 13,87, \text{ тыс. руб.}$$

Амортизация производственных помещений

$$A_з = K_{зд} N_з,$$

где $K_{зд}$ – стоимость производственных помещений, тыс. руб.;

$N_з$ – норма амортизации производственного помещения.

$$A_з = 1760 \cdot 0,01 = 17,6 \text{ тыс. руб./год.}$$

Затраты на содержание производственных помещений

$$З_{с.з} = N_{пл} S,$$

где $N_{пл}$ – норматив затрат на содержание 1 м² производственных помещений, тыс. руб.;

S – площадь под оборудование с учетом проходов и проездов:

$$S = S_{об} Д, \text{ м}^2,$$

где $S_{об}$ – площадь под оборудование по габаритам, м²;

$Д$ – коэффициент дополнительной площади, определяется исходя из табл. 2.3.

$$S = 43,6 \cdot 1,5 = 65,4, \text{ м}^2;$$

$$З_{с.з} = 0,2 \cdot 65,4 = 13,08, \text{ тыс. руб./год.}$$

Амортизация оборудования

$$A_o = N_a Ц,$$

где N_a – ставка амортизационных отчислений;
 $Ц$ – стоимость оборудования (отпускная цена).

$$N_a = \frac{1}{T_{сл}},$$

где $T_{сл}$ – срок службы изделия.

$$N_a = \frac{1}{10} = 0,1.$$

$$A_o^b = 0,1 \cdot 580,8 = 58,08 \text{ тыс. руб.}$$

После определения отпускной цены проектируемого изделия в п. 5.4.2 определим амортизацию оборудования по проектируемому варианту:

$$A_o^п = 0,1 \cdot 581,217 = 58,122 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на силовую электроэнергию

$$З_э = N_э (C_э \Phi_{пл} K_c + C_y),$$

где $N_э$ – мощность оборудования, кВт;
 $C_э$ – стоимость 1 кВтч электроэнергии;
 $\Phi_{пл}$ – плановый фонд времени работы оборудования, ч;
 K_c – коэффициент загрузки оборудования;
 C_y – норматив оплаты за установленную мощность, руб./кВт·ч.

$$З_э = N_э C_э \Phi_{пл} K_c + C_y = 30 \cdot (0,12 \cdot 2008 \cdot 0,8 + 0,2) = 5,789 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на ремонт и амортизацию универсальной оснастки (по данным предприятия-изготовителя)

$$З_{осн} = 20 \text{ тыс. руб./год.}$$

Накладные (общехозяйственные) расходы определяются в процентах от заработной платы основных рабочих в размере, утвержденном руководителем предприятия на месяц (квартал, год). В учебных целях сумма накладных расходов составляет 80 % от заработной платы основных рабочих.

Сумма накладных расходов

$$З_n = 0,8 \cdot ЗП.$$

Для базового варианта конструкции

$$З_n^б = 0,8 \cdot 9,87 = 7,896 \text{ тыс. руб.}$$

Для проектируемого варианта конструкции

$$З_n^п = 0,8 \cdot 10,029 = 8,023 \text{ тыс. руб.}$$

Для базового варианта фрезерно-расточного станка затраты при эксплуатации

$$C_3^б = 9,87 + 3,415 + 13,92 + 17,6 + 13,08 + 58,08 + \\ + 5,789 + 20 + 7,896 = 149,65 \text{ тыс. руб.}$$

Для проектируемого варианта фрезерно-расточного станка затраты при эксплуатации

$$C_3^п = 10,029 + 3,47 + 13,87 + 17,6 + 13,08 + 58,122 + \\ + 5,789 + 20 + 8,023 = 149,983 \text{ тыс. руб.}$$

5.4. Расчет экономической эффективности проектного решения

5.4.1. Расчет дополнительных инвестиций на стадии производства изделия

При определении инвестиций в проектируемое решение на стадии производства определяются суммарные затраты по всем стадиям инновационного процесса.

В качестве базового этапа принимается этап прикладных разработок (НИР). Рассчитав затраты этого этапа, определяют инвестиции, необходимые для реализации инновационного процесса в соответствии с заданным соотношением между его этапами:

$$\Delta I_{\text{ИР}} = \frac{Z_{\text{НИР}}}{0,5},$$

где $Z_{\text{НИР}}$ – затраты на стадии НИР.

Сначала определяются инвестиции на осуществление НИР по следующим составляющим:

1. Спецоборудование (с учетом занятости этими работами), табл. 5.2.

Таблица 5.2

Стоимость испытательного оборудования

Оборудование	Количество	Занятость, %	Цена за единицу, тыс. руб.	Сумма, тыс. руб.
Испытательные стенды				
СТИГ-1	1	1	22	0,22
СТИ-1-3	1	1	19	0,19
КИП				
Частотомер ПРОФКИП 43-6311М	6	5	0,726	0,218
Расходомер RG-IFI-300	4	5	0,5	0,1
Манометры ДМ2010	16	5	0,028	0,022
Индикаторные головки ИЧ-10	40	5	0,08	0,16
Итого				0,91

2. Материалы (М).

Затраты по этой статье определяются по действующим оптовым ценам с учетом транспортно-заготовительных расходов. Укрупненно можно рассчитать затраты на материалы в размере 20 % от затрат на оборудование.

$$M = 0,2 \cdot 0,91 = 0,182 \text{ тыс. руб.}$$

3. Основная заработная плата.

Размер основной зарплаты устанавливается исходя из численности разных категорий исполнителей, трудоемкости выполнения отдельных видов работ, месячного должностного оклада, количества рабочих дней в месяце (табл. 5.3). В качестве исходных данных используются состав и содержание работ по проведению НИР с соответствующими оценками длительности работ $t_{ож}$. Количество рабочих дней в месяце 22.

Таблица 5.3

Расчет затрат по статье «Основная заработная плата»

Описание работ	$t_{ож}$, дни	Оклад, тыс. руб.	Затраты тыс. руб.
Патентный поиск	8	0,8	0,291
Утверждение технического задания	2	0,6	0,055
Выбор методов и проведение испытаний	20	0,6	0,545
Анализ результатов	5	0,8	0,182
Изменение технологического процесса	12	0,8	0,436
Оформление пояснительной записки и графического материала	15	0,8	0,545
Сдача работы	2	0,6	0,055
Итого основная заработная плата			2,109

4. Дополнительная заработная плата ЗП_{доп}.

Размер дополнительной зарплаты определяется в процентах от основной зарплаты (10–12 %).

$$ЗП_{доп} = 0,1 \cdot 2,109 = 0,211 \text{ тыс. руб.}$$

5. Размер отчислений на социальное страхование $O_{зп}$ определяется в процентах от суммы основной и дополнительной зарплаты работников, выполняющих НИР (34,6 %):

$$O_{зп} = 0,346 \cdot (2,109 + 0,211) = 0,803 \text{ тыс. руб.}$$

6. Прочие прямые расходы $P_{пп}$.

Расходы относятся на приобретение и подготовку материалов специальной научно-технической информации, за использование средств телефонной и радиосвязи и другие расходы, необходимые для проведения конкретной НИР (1 % от основной зарплаты):

$$P_{пп} = 0,01 \cdot 2,109 = 0,021 \text{ тыс. руб.}$$

7. Накладные расходы P_n .

В статью включаются расходы на управление и хозяйственное обслуживание: зарплата аппарата управления и общехозяйственных служб, затраты на содержание и текущий ремонт зданий, сооружений, оборудования, инвентаря, амортизационные отчисления, расходы по охране труда и т. д. (100–120 % от основной заработной платы).

$$P_n = 2,109 \text{ млн руб.}$$

Результаты расчетов статей затрат приведены в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Затраты на НИР

Наименование статьи затрат на НИР	Сумма, тыс. руб.
1. Материалы	0,182
2. Спецоборудование	0,91
3. Основная заработная плата	2,109
4. Дополнительная заработная плата	0,211
5. Отчисление на социальное страхование	0,803
6. Прочие прямые расходы	0,021
7. Накладные расходы	2,109
Итого	6,345

Тогда инвестиции на этапе разработки

$$\Delta И_{\text{пр}} = \frac{З_{\text{НИР}}}{0,5} = \frac{6,345}{0,5} = 12,69 \text{ тыс. руб.}$$

5.4.2. Расчет увеличения прибыли производителя в результате улучшения качества изделия и соответствующего роста цены

Определим отпускную цену проектируемого автомобиля $\text{Ц}^{\text{п}}$, исходя из достигнутого предприятием уровня рентабельности:

$$\text{Ц}^{\text{п}} = \text{С}^{\text{п}}(1 + R^{\text{б}}) + \text{НДС}^{\text{п}},$$

$$\text{Ц}^{\text{п}} = 440,316 \cdot (1 + 0,1) + 440,316 \cdot (1 + 0,1) \cdot 0,2 = 581,217 \text{ тыс. руб.}$$

$$\text{Ц}^{\text{б}} = 580,8 \text{ тыс. руб. (по данным предприятия изготовителя).}$$

Чистая прибыль $\text{П}_\text{ч}$ от производства изделия по базовому и проектному варианту

$$\text{П}_\text{ч} = \text{П} - \text{Н}_{\text{пр}},$$

где П – налогооблагаемая прибыль, руб.:

$$\text{П} = \text{Ц} - \text{НДС} - \text{С},$$

где Ц – отпускная цена (для проектируемой конструкции $\text{Ц}^{\text{п}}$ и для базовой $\text{Ц}^{\text{б}}$);

НДС – налог на добавленную стоимость:

$$\text{НДС} = \frac{\text{Ц}h_{\text{НДС}}}{100 + h_{\text{НДС}}},$$

где С – себестоимость изготовления одного автомобиля;

$H_{\text{пр}}$ – налог на прибыль:

$$H_{\text{пр}} = \Pi h_{\text{приб}},$$

где $h_{\text{приб}}$ – ставка налога на прибыль (0,18 в 2018 году)

Изменение прибыли производителя в результате принятия проектного решения:

на одно изделие

$$\Delta\Pi = \Pi_{\text{ч}}^{\text{п}} - \Pi_{\text{ч}}^{\text{б}};$$

на годовой выпуск

$$\Delta\Pi^{\text{год}} = \Delta\Pi N_{\text{год}},$$

где $N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска проектируемой конструкции.

$$\text{НДС}^{\text{б}} = \frac{580,8 \cdot 20}{100 + 20} = 96,8 \text{ тыс. руб.}$$

$$\text{НДС}^{\text{п}} = \frac{581,217 \cdot 20}{100 + 20} = 96,870 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Pi^{\text{б}} = 580,8 - 96,8 - 440 = 44 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Pi^{\text{п}} = 581,217 - 96,87 - 440,316 = 44,031 \text{ тыс. руб.}$$

$$H_{\text{пр}}^{\text{б}} = 44 \cdot 0,18 = 7,92 \text{ тыс. руб.}$$

$$H_{\text{пр}}^{\text{п}} = 44,031 \cdot 0,18 = 7,926 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Pi_{\text{ч}}^{\text{б}} = 44 - 7,92 = 36,08 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Pi_{\text{ч}}^{\text{п}} = 44,031 - 7,926 = 36,105 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Delta\Pi = 36,105 - 36,08 = 0,025 \text{ тыс. руб.}$$

$$\Delta\Pi^{\text{год}} = 0,025 \cdot 170 = 4,25 \text{ тыс. руб./год.}$$

5.4.3. Расчет дополнительных инвестиций, связанных с дополнительными затратами ресурсов на приобретение новой конструкции

На стадии эксплуатации сумма всех учитываемых инвестиций на единицу транспортных средств:

1) для проектируемого изделия

$$I_{\text{з}}^{\text{п}} = \Pi^{\text{п}}(1 + A)K_{\text{соп}};$$

2) для базового изделия

$$I_{\text{з}}^{\text{б}} = \Pi^{\text{б}}(1 + A)K_{\text{соп}},$$

где A – доля затрат на строительно-монтажные, транспортно-заготовительные расходы к отпускной цене;

$K_{\text{соп}}$ – коэффициент, учитывающий сопутствующие капитальные вложения на единицу транспортного средства.

$$I_{\text{з}}^{\text{п}} = 581,217 \cdot (1 + 0,1) \cdot 1,1 = 703,273 \text{ тыс. руб.}$$

$$I_{\text{з}}^{\text{б}} = 580,8 \cdot (1 + 0,1) \cdot 1,1 = 702,768 \text{ тыс. руб.}$$

Тогда дополнительные инвестиции

$$\Delta I_{\text{з}} = I_{\text{з}}^{\text{п}} - I_{\text{з}}^{\text{б}} = 703,273 - 702,768 = 0,505 \text{ тыс. руб.}$$

5.4.4. Расчет дополнительных выгод потребителя в результате роста производительности новой техники

Отпускная цена услуги (тариф) предприятия-потребителя C_y определяется в расчете на единицу выполняемых работ.

1. По базовому варианту

$$C_y^{\text{б}} = ЦЗ_y^{\text{б}} + НДС_y^{\text{б}},$$

где $ЦЗ_y^{\text{б}}$ – затратная цена предприятия-потребителя:

$$ЦЗ_y^{\text{б}} = \frac{C_{\text{э}}^{\text{б}}}{W^{\text{б}}} (1 + R_y^{\text{б}}),$$

где $R_y^{\text{б}}$ – рентабельность оказания услуг у потребителя по базовому варианту (принять в диапазоне 0,05–0,25);

$НДС_y^{\text{б}}$ – налог на добавленную стоимость, начисленный при расчете отпускной цены услуги (тарифа) предприятия-потребителя по базовому варианту.

$$ЦЗ_y^{\text{б}} = \frac{149\ 650}{2810} \cdot (1 + 0,25) = 66,57 \text{ руб./шт.}$$

$$НДС_y^{\text{б}} = \frac{ЦЗ_y^{\text{б}} h_{\text{НДС}}}{100},$$

где $h_{\text{НДС}}$ – ставка налога на добавленную стоимость (20 %).

$$НДС_y^{\text{б}} = \frac{66,57 \cdot 20}{100} = 13,31 \text{ руб./шт.}$$

$$C_y^{\text{б}} = ЦЗ_y^{\text{б}} + НДС_y^{\text{б}} = 66,57 + 13,314 = 79,88 \text{ руб./шт.}$$

2. По проектному варианту принимаем цену (тариф) проектируемой услуги на уровне базовой:

$$\Pi_y^{\text{п}} = \Pi_y^{\text{б}} = 79,88 \text{ руб./шт.}$$

Рассчитывается чистая прибыль $\Pi_{\text{ч}_y}$ при эксплуатации изделия по базовому и проектному вариантам.

Общая формула

$$\Pi_{\text{ч}_y} = \Pi_y - \text{Н}_{\text{пр}_y},$$

где Π_y – налогооблагаемая прибыль, руб.;

$\text{Н}_{\text{пр}_y}$ – налог на прибыль, руб.:

$$\text{Н}_{\text{пр}_y} = \Pi_y h_{\text{приб}},$$

где $h_{\text{приб}}$ – ставка налога на прибыль (0,18 в 2018 году);

$$\text{НДС}_y = \frac{\Pi_y h_{\text{НДС}}}{100 + h_{\text{НДС}}},$$

$$\text{НДС}_y = \frac{79,88 \cdot 20}{100 + 20} = 13,31 \text{ руб./шт.}$$

Налогооблагаемая прибыль

$$\Pi_y = \Pi_y - \text{НДС}_y - C_y,$$

где Π_y – отпускная цена (тариф) предприятия-потребителя (для базового варианта – $\Pi_y^{\text{б}}$, для проектируемого варианта – $\Pi_y^{\text{п}}$);

НДС_y – налог на добавленную стоимость;

C_y – себестоимость единицы оказываемых услуг при эксплуатации.

$$C_y = \frac{C_э}{W}.$$

$$C_y^п = \frac{C_э^п}{W^п} = \frac{149\,983}{2894} = 51,83 \text{ руб./шт.}$$

$$C_y^б = \frac{C_э^б}{W^б} = \frac{149\,650}{2810} = 53,26 \text{ руб./шт.}$$

$$\Pi_y^б = 79,88 - 13,31 - 53,26 = 13,31 \text{ руб./шт.}$$

$$\Pi_y^п = 79,88 - 13,31 - 51,83 = 14,74 \text{ руб./шт.}$$

$$H_{\text{пры}}^б = 13,31 \cdot 0,18 = 2,40 \text{ руб./шт.}$$

$$H_{\text{пры}}^п = 14,74 \cdot 0,18 = 2,65 \text{ руб./шт.}$$

$$\Pi_{\text{чы}}^б = 13,31 - 2,40 = 10,91 \text{ руб./шт.}$$

$$\Pi_{\text{чы}}^п = 14,74 - 2,65 = 12,09 \text{ руб./шт.}$$

Тогда дополнительные выгоды потребителя в результате роста производительности новой техники (увеличение чистой прибыли потребителя при использовании проектируемой конструкции по сравнению с базовой):

– на единицу выпускаемой продукции

$$\Delta\Pi = \Pi_{\text{чы}}^п - \Pi_{\text{чы}}^б = 12,09 - 10,91 = 1,18 \text{ руб./шт.};$$

– на годовой выпуск

$$\begin{aligned} \Delta\Pi^{\text{год}} &= \Pi_{\text{чы}}^п W^п - \Pi_{\text{чы}}^б W^б = 12,09 \cdot 2894 - \\ &- 10,91 \cdot 2810 = 4,331 \text{ тыс. руб./год.} \end{aligned}$$

5.4.5. Расчет ставки дисконта

Учитывая, что проект интегрирован в действующее предприятие, ставку дисконта найдем методом *WACC* (средневзвешенной стоимости капитала), то есть

$$WACC = R_d w_d (1 - h_{\text{приб}}) + R_e w_e,$$

где R_d – доходность заемного капитала (% по кредиту);

w_d – удельный вес заемного капитала в общем объеме капитала;

R_e – доходность собственного капитала;

w_e – удельный вес собственного капитала в общем объеме капитала;

$h_{\text{приб}}$ – ставка налога на прибыль.

Доходность собственного капитала R_e определим методом «Долевой премии» по следующей формуле:

$$R_e = R + R_m,$$

где R – базовая ставка;

R_m – рискованная премия по виду рынка.

В качестве базовой ставки принимаем процент по кредиту в белорусских рублях для юридических лиц, которая на данный момент составляет 14 % годовых (средняя по рынку ссудного капитала). Учитывая, что ставка в 14 % является номинальной, а расчеты будут производиться на реальной основе, возникает необходимость ее «очищения» от инфляционной премии.

Приняв, что ежегодный ожидаемый прирост цен будет равным 6 %, найдем реальную ставку r_p по следующей формуле:

$$r_p = \frac{1+r}{1+h} - 1,$$

где r – номинальная ставка (14 %);

h – ожидаемый темп инфляции (6 %).

Тогда базовая ставка

$$R = \frac{1+0,14}{1+0,06} - 1 = 0,075 \text{ или } 7,5 \%$$

В качестве рыночной премии по виду рынка принимаем премию для развивающихся рынков с политическим риском 8,5 %.

Тогда доходность собственного капитала

$$R_e = 7,5 + 8,5 = 16 \%$$

Удельный вес заемного и собственного капитала можно взять исходя из типичного для машиностроения соотношения (60 % собственный капитал, 40 % – заемный).

Таким образом, средневзвешенная стоимость капитала

$$WACC = 7,5 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18) + 16 \cdot 0,6 = 12 \%$$

Тогда ставка дисконтирования r будет равна 12 %.

5.4.6. Расчет экономической эффективности проектного решения для предприятия-изготовителя проектируемой конструкции

1. Определяются дополнительные инвестиции в соответствии с проектируемым решением $\Delta I_{пр}$, связанные с дополнительными затратами ресурсов на инновационный процесс разработки проектируемого изделия (см. п. 5.4.2).

2. Определяются дополнительные выгоды в результате внедрения проектного решения $\Delta П^{год}$: увеличение прибыли производителя в результате улучшения качества изделия и соответствующего роста цены (см. п. 5.4.1).

3. Сопоставляются дополнительные инвестиции и выгоды и рассчитываются критерии оценки проектного решения динамическим методом.

$$NPV_{\text{пр}} = -\Delta I_{\text{пр}} + \sum_{t=1}^n \Delta \Pi_{\text{год}_t} \alpha_t = -12,69 + 4,25 \cdot 0,8929 + 4,25 \cdot 0,7972 + \\ + 4,25 \cdot 0,7118 + 4,25 \cdot 0,6355 + 4,25 \cdot 0,5674 = 2,630 \text{ тыс. руб.}$$

$$\alpha_t = \frac{1}{(1+r)^t}.$$

Расчет периода возврата инвестиций определяется графически (рис. 5.1) на основании таблицы денежных потоков (табл. 5.5).

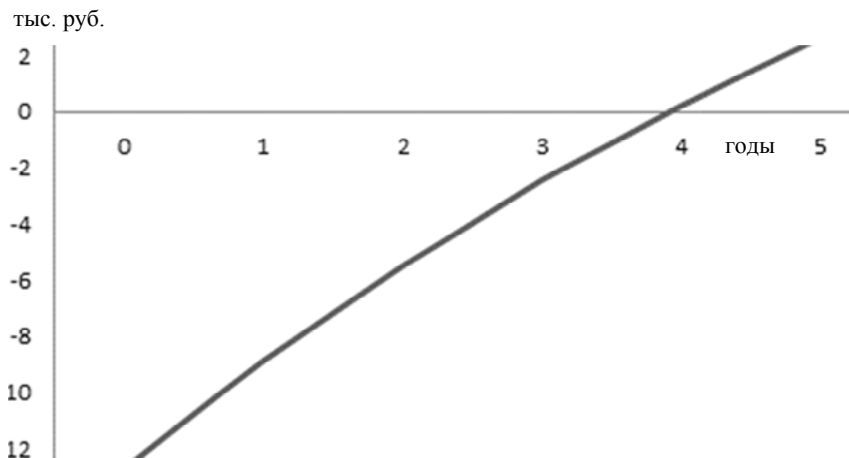


Рис. 5.1. Дисконтированные денежные потоки нарастающим итогом для производителя

Таблица 5.5

Таблица денежных потоков для производителя, тыс. руб.

Показатели	Годы					
	0	1	2	3	4	5
Приток		4,25	4,25	4,25	4,25	4,25
Отток	12,69					
Чистый денежный поток	-12,69	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25
Коэффициент дисконтирования	1	0,8929	0,7972	0,7118	0,6355	0,5674
Дисконтированный денежный поток	-12,69	3,795	3,388	3,025	2,701	2,411
Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом	-12,69	-8,895	-5,507	-2,482	0,219	2,63

Вывод: для производителя данное проектное решение является выгодным, так как NPV больше нуля и срок окупаемости составит приблизительно 4 года.

5.4.7. Расчет экономической эффективности проектного решения для предприятия-потребителя проектируемой конструкции

1. Определяются дополнительные инвестиции в соответствии с проектируемым решением ДИ₃. Дополнительные инвестиции связаны с дополнительными затратами ресурсов на приобретение новой конструкции (если цена проектируемого изделия больше базового), см. п. 5.4.3.

2. Определяются дополнительные выгоды в результате использования проектного решения $\Delta\Pi^{\text{год}}$: увеличение прибыли потребителя в результате роста производительности новой техники (см. п. 5.4.4).

3. Сопоставляются дополнительные инвестиции и выгоды и рассчитываются критерии оценки проектного решения динамическим методом. Расчет ставки дисконта приведен в п. 5.4.5.

$$NPV_3 = -\Delta И_3 + \sum_{t=1}^n \Delta \Pi_{\text{год}_t} \alpha_t = -0,505 + 4,331 \cdot 0,8929 +$$

$$+ 4,331 \cdot 0,7972 + 4,331 \cdot 0,7118 + 4,331 \cdot 0,6355 +$$

$$+ 4,331 \cdot 0,5674 = 15,107 \text{ тыс. руб.}$$

Расчет периода возврата инвестиций определяется графически (рис. 5.2) на основании таблицы денежных потоков (табл. 5.6)

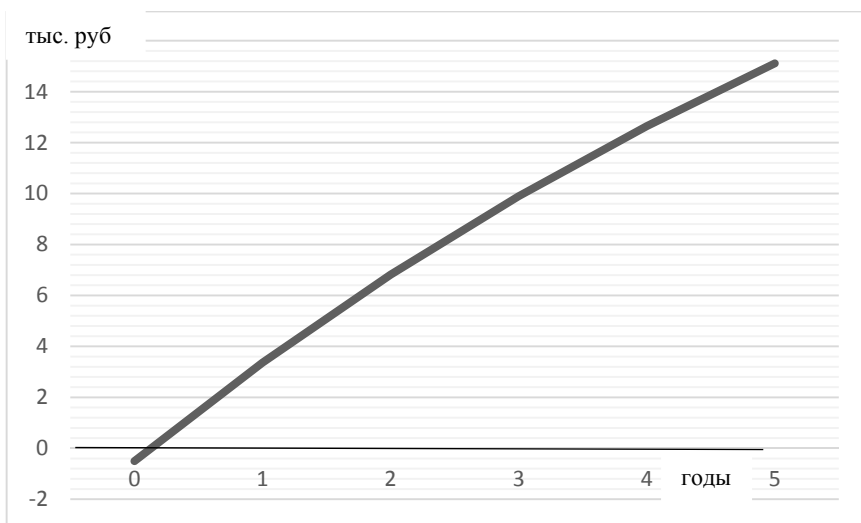


Рис. 5.2. Денежные потоки проектного решения для потребителя

Таблица 5.6

Таблица денежных потоков для потребителя, тыс. руб.

Показатели	Годы					
	0	1	2	3	4	5
Приток		4,331	4,331	4,331	4,331	4,331
Отток	0,505					
Чистый денежный поток	-0,505	4,331	4,331	4,331	4,331	4,331

Показатели	Годы					
	0	1	2	3	4	5
Коэффициент дисконтирования	1	0,8929	0,7972	0,7118	0,6355	0,5674
Дисконтированный денежный поток	-0,505	3,867	3,453	3,083	2,752	2,457
Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом	-0,505	3,362	6,815	9,898	12,65	15,107

Вывод: для потребителя данное проектное решение является выгодным, так как NPV больше нуля и срок окупаемости менее одного года.

Результаты расчетов по базовому и проектируемому вариантам в производстве и эксплуатации приведены в табл. 5.7.

Таблица 5.7

Сравнительный расчет себестоимости и цены изделия

Показатели	Варианты конструкций		Изменение
	Базовый	Проектируемый	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Показатели в производстве, тыс. руб.			
Себестоимость изготовления одного изделия	440	440,316	+1,15
Стоимость вводимых элементов конструкции	–	0,866	–
Стоимость аннулированных элементов конструкции	0,550	–	–
Отпускная цена изделия	580,8	581,217	+0,417
Прибыль налогооблагаемая	44	44,031	+0,031
Прибыль чистая	36,08	36,105	+0,025
Показатели в эксплуатации			
Текущие затраты на единицу оказываемых услуг, руб./шт., в том числе по элементам затрат:	53,26	51,83	-1,43

Окончание табл. 5.7

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Заработная плата станочника, руб./шт.	3,51	3,47	-0,04
Налоги и отчисления от фонда оплаты труда, руб./шт.	1,22	1,20	-0,02
Затраты на ремонт и техобслуживание оборудования, руб./шт.	4,95	4,79	-0,16
Амортизация производственных помещений, руб./шт.	6,26	6,08	-0,18
Затраты на содержание производственных помещений, руб./шт.	4,65	4,52	-0,13
Амортизация оборудования, руб./шт.	20,67	20,08	-0,59
Затраты на силовую электроэнергию, руб./шт.	2,06	2,01	-0,05
Затраты на ремонт и амортизацию универсальной оснастки, руб./шт.	7,12	6,91	-0,21
Сумма накладных расходов, руб./шт.	2,82	2,77	-0,05
Отпускная цена единицы оказываемых услуг, руб./шт.	79,88	79,88	0
Затратная цена единицы оказываемых услуг, руб./шт.	66,57	66,57	0
Прибыль чистая на единицу услуги, руб./шт.	10,91	12,09	+8,82
Годовая производительность, шт./год	2810	2894	+84

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Электронный ресурс] : учебно-методический комплекс по дисциплине для студентов специальности 110301 «Механизация сельского хозяйства» всех форм обучения : самост. учебное электронное изд-е / сост.: А. Г. Тулинов, Н. Р. Ахматгалеева; Сыкт. лесн. ин-т. – Электрон. дан. – Сыктывкар: СЛИ, 2012. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. – Загл. с экрана.
2. Сборник норм расхода топлива и смазочных материалов для механических транспортных средств, судов, машин, механизмов и оборудования в Республике Беларусь : в 2 т. – 15 изд-е, перераб. и доп. – Минск: БелНИИТ «Транстехника», 2010. – Т. 2. – 224 с.
3. Нормативы затрат на ремонт в процентах от балансовой стоимости [Электронный ресурс]. Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/SO34206112003Normativyzat.html>.
4. Горбацевич, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А Шкред. – 4-е изд., перераб. и доп. – Минск: Вышэйшая школа, 1983. – 256 с.
5. Батищев, И. И. Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте / И. И. Батищев. – Москва: Транспорт, 1988. – 367 с.
6. Великанов, К. М. Расчеты экономической эффективности новой техники / К. М. Великанов. – Ленинград: Машиностроение, 1990. – 448 с.
7. Методические указания по расчету производительности одноковшовых экскаваторов [Электронный ресурс]. Электронные данные. – Режим доступа: http://edu.dvgups.ru/METDOC/ITS/STRPRO/TMAGSTR/METHOD/ZEZ_RAB/Kech_zem4.htm.
8. Гайнутдинов, Э. М. Экономическая оценка новационных технических решений : монография : в 2 ч. / Э. М. Гайнутдинов, Л. И. Поддергина. – Минск: БНТУ, 2010. – Ч. 1. – 332 с.
9. Даценко, А. И. Коммунальные машины и оборудование : учебное пособие для вузов / А. И. Даценко. – Москва: Архитектура-С, 2005. – 344 с.
10. Расчет эксплуатационных затрат лесосечных машин / Ю. Ю. Герасимов [и др.]. – Научно-исследовательский институт леса Финляндии: Йоэнсуу, 2009. – 46 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТРАКТОРОВ.....	3
1.1. Производительность базового и проектируемого трактора.....	3
1.2. Определение затрат при эксплуатации проектируемой и базовой конструкции.....	10
2. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СТАНКОВ.....	17
2.1. Производительность базового и проектируемого станка.....	17
2.2. Определение затрат при эксплуатации проектируемой и базовой конструкции.....	17
3. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ АВТОБУСОВ И ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ.....	25
3.1. Производительность базового и проектируемого автобуса.....	25
3.2. Производительность базового и проектируемого легкового автомобиля.....	28
4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПОГРУЗЧИКОВ, ЭКСКАВАТОРОВ.....	30
4.1. Производительность базового и проектируемого погрузчика.....	30
4.2. Производительность базового и проектируемого экскаватора.....	32

5. ПРИМЕР РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНОГО РЕШЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СТАНКА.....	35
5.1. Исходные данные для расчетов	35
5.2. Оценка затрат при эксплуатации базовой и проектируемой конструкции	36
5.3. Определение затрат при эксплуатации базовой и проектируемой конструкции	38
5.3.1. Производительность базового и проектируемого фрезерно-расточного станка	38
5.3.2. Определение затрат при эксплуатации проектируемой и базовой конструкции фрезерно-расточного станка	38
5.4. Расчет экономической эффективности проектного решения	43
5.4.1. Расчет дополнительных инвестиций на стадии производства изделия	43
5.4.2. Расчет увеличения прибыли производителя в результате улучшения качества изделия и соответствующего роста цены	47
5.4.3. Расчет дополнительных инвестиций, связанных с дополнительными затратами ресурсов на приобретение новой конструкции	49
5.4.4. Расчет дополнительных выгод потребителя в результате роста производительности новой техники	50
5.4.5. Расчет ставки дисконта	53
5.4.6. Расчет экономической эффективности проектного решения для предприятия-изготовителя проектируемой конструкции	54
5.4.7. Расчет экономической эффективности проектного решения для предприятия-потребителя проектируемой конструкции	56
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	60

Учебное издание

ЯКУБОВСКАЯ Татьяна Леонидовна

**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ**

Учебно-методическое пособие
по выполнению экономической части
дипломного проекта и курсовой работы
для студентов специальности 1-36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»

В 2 частях

Часть 2

Редактор *Т. Н. Микулик*

Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 20.02.2018. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 3,66. Уч.-изд. л. 2,86. Тираж 100. Заказ 886.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.