

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ХАБАРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА «ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ»

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ СТУДЕНТОВ  
СПЕЦИАЛЬНОСТИ 101200 «ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО  
СГОРАНИЯ»**

Составил:  
Профессор, к.т.н. Конкс Г. А.

ХАБАРОВСК  
2002 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее методическое пособие использует рекомендации Центрального научно-исследовательского дизельного института (ЦНИДИ) и опыт предприятий отрасли двигателестроения.

Методическое пособие предназначено для студентов ХГТУ, выполняющих дипломные проекты по тематике ДВС.

В разделе дипломных проектов по экономической части предусматриваются следующие параграфы (части):

- Вопросы экономического развития отрасли двигателестроения на ближайшую перспективу (научно-технические задачи отрасли, пути и методы их решений, организация производства современных моделей, обеспечение экономической эффективности в сфере производства и эксплуатации и др.).

- Расчет экономической эффективности от применения новых (проектируемых) дизельных агрегатов с расчетом влияния проектных мероприятий на исходные технико-экономические показатели.

- Оценка технического уровня проектируемого двигателя (агрегата) в сравнении с лучшими зарубежными аналогами.

- Оценка соответствия проектируемого образца международным стандартам ISO (ИСО) в области двигателестроения.

Кроме того, в первом разделе проекта должно быть представлено технико-экономическое обоснование выбора темы дипломного проекта (сравнение нескольких вариантов решения данной темы): таблица выбора прототипов для проектирования, их анализ по технико-экономическим показателям, обоснование выбора базового прототипа, актуальности специальной части проекта.

Экономическая часть проекта в целом раскрывает итоговые результаты дипломного проектирования по конкретной тематике в области двигателестроения.

1. Вопросы экономического развития отрасли двигателестроения. Вопросы экономического развития отрасли двигателестроения излагаются в произвольной форме и должны включать:

- основные задачи и направления развития современного двигателестроения по всем компонентам технического совершенства (повышение цилиндрических и агрегатных мощностей за счет форсирования по среднему эффективному давлению и частоте вращения, обеспечение надежности и высоких ресурсов, топливной и масляной экономичности, решение экологических вопросов и др.);

- ближайшие научные и инженерно-технические перспективы отрасли двигателестроения, смежных производств;

- экономические проблемы отрасли, возможные пути их решения (специализация, инвестиции, развитие экспериментальных баз, реализация опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ, новых

технологий, возможности и необходимость технического перевооружения предприятий, покупка лицензий, кредитование новых разработок и др.).

2. Расчет экономической эффективности от применения новых (проектируемых) дизельных агрегатов.

Предусматривает оценку полезного годового экономического эффекта от использования проектируемого образца в последовательности, приведенной ниже.

2.1. Изложение методических принципов расчета экономического эффекта.

Расчет полезного годового экономического эффекта от применения нового или модернизированного (проектируемого) двигателя или агрегата проводится по формуле

$$\mathcal{E}_n = C_\delta (K_n \times K_\delta - 1) + \Delta I + \Delta K + \mathcal{E}_k + \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_s,$$

где  $\mathcal{E}_n$  – годовой полезный экономический эффект;  $C_\delta$  – оптовая цена базового двигателя;  $K_n$  – коэффициент учета роста производительности проектируемого изделия по сравнению с базовым, рассчитывается как отношение годовых объемов продукции (работы), производимой при использовании нового (проектируемого) изделия  $B_2$  и базового  $B_1$ ;  $K_\delta$  – коэффициент учета изменения срока службы проектируемого изделия по сравнению с базовым,

рассчитывается как отношение  $\frac{1}{T_1} + E_n$ , исходя из сроков службы базового и  $\frac{1}{T_2} + E_n$

проектируемого изделий  $T_1$  и  $T_2$  с учетом морального износа и нормативного коэффициента эффективности ( $E_n=0,15$ );  $\Delta I$  – изменение текущих издержек эксплуатации у потребителя при использовании им нового изделия взамен базового за срок службы нового (проектируемого) изделия с учетом морального износа, рассчитывается исходя из годовых эксплуатационных издержек потребителя  $I_1, I_2$  при использовании им базового и проектируемого двигателя или агрегата в расчете на объем продукции (работы), производимой с помощью изделия;  $\Delta K$  – изменение отчислений от сопутствующих капитальных вложений потребителя  $K_1$  и  $K_2$  за срок службы с учетом морального износа при использовании им проектируемого изделия взамен базового;  $\mathcal{E}_k, \mathcal{E}_c, \mathcal{E}_s$  – экономический эффект от изменения качества продукции, изготавливаемой с помощью проектируемой (новой) техники, социальный и экологический эффект от применения нового изделия у потребителя.

В дипломных проектах допустимо принять, что  $\Delta K = 0$ ;  $\mathcal{E}_k = 0$ ;  $\mathcal{E}_c = 0$ ;  $\mathcal{E}_s = 0$  (за исключением случаев, когда специальной частью дипломного проекта является разработка мероприятий, например, снижающих дымность и токсичность отработавших газов, предусматривающих улучшение компоновки

машинного отделения объекта за счет улучшения массогабаритных показателей и др.).

## 2.2. Выбор базы сравнения (базовый вариант двигателя или агрегата).

За базовый двигатель принимается аналогичная по функциональному назначению выпускаемая продукция, применительно к которой производится сопоставление основных технико-экономических параметров проектируемого дизеля или агрегата. В качестве базового предпочтительно принимать двигатель или агрегат, отличающийся по значениям номинальной мощности, частоты вращения, среднего эффективного давления от дизеля по дипломному проекту не более чем на 20 % (при близких значениях диаметра цилиндра и хода поршня).

Если дипломный проект предусматривает модернизацию выпускаемого дизеля (агрегата), то предпочтительней именно этот дизель принимать за базовый.

## 2.3. Выбор исходных данных для расчета.

Для удобства расчета заполняется таблица 1

Таблица 1

Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Значение показателей	
			по базовому варианту	по проектир. варианту
<b>1. Основные параметры двигателя</b>				
1.1. Номинальная мощность	$P_e$	кВт		
1.2. Номинальная частота вращения	$n$	мин <sup>-1</sup>		
1.3. Удельный расход топлива	$\nu_e$	г/(кВт·ч)		
1.4. Удельный расход масла на угар	$\nu_m$	г/(кВт·ч)		
1.5. Ресурс до первой переборки	$R_{пер}$	ч		
1.6. Ресурс до капитального ремонта	$R_{к.р.}$	ч		
<b>2. Технико-экономические показатели производства и эксплуатации</b>				
2.1. Оптовая цена	$C_b$	руб		
2.2. Число часов работы в год	$t$	ч		
2.3. Коэффициент использования мощности	$K_m$			
2.4. Коэффициент, выражающий долю стоимости переборки по отношению к цене дизеля	$B_{пер}$			
2.5. Коэффициент, выражающий долю стоимости капитального ремонта по отношению к цене дизеля	$B_{к.р.}$			
2.6. Цена применяемого топлива	$C_T$	руб		
2.7. Цена применяемого масла	$C_m$	руб		

Оптовая цена берется по заводским данным или каталогу. Величины  $t$ ,  $K_m$ ,  $B_{пер}$ ,  $B_{к.р.}$  выбирается по приложениям 1 и 2. Таблица заполняется по согласованию с руководителем и консультантом проекта (при необходимости 2-3 варианта).

#### 2.4. Порядок расчета, исходные формулы.

##### 2.4.1. Определение величины $K_{\Pi}$

$$K_{\Pi} = B_2 / B_1; \quad B_1 = K_m \times P_{e(\delta)} \times t;$$

$$B_2 = K_m \times P_{e(n)} \times t.$$

##### 2.4.2. Определение величины $K_{\delta}$

$$K_{\delta} = \frac{1}{T_1} + E_n \quad / \quad \frac{1}{T_2} + E_H; \quad T_1 = \frac{R_{к.р.(\delta)}}{t}; \quad T_2 = \frac{R_{к.р.(H)}}{t}.$$

Если ресурсы до капитального ремонта меньше 7 лет, используются формулы:

$$T_1 = \frac{\sum m_i \cdot R_{к.р.(\delta)}}{t}; \quad T_2 = \frac{\sum m_i \cdot R_{к.р.(H)}}{t},$$

где  $\sum m_i = 1,8$  (суммарный коэффициент по межремонтным срокам), он используется также при расчете годовых затрат на амортизационные отчисления в части кап. ремонта ( $З_{к.р.}$ ).

##### 2.4.3. Определение текущих издержек у потребителя при использовании им базового и нового (проектируемого) изделия $I_1$ и $I_2$ .

Ведется в табличной форме согласно табл. 2

Таблица 2

Статьи затрат	Обозначение	Ед. изм.	Расчетная формула	Расчет	
				по базовому дизелю	по новому дизелю
Годовые затраты на топливо	$З_T$	руб.	$З_T = \epsilon_e \times Ц_T \times B$		
Годовые затраты на масло	$З_M$	руб	$З_M = \epsilon_m \times Ц_M \times B$		
Годовые затраты на переборки	$З_{пер}$	руб	$З_{пер} = \frac{B_{пер} \times Ц_{\delta} \times t}{R_{пер}}$		
Годовые затраты на амортизационные отчисления в части кап. ремонта	$З_{к.р.}$	руб	$З_{к.р.} = \frac{B_{к.р.} \times Ц_{\delta} \times t}{R_{к.р.}}$		
Итого годовых текущих издержек у потребителя	$I$	руб	$I = З_T + З_M + З_{пер} + З_{к.р.}$	$I_1 =$	$I_2 =$

2.4.4. Определение величины годового экономического эффекта от применения проектируемого (нового или модернизированного) изделия ведется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\Pi} = Ц_{\delta} (K_{\Pi} \times K_{\delta} - 1) + \Delta I,$$

где 
$$\Delta I = \frac{I_1 \times K_{II} - I_2}{\frac{1}{T_2} + E_H}$$
.

2.4.5. В заключении параграфа дается обоснование выбора оптимального варианта расчета (при выполнении нескольких вариантов).

2.4.6. Величина годового экономического эффекта от применения одного проектируемого двигателя указывается на плакате по экономической части.

3. Оценка технического уровня проектируемого дизеля или агрегата.

3.1. Технический уровень продукции как совокупность свойств конкретного изделия включает показатели функционального назначения, потребительских свойств, общественно-полезного эффекта, уровня затрат всех видов ресурсов, а также экономические характеристики этого изделия.

При оценке технического уровня дизельной техники в дипломных проектах достаточно ограничиться сопоставлением показателей топливной и масляной экономичности, ресурсов до первой переборки (выема поршней) и до капитального ремонта проектируемого агрегата с лучшими зарубежными аналогами.

3.2. Выбор аналогов для сравнения может осуществляться на основе анализа научно-технической литературы, каталогов и проспектов фирм, материалов ЦНИДИ (Центрального научно-исследовательского дизельного института).

Рекомендуется в группу аналогов включать образцы дизельной техники, соответствующие или близкие по показателям назначения проектируемому двигателю или агрегату (назначение, мощность, частота вращения, среднее эффективное давление, размерность). После подбора зарубежных аналогов (рекомендуется выбрать 3 аналога), заполняется табл. 3.

Таблица 3

**Сравнение технико-экономических показателей проектируемого двигателя и зарубежных аналогов**

Технико-экономические показатели	Обозн.	Размерность	Проектир. двигатель	Зарубежные аналоги		
				1	2	3
Номинальная мощность	$P_e$	кВт				
Номинальная частота вращения	$n$	мин <sup>-1</sup>				
Удельный расход топлива	$v_e$	г/(кВт·ч)				
Удельный расход масла на угар	$v_m$	г/(кВт·ч)				
Ресурс до первой переборки	$R_{пер}$	ч				
Ресурс до капитального ремонта	$R_{к.р}$	ч				

3.3. Обобщенный показатель степени соответствия оцениваемого проектируемого образца мировым достижениям рассчитывается по формуле

$$K_{TY} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i,$$

где  $K_{TY}$  – коэффициент технического уровня;  $n$  – количество сопоставляемых показателей;  $i=1,2\dots n$ .

$$q_i = \frac{P_i}{P_{ia}}, \quad (1)$$

или

$$q_i = \frac{P_{ia}}{P_i}, \quad (2)$$

где  $P_i$  – абсолютное значение  $i$ -го показателя, оцениваемого дизельного агрегата;  $P_{ia}$  – абсолютное значение  $i$ -го показателя аналога.

Формула (1) применяется для показателей, увеличение значений которых повышает технический уровень (ресурсы  $R_{пер}$ ,  $R_{к.р}$ ).

Формула (2) применяется для показателей, увеличение значений которых снижает технический уровень (удельные расходы топлива и масла).

Расчет  $K_{ту}$  ведется по каждому зарубежному аналогу.

3.4. По результатам расчета в параграфе дается оценка технического уровня проектируемого дизельного агрегата:

- если  $K_{ту}$  меньше 0,97-1,0, то технический уровень проектируемого образца не соответствует мировому;

- если  $K_{ту} \geq 0,97$ , то технический уровень проектируемого агрегата соответствует мировому.

3.5. Минимальная величина коэффициента технического уровня  $K_{ту}$  указывается на плакате по экономической части дипломного проекта ниже величины годового экономического эффекта.

3.6. При необходимости в заключении параграфа приводятся соображения по повышению технического уровня проектируемого образца дизельной техники до мирового.

4. Оценка проектируемого двигателя (агрегата) на соответствие требованиям международных стандартов ISO (ИСО).

В качестве массива международных стандартов ISO по двигателестроению должны приниматься:

- ISO 2710 ДВС поршневые. Общие определения.
- ISO 7967 ДВС поршневые. Словарь терминов по компоновке и системам двигателя.
- ISO 8999 ДВС поршневые. Графические символы.
- ISO 1204 ДВС поршневые. Определение направления вращения.
- ISO 1205 ДВС поршневые. Обозначение цилиндров.
- ISO 3249 ДВС поршневые. Определение расположения сторон.
- ISO 3046/1 ДВС поршневые. Характеристики. Ч. 1. Стандартные исходные условия и объявленные мощность, расходы топлива и смазочного масла.
- ISO 3046/2 ДВС поршневые. Характеристики. Ч. 2. Методы испытаний.
- ISO 3046/3 ДВС поршневые. Характеристики. Ч. 3. Измерения при испытаниях.
- ISO 3046/4 ДВС поршневые. Характеристики. Ч. 4. Регулирование скорости.
- ISO 3046/5 ДВС поршневые. Характеристики. Ч. 5. Крутильные колебания.
- ISO 3046/6 ДВС поршневые. Характеристики. Ч. 6. Защита от превышения скорости.
- ISO 3046/7 ДВС поршневые. Характеристики. Ч. 7. Обозначение мощности.
- ISO 6826 ДВС поршневые. Защита от пожара.
- ISO 8528 ДВС поршневые. Генераторные агрегаты переменного тока с приводом от ДВС.
- ISO 2261 Механизмы ручного управления поршневых ДВС. Стандартное направление движения.
- ISO 8178 ДВС поршневые. Пакет экологических стандартов.

В параграфе дается оценка соответствия проектируемого двигателя (агрегата) на соответствие приведенному массиву международных стандартов.

5. Экономическая часть проекта завершается выполнением плаката в соответствии с табл. 3. Ниже табл. указывается:

- годовой экономический эффект от использования одного проектируемого дизеля (агрегата);

- минимальный коэффициент технического уровня  $K_{ту}$ .



**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЩНОСТИ (Км)  
и ЧИСЛА ЧАСОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ В ГОД (t)**

<b>Назначение дизеля</b>	<b>Км</b>	<b>t</b>
Дизели стационарные	0,79	3000
Дизели общего назначения (без стационарных)	0,7	2800
Дизели тепловозные (магистральные)	0,5	4500
Дизели тепловозные (маневровые)	0,32	7000
Дизели главные судовые (морского назначения)	0,85	5000
Дизели главные судовые (речного назначения)	0,81	3000
Дизели для судовых и вспомогательных установок	0,75	3500
Дизели автомобильные (для грузовых автомобилей)	0,65	3000

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА Впер и Вк.р.**

<b>Типы двигателей</b>	<b>Назначение</b>	<b>Впер</b>	<b>Вк.р.</b>
Ч8,5/11 и 9,5/11, Ч10,5/13, ЧН12/12, ЧН13/14, ЧН14/14	Стационарные, передвижные, судовые автотракторные	0,05-0,06	0,3-0,4
Ч15/18 и ЧН19/18	Стационарные, судовые, буровые	0,12-0,2 0,12-0,2 0,12-0,2	0,35-0,4 0,3-0,4 0,4-0,5
Ч и ЧН18/20, ЧН21/21	Тепловозные, судовые	0,2-0,25 0,2-0,25	0,4-0,5 0,35-0,45
ЧН25/34, ЧН26/34, Ч-ЧН36/45, ЧН36/40, ЧН40/46	Стационарные, судовые	0,03-0,06 0,03-0,06	0,3-0,4 0,3-0,4
ЧН23/30	Стационарные, судовые	0,08-0,1 0,08-0,1	0,3-0,45 0,3-0,45
ЧН31/8/33 (Д50)	Тепловозные, судовые	0,03-0,05	0,15-0,2
ЧН18/22	Судовые	0,1	0,3
ЧН26/26, ЧН30/38	Тепловозные, буровые, стационарные	0,05	0,25