



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Основы конструирования машин»

Практикум

Расчет зубчатых передач
на прочность
с использованием ПЭВМ

Авторы
Кушнарев В.И.,
Маньшина Е.Ю.,
Мирошниченко И.П.,
Савостина Т.П.

Ростов-на-Дону, 2018

Аннотация

Практикум предназначен для студентов всех форм обучения по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и др. при проведении практических занятий, а также в процессе курсового и дипломного проектирования.

Авторы

Доцент кафедры
«Основы конструирования машин»,
кандидат технических наук, доцент
Кушнарев В.И.,
Старший преподаватель кафедры
«Основы конструирования машин»,
Маньшина Е.Ю.
Заведующий кафедрой
«Основы конструирования машин»,
кандидат технических наук, доцент
Мирошниченко И.П.,
Старший преподаватель кафедры
«Основы конструирования машин»,
Савостина Т.П.



Оглавление

Введение	4
Порядок проведения расчетов	5
Расчет открытой цилиндрической прямозубой передачи .	5
Расчет открытой конической передачи	7
Расчет закрытой цилиндрической прямозубой передачи .	9
Расчет закрытой конической прямозубой передачи.....	11
Расчет закрытой цилиндрической косоозубой передачи	13
Расчет соосного редуктора	15
Расчет червячного редуктора	17
Заключение	19
Список литературы	20

ВВЕДЕНИЕ

Практикум предназначен для студентов всех форм обучения по направлениям подготовки 13, 15, 16, 20, 22, 23, 24, 35 при проведении практических занятий, а также в процессе курсового и дипломного проектирования.

Имя используемой программы - A_WYBOR.

Программа установлена на каждом рабочем месте - ПЭВМ компьютерного класса.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТОВ

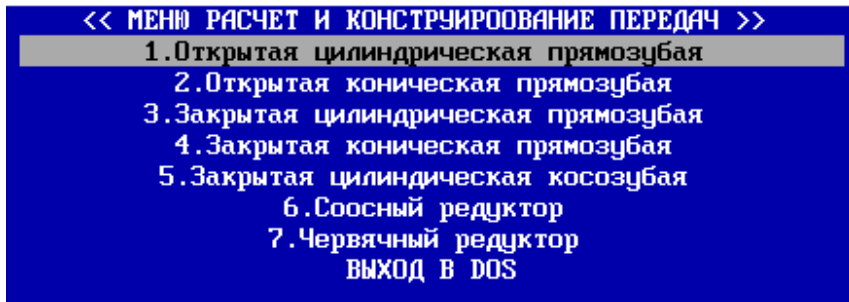
Перед началом проведения расчета необходимо получить от преподавателя задание, содержащее исходные данные для его проведения, и указания по оформлению отчета о проведенной работе.

При вводе исходных данных необходимо обращать внимание на строгое соответствие заданию на проведение расчета.

Ввод исходных данных завершается нажатием клавиши ENTER на клавиатуре ПЭВМ.

Расчет открытой цилиндрической прямозубой передачи

1. Произвести запуск программы A_WYBOR.



Из меню выбрать пункт: **1. Открытая цилиндрическая прямозубая передача.**

2. Ввод исходных данных для проведения расчета.

Детали машин и основы конструирования

Мощность , кВт _____ $N1=? 3$
 Число оборотов шестерни, об/мин _____ $n1=? 1420$
 Передаточное число _____ $U=? 5$
 Число зубьев шестерни _____ $Z1=? 17$
 Допускаемое напряжение на изгиб для шестерни, МПа=? 320
 Допускаемое напряжение на изгиб для колеса , МПа=? 280

Параметр _____ Пси $\psi_d=0.80$

Параметр Пси ψ_d	Расположение зубчатого колеса относительно опор					
	Симметричное		Несимметричное		Консольное	
	$H < 350HВ$	$H > 350HВ$	$H < 350HВ$	$H > 350HВ$	$H < 350HВ$	$H > 350HВ$
0.2	-	-	-	1.06	1.08	1.16
0.4	-	1.03	-	1.14	1.17	1.36
0.6	-	1.05	1.12	1.22	1.27	1.58
0.8	1.05	1.08	1.17	-	-	-
1.0	1.6	1.15	1.24	-	-	-
1.2	1.10	-	1.30	-	-	-

Коэф. распредел. нагрузки по ширине зуба __, $k(\beta)=? 1.05$

При помощи клавиатуры ПЭВМ из задания на проведение расчета ввести мощность $N1$, число оборотов шестерни $n1$, передаточное число U , число зубьев шестерни $Z1$ и допускаемые напряжения на изгиб для шестерни и колеса.

Значение коэффициента распределения нагрузки по ширине зуба необходимо выбирать из таблицы на экране монитора ПЭВМ.

3. Результаты расчета.

```

Передаточное число U= 5.0 Z1= 17 Z2= 85 Модуль M= 1.5 мм
----- Межосевое расстояние A= 76.50мм
-----Шестерня --Колесо
    Dw,мм__ 25.50 127.50
    Da,мм__ 28.50 130.50
    Df,мм__ 21.75 123.75
    B,мм__ 30.40 20.40
    T,Н*м__ 20.18 100.88
Окружная Ft= 1582 Н
Радиальная Fr= 576 Н
Окружная скорость в зацеплении Ut= 1.9м/с
    
```

Для продолжения нажмите любую клавишу

Внести результаты расчета в отчет о проведенной работе в соответствии с указаниями преподавателя и завершить работу с программой A_WYBOR.

Расчет открытой конической прямозубой передачи

1. Произвести запуск программы A_WYBOR.



Из меню выбрать пункт: **2. Открытая коническая прямозубая передача.**

2. Ввод исходных данных для проведения расчета.

Мощность , квт _____ $n1=?$ 3
 Число оборотов шестерни, об/мин _____ $n1=?$ 1420
 Передаточное число _____ $U=?$ 4
 Число зубьев шестерни _____ $Z1=?$ 17
 Допускаемое напряжение на изгиб для шестерни, МПа=? 280
 Допускаемое напряжени на изгиб для колеса , МПа=? 230

Параметр _____ ПСИ $\psi_d=1.00$

Параметр Пси ψ_d	Расположение зубчатого колеса относительно опор					
	Симметричное		Несимметричное		Консольное	
	$H < 350HВ$	$H > 350HВ$	$H < 350HВ$	$H > 350HВ$	$H < 350HВ$	$H > 350HВ$
0.2	-	-	-	1.06	1.08	1.16
0.4	-	1.03	-	1.14	1.17	1.36
0.6	-	1.05	1.12	1.22	1.27	1.58
0.8	1.05	1.08	1.17	-	-	-
1.0	1.6	1.15	1.24	-	-	-
1.2	1.10	-	1.30	-	-	-

Коэф. распред. нагрузки по ширине зчба __, $k(\beta)=?$ 1.6

При помощи клавиатуры ПЭВМ из задания на проведение расчета ввести мощность N_1 , число оборотов шестерни n_1 , передаточное число U , число зубьев шестерни Z_1 и допускаемые напряжения на изгиб для шестерни и колеса.

Значение коэффициента распределения нагрузки по ширине зуба необходимо выбирать из таблицы на экране монитора ПЭВМ.

3. Результаты расчета.

```

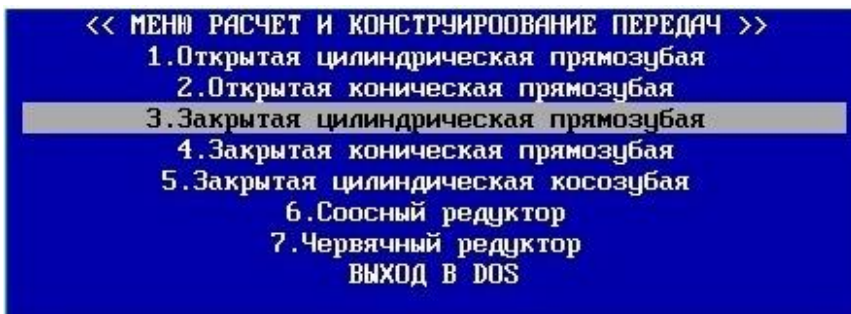
U= 4.0  z1= 17  z2= 68
Внешний окружной модуль равен-- 2.00мм
Внешнее конусное расстояние Re= 70.09мм
Диаметры окружностей, мм Шестерня----Колесо
внешних делительных_____ 34.00 136.00
вершин_____ 37.88 141.30
внутренних делительных_ 29.34 129.64
в среднем сечении_____ 28.90 115.60
Углы делительного конуса 14.04 75.96градус
МОМЕНТЫ, Н*м_____ 20 81
Окружная скорость в зацеплении Ut= 2.1м/с
-----Силы на шестерне :
Окружная----- 1396.266 Н;
Радиальная---- 493.026 Н;
Осевая----- 123.256 Н.
    
```

Для продолжения нажмите любую клавишу

Внести результаты расчета в отчет о проведенной работе в соответствии с указаниями преподавателя и завершить работу с программой A_WYBOR.

Расчет закрытой цилиндрической прямозубой передачи

1. Произвести запуск программы A_WYBOR.



Из меню выбрать пункт: **3. Закрытая цилиндрическая прямозубая передача.**

2. Ввод исходных данных для проведения расчета.

Мощность , квт _____ N1=? 3
 Число оборотов шестерни, об/мин _____ n1=? 1420
 Передаточное число _____ U=? 5
 Число зубьев шестерни _____ Z1=? 17
 Допускаемое напряжение на изгиб для шестерни, МПа=? 300
 Допускаемое напряжени на изгиб для колеса , МПа=? 250
 Допускаемое контактное напряжение , _____ МПа=? 600
 Параметр _____ ПСИ $\psi_d=1.20$

Параметр Пси ψ_d	Расположение зубчатого колеса относительно опор					
	Симметричное		Несимметричное		Консольное	
	H < 350NB	H > 350NB	H < 350NB	H > 350NB	H < 350NB	H > 350NB
0.2	-	-	-	1.06	1.08	1.16
0.4	-	1.03	-	1.14	1.17	1.36
0.6	-	1.05	1.12	1.22	1.27	1.58
0.8	1.05	1.08	1.17	-	-	-
1.0	1.6	1.15	1.24	-	-	-
1.2	1.10	-	1.30	-	-	-

Коэф. распред. нагрузки по ширине зуба, $k(\beta)$? 1.1

При помощи клавиатуры ПЭВМ из задания на проведение расчета ввести мощность N_1 , число оборотов шестерни n_1 , передаточное число U , число зубьев шестерни Z_1 и допускаемые напряжения на изгиб для шестерни и колеса.

Значение коэффициента распределения нагрузки по ширине зуба необходимо выбирать из таблицы на экране монитора ПЭВМ.

3. Результаты расчета.

Модуль превышает 20 мм $m = 0.0mm$

Измените исходные данные и повторите расчет

Для продолжения нажмите любую клавишу

4. Корректировка исходных данных.

Передаточное число $U= 5.0$ $Z_1= 20$ $Z_2= 100$ Модуль $M= 1.5$ мм

----- Межосевое расстояние $A= 90.00mm$

-----Шестерня --Колесо

D_w, mm 30.00 150.00

D_a, mm 33.00 153.00

D_f, mm 26.25 146.25

V, mm 35.00 30.00

$T, N \cdot m$ 0.00 0.00

Силы на колесе :

Окружная $F_t = 0$ Н; Радиальная $F_r = 0$ Н; Осевая $F_x = 0$ Н.

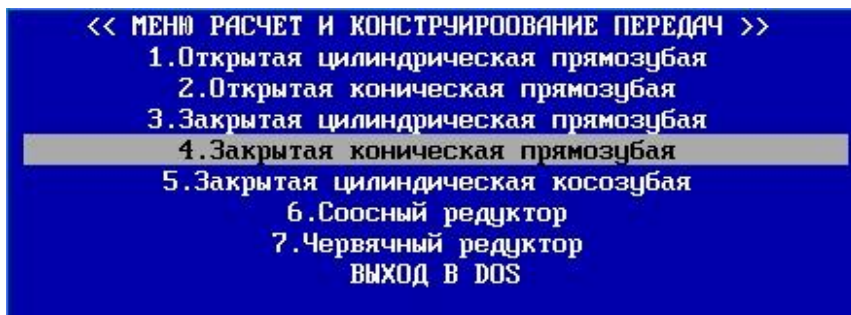
Окружная скорость в зацеплении $U_t = 2.2m/s$

Для продолжения нажмите любую клавишу

Внести результаты расчета в отчет о проведенной работе в соответствии с указаниями преподавателя и завершить работу с программой A_WYBOR.

Расчет закрытой коническая прямозубая передачи

1. Произвести запуск программы A_WYBOR.



Из меню выбрать пункт: **4. Закрытая коническая прямозубая передача.**

2. Ввод исходный данных для проведения расчета.

Мощность , квт _____ $M1=?$ 3
 Число оборотов шестерни, об/мин _____ $n1=?$ 1420
 Передаточное число _____ $U=?$ 4
 Число зубьев шестерни _____ $Z1=?$ 19
 Допускаемое напряжение на изгиб для шестерни, МПа=? 290
 Допускаемое напряжени на изгиб для колеса , МПа=? 240
 Допускаемое контактное напряжение , _____ МПа=? 560
 Параметр _____ ПСИ $\beta d=0.60$

Параметр Пси βd	Расположение зубчатого колеса относительно опор					
	Симметричное		Несимметричное		Консольное	
	$H < 350HВ$	$H > 350HВ$	$H < 350HВ$	$H > 350HВ$	$H < 350HВ$	$H > 350HВ$
0.2	–	–	–	1.06	1.08	1.16
0.4	–	1.03	–	1.14	1.17	1.36
0.6	–	1.05	1.12	1.22	1.27	1.58
0.8	1.05	1.08	1.17	–	–	–
1.0	1.6	1.15	1.24	–	–	–
1.2	1.10	–	1.30	–	–	–

Коэф. распред. нагрузки по ширине зуба __, $k(\beta)$? 1.27

При помощи клавиатуры ПЭВМ из задания на проведение расчета ввести мощность N_1 , число оборотов шестерни n_1 , передаточное число U , число зубьев шестерни Z_1 и допускаемые напряжения на изгиб для шестерни и колеса.

Значение коэффициента распределения нагрузки по ширине зуба необходимо выбирать из таблицы на экране монитора ПЭВМ.

3. Результаты расчета.

```

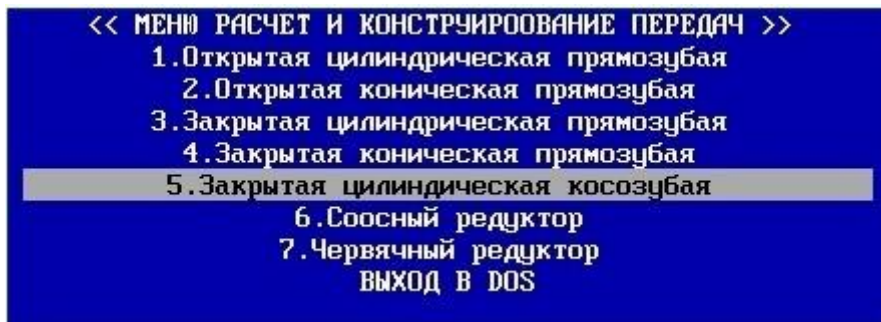
U= 4.0  z1= 19  z2= 76
Внешний окружной модуль равен-- 2.50мм
Внешнее конусное расстояние Re= 97.92мм
Диаметры окружностей,мм Шестерня----Колесо
внешних делительных_____ 47.50 190.00
вершин_____ 52.35 196.63
внутренних делительных_ 41.68 182.05
в среднем сечении_____ 40.38 161.50
Углы делительного конуса 14.04 75.96градус
МОМЕНТЫ,Н*м_____ 20 81
Окружная скорость в зацеплении Ut= 3.0м/с
-----Силы на шестерне :
Окружная----- 999.433 Н;
Радиальная---- 352.902 Н;
Осевая----- 88.225 Н.
    
```

Для продолжения нажмите любую клавишу

Внести результаты расчета в отчет о проведенной работе в соответствии с указаниями преподавателя и завершить работу с программой A_WYBOR.

Расчет закрытой цилиндрической косозубой передачи

1. Произвести запуск программы A_WYBOR.



Из меню выбрать пункт: **5. Закрытая цилиндрическая косозубая передача.**

2. Ввод исходных данных для проведения расчета.

Мощность , квт _____ N1=? 3
 Число оборотов шестерни, об/мин _____ n1=? 1420
 Передаточное число _____ U=? 5
 Число зубьев шестерни _____ Z1=? 17
 Допускаемое напряжение на изгиб для шестерни, МПа=? 280
 Допускаемое напряжени на изгиб для колеса , МПа=? 230
 Допускаемое контактное напряжение , _____ МПа=? 520
 Параметр _____ ПСИ $\beta_d=0.90$

Параметр Пси β_d	Расположение зубчатого колеса относительно опор					
	Симметричное		Несимметричное		Консольное	
	H < 350HВ	H > 350HВ	H < 350HВ	H > 350HВ	H < 350HВ	H > 350HВ
0.2	-	-	-	1.06	1.08	1.16
0.4	-	1.03	-	1.14	1.17	1.36
0.6	-	1.05	1.12	1.22	1.27	1.58
0.8	1.05	1.08	1.17	-	-	-
1.0	1.6	1.15	1.24	-	-	-
1.2	1.10	-	1.30	-	-	-

Кофф. распредел. нагрузки по ширине зуба __, k(бетта)=? 1.6

При помощи клавиатуры ПЭВМ из задания на проведение расчета ввести мощность N_1 , число оборотов шестерни n_1 , передаточное число U , число зубьев шестерни Z_1 и допускаемые напряжения на изгиб для шестерни и колеса.

Значение коэффициента распределения нагрузки по ширине зуба необходимо выбирать из таблицы на экране монитора ПЭВМ.

3. Результат расчета.

```

Передаточное число U= 5.0 Z1= 17 Z2= 85 Модуль M= 2.25 мм
----- Межосевое расстояние A= 119.37мм
-----Шестерня --Колесо
Dw, мм__      39.79      198.96
Da, мм__      44.29      203.46
Df, мм__      34.17      193.33
V, мм__       40.81       35.81
T, Н*м__      20.18      100.88
Силы на колесе :
Окружная Ft= 1015 Н; Радиальная Fr= 385 Н; Осовая Fx= 291 Н.
Окружная скорость в зацеплении Vt= 3.0м/с
    
```

Для продолжения нажмите любую клавишу

Внести результаты расчета в отчет о проведенной работе в соответствии с указаниями преподавателя и завершить работу с программой A_WYBOR.

Расчет соосного редуктора

1. Произвести запуск программы A_WYBOR.



Из меню выбрать пункт: **6. Соосный редуктор.**

2. Ввод исходных данных для проведения расчета.

Соосный редуктор << Первая ступень >>

Мощность , квт _____ N1=? 3
 Число оборотов шестерни, об/мин _____ n1=? 1420
 Передаточное число _____ U=? 4
 Число зубьев шестерни _____ Z1=? 17
 Допускаемое напряжение на изгиб для шестерни, МПа=? 280
 Допускаемое напряжени на изгиб для колеса , МПа=? 230
 Параметр _____ ПСИ $\psi_d=1.00$

Параметр	Расположение зубчатого колеса относительно опор					
	Симметричное		Несимметричное		Консольное	
	H < 350HВ	H > 350HВ	H < 350HВ	H > 350HВ	H < 350HВ	H > 350HВ
0.2	-	-	-	1.06	1.08	1.16
0.4	-	1.03	-	1.14	1.17	1.36
0.6	-	1.05	1.12	1.22	1.27	1.58
0.8	1.05	1.08	1.17	-	-	-
1.0	1.6	1.15	1.24	-	-	-
1.2	1.10	-	1.30	-	-	-

Кофф. распредел. нагрузки по ширине зуба, $k(\beta)$? 1.6

При помощи клавиатуры ПЭВМ из задания на проведение расчета ввести мощность N_1 , число оборотов шестерни n_1 , передаточное число U , число зубьев шестерни Z_1 и допускаемые напряжения на изгиб для шестерни и колеса.

Значение коэффициента распределения нагрузки по ширине зуба необходимо выбирать из таблицы на экране монитора ПЭВМ.

3. Результаты расчета.

```

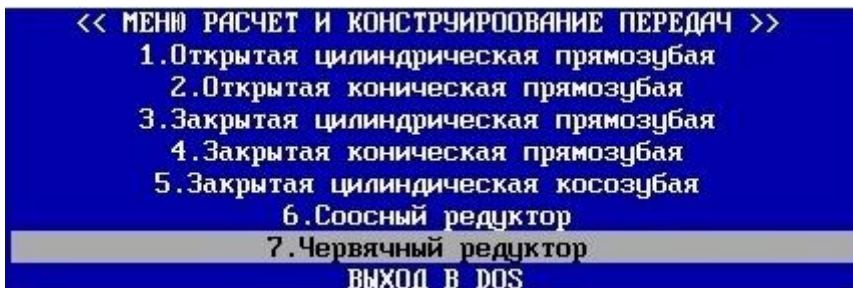
Передаточное число U= 3.5 Z1= 21 Z2= 74 Модуль M= 3 мм
----- Межосевое расстояние A= 148.24мм
-----Шестерня --Колесо
Dw,мм__      65.54      230.95
Da,мм__      71.54      236.95
Df,мм__      58.04      223.45
V,мм__       70.89      65.89
T,Н*м__      77.48      273.01
Силы на колесе :
Окружная Ft= 2365 Н; Радиальная Fr= 896 Н; Осевая Fx= 678 Н.
Окружная скорость в зацеплении Vt= 1.2м/с
Не выполняется условие соосности ступеней редуктора
    
```

Для продолжения нажмите любую клавишу

Внести результаты расчета в отчет о проведенной работе в соответствии с указаниями преподавателя и завершить работу с программой A_WYBOR.

Расчет червячного редуктора

1. Произвести запуск программы A_WYBOR.



Из меню выбрать пункт: **7. Червячный редуктор.**

2. Ввод исходных данных для проведения расчета и результата расчета.

```

    Мощность ,квт _____ N1=? 3
    Число оборотов червяка , об/мин _____ n1=? 720
    Передаточное число _____ U=? 32
    Число заходов червяка (1,2,4) _____ Z1=? 1
    Допустимое напряжение на изгиб ,МПа _____ ? 290
    Допустимое контактное напряжение ,МПа _____ ? 200
    Коэфф. распред. нагрузки по ширине зуба, k(бетта)_? 1
    Z1= 1 Z2= 32 U1= 32 A= 200.00мм
    M=10.00мм q= 8 ;угол подъема = 7.13град
    Диаметры,мм-----Червяк-----Колесс
    начальный----- 80.00 320.00
    вершин----- 100.00 340.00
    впадин----- 56.00 296.00
    максимальный---- 360.00
    ширина,мм----- 129.2 75.0
    МОМЕНТЫ,Н*м----- 39.791 955
    -----Силы на колесе:-----
    окружная----- 5968.75 Н; Скорость скольжения Uск= 3.04м/с
    радиальная---- 2172.447 Н; Прогиб вала червяка f= 0.023мм
    осевая----- 994.791 Н; Площадь поверхности охлаждения редуктора S= 0.72кв.м
    Окружная скорость в зацеплении Ut= 3.02м/с

    Для продолжения нажмите любую клавишу
    
```

При помощи клавиатуры ПЭВМ из задания на проведение расчета ввести мощность N_1 , число оборотов шестерни n_1 , передаточное число U , число зубьев шестерни Z_1 и допускаемые напряжения на изгиб для шестерни и колеса.

Значение коэффициента распределения нагрузки по ширине зуба необходимо выбирать из таблицы на экране монитора ПЭВМ.

Внести результаты расчета в отчет о проведенной работе в соответствии с указаниями преподавателя и завершить работу с программой A_WYBOR.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отчет о проведенной работе, оформленный в соответствии с указаниями преподавателя, представить преподавателю для проверки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюняев А.В., Звездаков В.П., Вагнер В.А. Детали машин. Учебник.- СПб.: Издательство «Лань», 2013.- 736 с.
2. Иванов М.Н. Детали машин. Учебник.- М.: Высшая школа, 2000.- 383 с.
3. Гузенков П.Г. Детали машин. Учебник.- М.: Высшая школа, 1986.- 359 с.