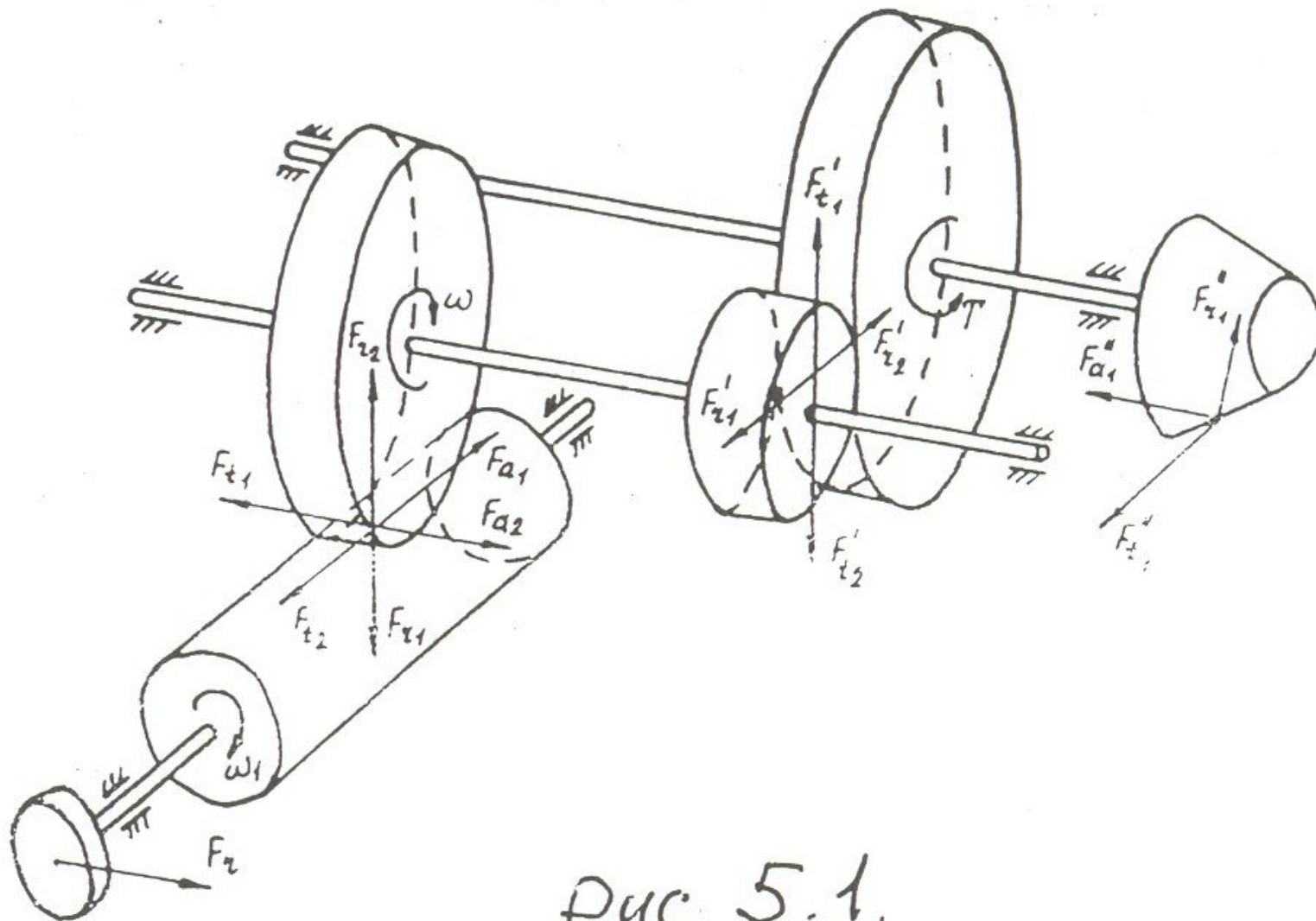


Проектировочным расчетом определяется диаметр вала в опасном сечении из условия прочности на изгиб с кручением. Расчетные схемы валов представляют в виде балок на шарнирных опорах. Подшипники, воспринимающие одновременно осевые и радиальные нагрузки, заменяют шарнирно-неподвижными опорами, а подшипники, воспринимающие только радиальные нагрузки - шарнирно-подвижными опорами. Положение опоры принимается посередине ширины подшипника, а в случае сдвоенной опоры – посередине внутреннего подшипника. Т.к. в основном, реакции воспринимаются подшипниками, расположенными со стороны нагруженного пролета.



Все действующие силы приводятся к оси вала : 1) радиальные силы переносятся в центр вала по линии действия; окружные силы переносятся в центр вала с добавлением крутящего момента; осевые силы переносятся в центр вала с добавлением сосредоточенных изгибающих моментов. Как показывают расчеты, осевыми силами можно пренебречь в силу их малости, учитывая только сосредоточенный изгибающий момент от них.

На первом этапе необходимо определить величины сил и моментов, действующих в передачах привода ( что уже сделано в расчете передач).

Очень важно правильно направить усилия, действующие на вал, ибо, как известно, направление действия сил влияет на значение и направление опорных реакций. Для этого необходимо представить в аксонометрии ( можно без точного соблюдения правил образования аксонометрических проекций, т.е. в виде эскиза) кинематическую схему привода и редуктора с указанием направления вращения валов и действующих усилий. Следует учитывать, что , как правило, вал электродвигателя вращается по часовой стрелке.

## Методика расчета валов приводов.

После составления эскизной компоновки для всех валов привода выполняется проектировочный расчет на прочность ( на совместное действие изгиба и кручения). Затем разрабатывается конструкция валов. Все остальные расчеты выполняются как проверочные. В общем случае расчет на жесткость выполняется для вала, имеющего нагрузки на консольном участке ( быстроходный вал- на консоли расположен шкив ременной передачи, тихоходный вал- на консоли расположена шестерня открытой передачи или звездочка, промежуточный вал зубчато-червячного редуктора, где на консоли расположено колесо цилиндрической передачи).

Уточненный расчет на усталостную прочность, расчет на статическую прочность и на надежность выполняется, как правило, для тихоходного вала редуктора в нескольких сечениях по длине вала.

# Расчет валов с применением ЭВМ.

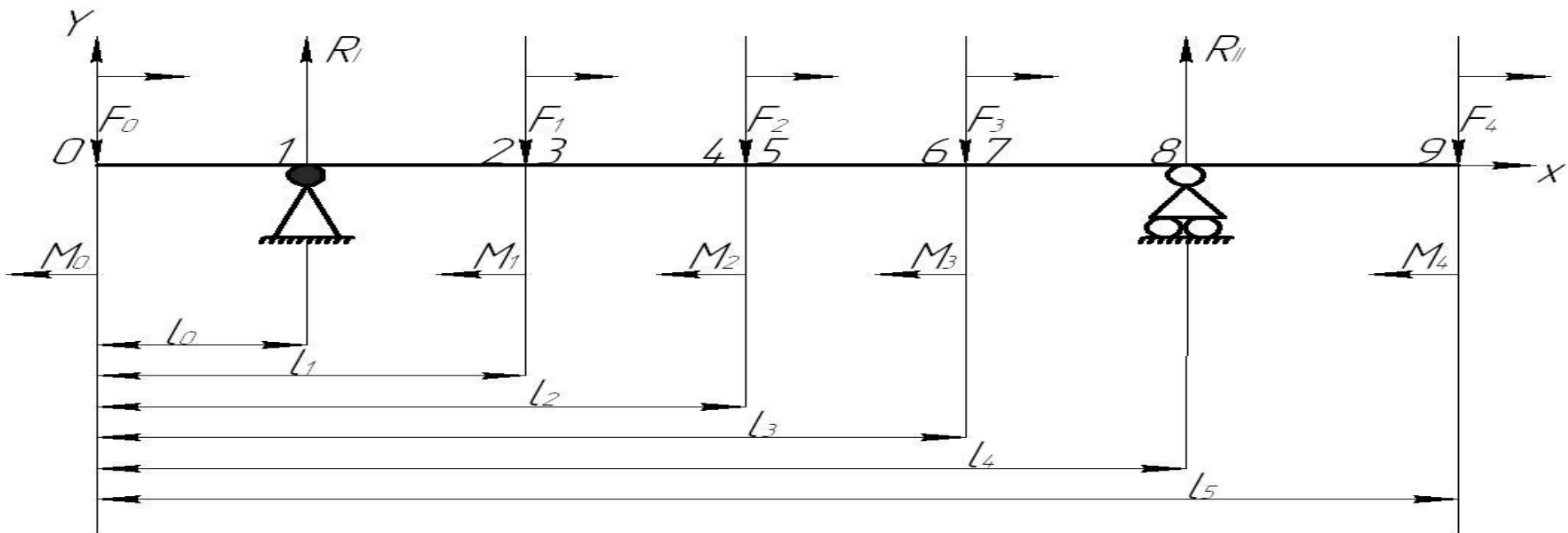
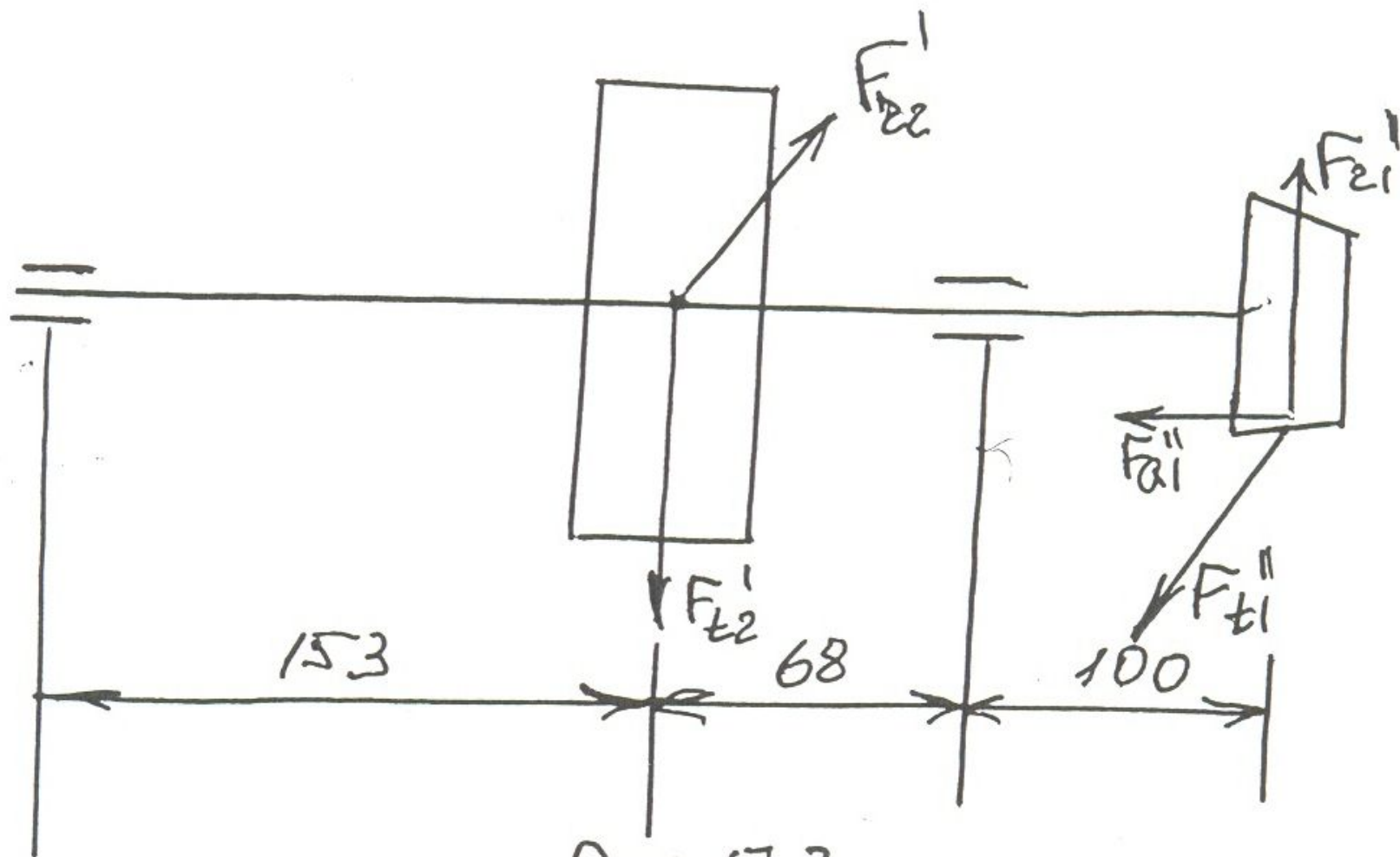


Рис. 5.2.

Ф.И.О. студента		номер группы			Ф.И.О. консультанта			
T	$\sigma_B$	$\acute{\alpha}$	T(3)	T(4)	$\sigma_T$	m	d <sub>эл</sub>	
$l_0$		$l_1$		$l_2$	$l_3$		$l_4$	$l_5$
$F^B_0$		$F^B_1$		$F^B_2$		$F^B_3$	$F^B_4$	
$F^\Gamma_0$		$F^\Gamma_1$		$F^\Gamma_2$		$F^\Gamma_3$	$F^\Gamma_4$	
$M^B_0$		$M^B_1$		$M^B_2$		$M^B_3$	$M^B_4$	
$M^\Gamma_0$		$M^\Gamma_1$		$M^\Gamma_2$		$M^\Gamma_3$	$M^\Gamma_4$	

В этой таблице:

- 1)  $T$  – крутящий момент на рассматриваемом валу, Нмм, получен в лабораторной работе № 1 и представлен в табл. 5 или табл. 6;
- 2)  $\sigma_b$  – предел прочности материала вала ( для стали 45  $\sigma_b = 600 \dots 800$  Н/мм<sup>2</sup>);
- 3)  $\alpha$  – поправочный коэффициент,  $\alpha = 1$ - для реверсивных валов,  $\alpha = 0,6$  для нереверсивных валов ( реверсивность привода выбирали ранее в лабораторной работе №2 при задании коэффициента KFC);
- 4)  $T(3)=1$ - выполняются расчеты на усталостную прочность, статическую прочность и надежность,  $T(3)=0$ - вышеназванные расчеты не выполняются;
- 5)  $T(4)=1$  – выполняется расчет на жесткость,  $T(4)=0$ - расчет на жесткость не выполняется;
- 6)  $\sigma_t$  –предел текучести материала вала( для стали 45  $\sigma_t = 400 \dots 600$  Н/мм<sup>2</sup>);
- 7)  $m$ - модуль зубчатого или червячного колеса(шестерни), расположенного на рассчитываемом валу;
- 8)  $d_{эл}$  –диаметр вала электродвигателя, задается только для быстроходного вала( для остальных валов  $d_{эл}=0$ );
- 9) 10...15- линейные длины участков вала по схеме Рис. 5.2 берутся с эскизной компоновки;
- 10)  $F_{0B} \dots F_{4B}$  ,  $M_{0B} \dots M_{4B}$  ,  $F_{0Г} \dots F_{4Г}$  ,  $M_{0Г} \dots M_{4Г}$  –нагрузки (в Н) и сосредоточенные моменты (Н\*мм), действующие соответственно в вертикальной и горизонтальной плоскостях (Рис. 5.2).



Puc. 5.3.



Ф.И.О. студента	номер группы			Ф.И.О. консультанта			
1694000	800	1	1	1	550	7	0
0	153	153		153	221		321
0	10300		0		0		-6200
0	-3700		0		0		17700
0	0		0		0		145600
0	0		0		0		0

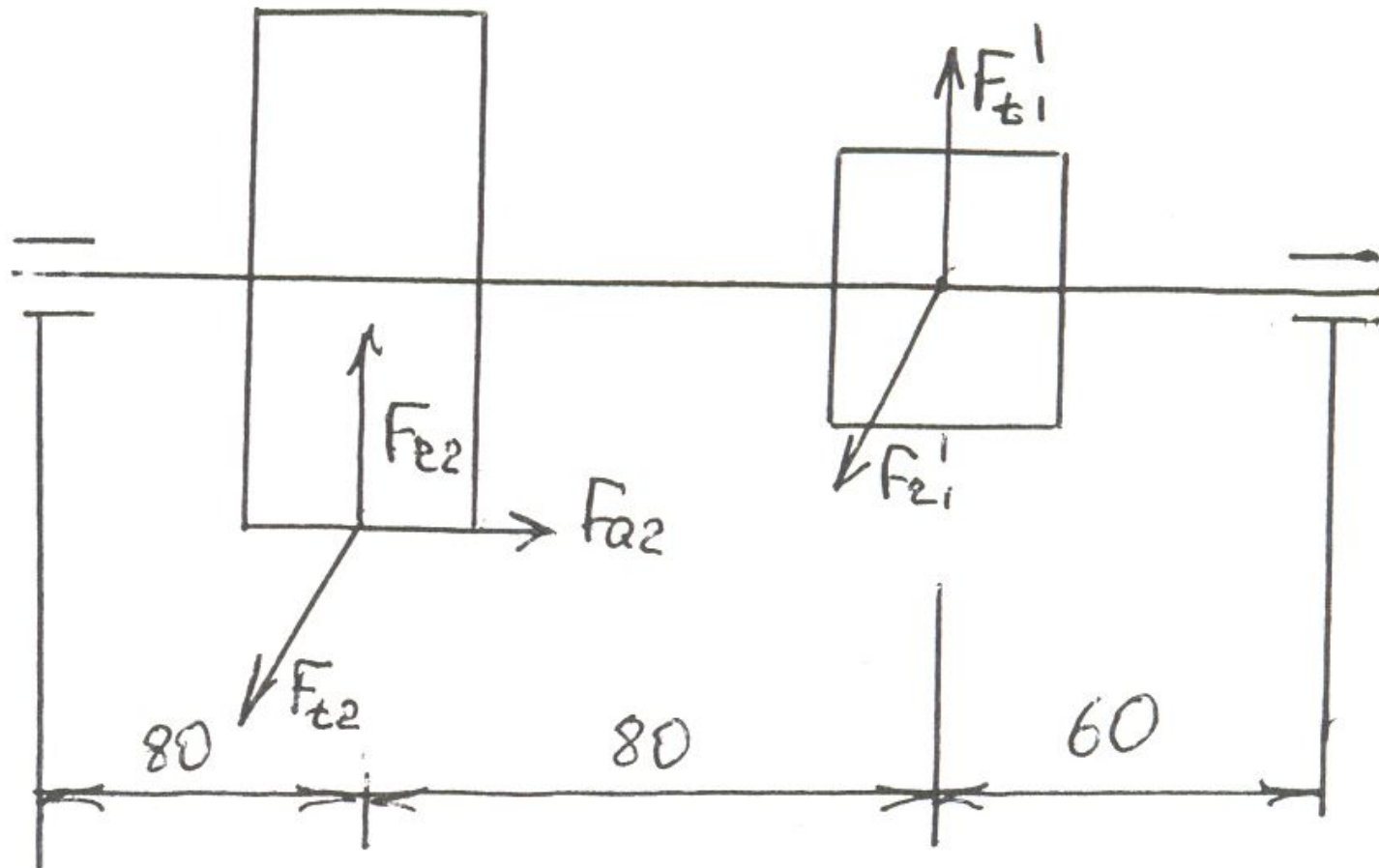
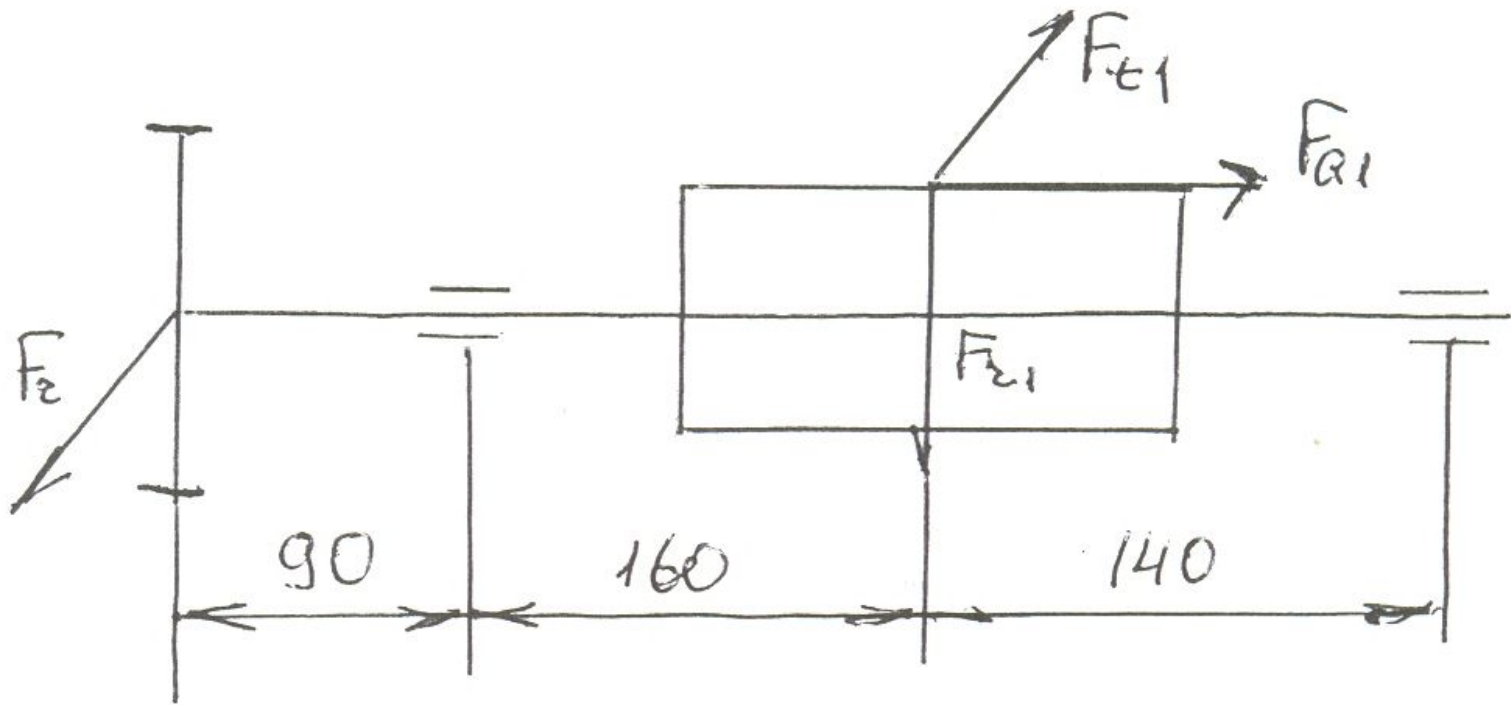


Рис. 5.4.

Ф.И.О. студента	номер группы		Ф.И.О. консультанта				
560000	800	1	0	0	0	0	0
0	80	160		160	220		220
0	-1575		-10300		0		0
0	6000		3700		0		0
0	-200000		0		0		0
0	0		0		0		0



Prob. 5.5.

Ф.И.О. студента	номер группы			Ф.И.О. консультанта			
30000	800	1	0	1	0	3	38
90	250		250	250	390		390
0	1800		0	0		0	
1900	-1575		0	0		0	
0	201600		0	0		0	
0	0		0	0		0	

# Результаты расчетов(распечатка).

1694000	700	1	1	1
550	7	0		
0	153	153	153	221

БЛОК 0 321

10300	0	0	-6200	
0		-3700	0	0
0		0	0	0
0		0	0	0
				17700
				145600
				0

$E(0)=0$   $E(1)=0$   $E(2)=1618731$   $E(3)=1618731$   
 $E(4)=1618731$   $E(5)=1618731$   $E(6)=1618731$   $E(7)=1618731$

БЛОК 1  $E(8)=1832473$   $E(9)=145600$   $R(0)=5315$   $R(1)=-1215$   
 $R(2)=-9147$   $R(3)=23147$   $R(4)=10579$   $R(5)=23179$   
 $M0=1832473$   $N0=2495514$   $K0=69,5$   $D(0)=79,55$

БЛОК 2  $M(10)=145600$   $M(11)=1832473$   $M(12)=1618731$   
 $D(41)=85$   $F(1)=80$   $D(44)=75$

БЛОК 3 СЕЧЕНИЕ ПОД КОЛЕСОМ, КОНЦЕНТР. НАПРЯЖЕНИЙ-  
ШПОНОЧНЫЙ ПАЗ

$D(46)=85$   $P1=344$   $P2=206,4$   $P3=0,93$   $C1=2,01$

$C2=1,88$   $P4=0,628$   $P5=0,15$   $P6=0,5$   $W1=52437$

$W2=104874$   $W3=30,9$   $W4=0$   $W5=16.2$   $W6=0$

$W7=3,97$   $W8=3,24$   $W9=2,51$   $S1=1$

РАСЧЕТ ВАЛА НА СТАТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ

$W5=16,15$   $A0=83,32$   $A1=6,66$

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПО КОЭФФ. ЗАПАСА  
УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ

$H=0,99986$

СЕЧЕНИЕ НА ВЫХОДЕ- КОНЦЕНТР. НАПРЯЖЕНИЙ-  
ШПОНОЧНЫЙ ПАЗ

$D(46)=75$   $P1=344$   $P2=206,4$   $P3=0,93$   $C1=2,01$

$C2=1,88$   $P4=0,65$   $P5=0,15$   $P6=0,05$   $W1=35720,9$

$W2=71441,98$   $W3=4.07$   $W4=0$   $W5=23.71$   $W6=0$

$W7=2.80$   $W8=25.40$   $W9=2.78$   $S1=2$

РАСЧЕТ ВАЛА НА СТАТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ

$W5=23.71$   $A0=82,54$   $A1=6,66$

# ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПО КОЭФФ. ЗАПАСА

## УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ

$H=0,99996$

СЕЧЕНИЕ ПОД ПОДШП., КОНЦЕНТР. НАПРЯЖЕНИЙ-  
ПОСАДКА С НАТЯГОМ

$D(46)=80$   $P1=344$   $P2=206,4$   $P3=0,93$   $C1=2,4$

$C2=1,8$   $P4=0,64$   $P5=0,15$   $P6=0,5$   $W1=50240$

$W2=100480$   $W3=36.47$   $W4=0$   $W5=16.86$   $W6=0$

$W7=4.04$   $W8=2.33$   $W9=2.02$   $S1=3$

РАСЧЕТ ВАЛА НА СТАТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ

$W5=16.86$   $A0=93,44$   $A1=5,88$

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПО КОЭФФ. ЗАПАСА

УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ

$H=0,9982$

СЕЧЕНИЕ ПОД КОЛЕСОМ, КОНЦЕНТР. НАПРЯЖЕНИЙ  
ГАЛТЕЛЬ

$D(46)=85$   $P1=344$   $P2=206,4$   $P3=0,93$   $C1=2,03$

$C2=1,64$   $P4=0,62$   $P5=0,15$   $P6=0,5$   $W1=60261$

$W2=120522$   $W3=6.86$   $W4=0$   $W5=14.05$   $W6=0$

$W7=3.01$   $W8=0$   $W9=3.01$   $S1=4$

РАСЧЕТ ВАЛА НА СТАТИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ

$W5=14.05$   $A0=72,50$   $A1=7,58$

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПО КОЭФФ. ЗАПАСА

УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ

$H=0,99999$



#### *БЛОК 4*

#### *РАСЧЕТ ВАЛА НА ЖЕСТКОСТЬ*

$$Z0=-9.44E-05 \quad Z1=1.70E-04 \quad Z2=1.51E-04$$

$$Z3=-3.27E-04 \quad S3=2009600$$

$$V0=-4.08E+07 \quad Y0=0 \quad V1=7.36E+07 \quad Y1=0$$

#### *ПРОГИБ НА ПРАВОЙ КОНСОЛИ*

$$Y2=2.37E-02 \quad Y3=-6.03E-02 \quad Y4=6.47E-02 \quad Y5=0.066$$

$$C3=1552368$$

#### *ПРОГИБ ПОД КОЛЕСОМ(ШЕСТЕРНЕЙ)*

$$Y2=5.57E-03 \quad Y3=1.05E-02 \quad Y4=1.19E-02 \quad Y5=0.07$$

$$C3=2561093$$

#### *УГОЛ ЗАКРУЧИВАНИЯ*

$$V3=1.74E-05 \quad S4=4019200 \quad V4=5.27E-06$$