

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РБ**  
**Государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**среднего специального образования**  
**Октябрьский нефтяной колледж имени С.И.Кувыкина**

**ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

Методические указания и контрольные задания для студентов заочной формы обучения образовательных учреждений среднего профессионального образования по специальностям:

- 151031 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования

2013 г.

РАССМОТРЕНО  
на заседании П(Ц)К  
Общепрофессиональных дисциплин

Председатель П(Ц)К А.А.  
Ахметшина Г.Ф.  
" 11 " 09 20 13 г.

"УТВЕРЖДАЮ"  
Зам. директора по УР

Фазлыева Ф.А. Фазлыева  
" 11 " 09 20 13 г.

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Техническая механика» по специальности 151031 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования

**Организация-разработчик:**

Государственное бюджетное образовательное учреждение среднего профессионального образования «Октябрьский нефтяной колледж им. С.И. Кувькина» (ГБОУ СПО «ОНК»)

Разработчик: Фролова Т. А. преподаватель технической механики

Рекомендованы Республиканским Экспертным советом по профессиональному образованию ГБОУ «РУНМЦ МО РБ».  
Протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_ г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Общие указания о порядке выполнения заданий контрольной работы.....	7
2. Задания для контрольной работы 1 .....	9
3. Задания для контрольной работы 2 .....	18
4. Самостоятельное изучение материала .....	25
5. Методические указания к выполнению заданий контрольной работы.....	33
6. Перечень учебных пособий для самостоятельной работы .....	36

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания и контрольные задания для студентов заочного отделения разработаны в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования, утвержденного приказом № 182 Министерства образования и науки РФ от 24 ноября 2009 года специальности 151031 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования.

Учебная дисциплина «Техническая механика» входит в общепрофессиональный цикл основной профессиональной образовательной программы подготовки специальности 151031 и состоит из трех разделов: «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов» и «Детали машин».

Изучение дисциплины «Техническая механика» способствует формированию системы фундаментальных знаний, позволяющей будущему специалисту научно анализировать проблемы его профессиональной области и применить на практике приобретённые им базовые знания, самостоятельно, используя при этом современные образовательные и информационные технологии. При изучении дисциплины «Техническая механика» вырабатываются навыки практического использования методов расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость, осваиваются теоретические основы проектирования деталей машин и несложных изделий машиностроения, применяемых в нефтегазодобывающей отрасли.

Основная цель изучения дисциплины «Техническая механика» - освоение студентами общих методов исследования и проектирования механизмов и общих вопросов механики машины. Изучение данной дисциплины также формирует необходимую начальную базу знаний по общим методам анализа и синтеза механических систем, положенных в основу технологического оборудования, применяемого в сфере будущей профессиональной деятельности выпускника.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

**уметь:**

- производить расчеты механических передач и простейших сборочных единиц;
- читать кинематические схемы;
- определять напряжения в конструкционных элементах;

**знать:**

- основы технической механики;
- виды механизмов, их кинематические и динамические характеристики;
- методику расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах деформации;
- основы расчетов механических передач и простейших сборочных единиц общего назначения.

Содержание дисциплины ориентировано на подготовку студентов к освоению профессиональных модулей ОПОП специальности 151031 «Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования» и овладению компетенциями, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Ставить цели, мотивировать деятельность подчиненных, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий.

ПК 1.1. Организовывать и осуществлять монтаж и ремонт промышленного оборудования на основе современных методов.

ПК 1.2. Руководить работами, связанными с применением грузоподъемных механизмов, при монтаже и ремонте промышленного оборудования

ПК 1.3. Проводить контроль работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования с использованием контрольно-измерительных приборов.

ПК 1.4. Производить пусконаладочные работы и испытания промышленного оборудования после ремонта и монтажа.

ПК 1.5. Составлять документацию для проведения работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования.

ПК 2.1. Выбирать эксплуатационно-смазочные материалы при обслуживании оборудования.

ПК 2.2. Выбирать методы регулировки и наладки промышленного оборудования в зависимости от внешних факторов.

ПК 2.3. Организовывать работу по устранению недостатков, выявленных в процессе эксплуатации промышленного оборудования.

ПК 2.4. Применять различные методы регулировки и наладки промышленного оборудования.

ПК 3.1. Планировать работу структурных подразделений.

ПК 3.2. Организовывать работу структурных подразделений.

ПК 3.3. Руководить работой структурных подразделений.

ПК 3.4. Оценивать экономическую эффективность производственной деятельности участка при монтаже и ремонте промышленного оборудования.

## 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ О ПОРЯДКЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

К выполнению заданий контрольной работы по дисциплине «Техническая механика» необходимо приступать после изучения соответствующего теоретического материала. Изучать материал каждой темы следует в два этапа. Вначале нужно внимательно и вдумчиво прочитать в учебниках содержание всей темы, разобраться в основных понятиях, определениях, законах, правилах и в их логической взаимосвязи. Затем тщательно изучить материал во всех подробностях, для лучшего усвоения учебного материала следует разобрать примеры решения заданий приведенных в соответствующей учебной литературе, при необходимости решить дополнительно возможно большее число задач.

При выполнении заданий контрольной работы необходимо полностью переписать условие, составить расчетную схему с обозначением усилий, моментов и других величин, предусмотренных условиями задания или вытекающих из решения. Решение задания следует сначала выполнить в общем виде, обозначая все данные и искомые величины буквами, после чего вместо буквенных обозначений проставить их числовые значения и получить искомый результат. Везде необходимо придерживаться стандартных обозначений и вычисления производить в единицах СИ. Каждое решение задания должно быть выполнено в определенной последовательности, обосновано теоретически, пояснено необходимым текстом; эти действия следует располагать в таком порядке, чтобы был виден логический ход решения задачи. Если возможно, проверьте правильность ответа, решив задачу вторично каким-либо иным способом.

При выполнении заданий контрольной работы необходимо соблюдать следующие требования:

- каждая контрольная работа состоит из 6 заданий, в пособии приведены условия задания для различных вариантов и схемы к ним;
- контрольная работа выполняется в отдельной тетради;

- на обложке тетради надо указать фамилию, имя, отчество, вариант, наименование дисциплины, профиль подготовки, номер группы;
- решение каждого задания обязательно начинать с новой страницы;
- выполняется работа четко и аккуратно, для рецензии преподавателя оставляются на страницах поля шириной не менее 20 мм.

Выполненную контрольную работу следует своевременно сдать в образовательное учреждение. При наличии неудовлетворительной оценки необходимо исправить все ошибки, сделать дополнения и исправленную работу предоставить на повторное рецензирование.

**Работы, выполненные с нарушением этих указаний, не проверяются.**

Методические указания по решению заданий, входящих в контрольную работу, содержат ссылки на учебную литературу, содержащую пример решения аналогичного задания. Цель примера – разъяснить ход решения, но не воспроизвести его полностью. Поэтому в ряде случаев промежуточные расчеты опускаются. Но при выполнении задания все преобразования и числовые расчеты должны быть обязательно последовательно проделаны с необходимыми пояснениями; в конце должны быть даны ответы.

При чтении текста каждого задания нужно учесть следующее: большинство схем и рисунков дано без соблюдения масштабов, считается, что все нити (веревки, тросы) являются нерастяжимыми и невесомыми, нити, перекинутые через блок, не скользят. Необходимо помнить и о том, что все связи, если не сделано других оговорок, считаются идеальными.

Контрольная работа №1 по дисциплине «Техническая механика» включает в себя 6 заданий, которые составлены по различным разделам. Задания №1-№4 составлены по разделу «Теоретическая механика», №5 по разделу «Кинематика», №6 по разделу «Динамика».

Контрольная работа №2 по дисциплине «Техническая механика» включает в себя также 6 заданий, которые составлены по разделам: «Сопротивление материалов» (№1-№5) и «Детали машин» (№6).



## ВЫБОР ВАРИАНТА

К каждому заданию дается 10 рисунков и таблица, содержащая дополнительные условия к задаче.

Выбор варианта производится по шифру, полученному путем сложения номера по списку в журнале и года поступления в колледж. Например: номер по списку в журнале 03, год поступления 2013.

Шифр  $2013 + 03 = 2016$

Буквы в г д е

Для каждого вертикального столбца таблицы, обозначенного внизу определенной буквой, нужно взять только одно число, стоящее в той горизонтальной строке, номер которой совпадает с номером буквы.

Например, вертикальные столбцы таблицы 1 обозначены буквами «е», «г» и «д». В этом случае при указанном выше личном шифре 2016 студент должен взять из столбца «е» шестую строку (схема VI по рис.1), из столбца «д» первую строку ( $F_2=35$  кН;  $\beta=50^\circ$ ), из столбца «г» нулевую строку ( $F_1=15$  кН;  $\alpha=50^\circ$ ), из столбца «в» вторую строку ( $F_3=45$  кН).

## 2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №1

### Задание №1

Определить усилия в стержнях кронштейна под действием сил  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$ .

Таблица 1 – Исходные данные к заданию №1

№ строки	Схема по рис.1	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$\alpha$	$\beta$
		кН			град	
1	I	30	35	40	25	50
2	II	35	40	45	30	45
3	III	40	45	50	35	35
4	IV	45	50	55	40	15
5	V	50	25	15	20	45
6	VI	55	40	25	55	25
7	VII	60	15	30	40	30
8	VIII	25	55	40	35	40
9	IX	20	45	30	45	20
0	X	15	60	35	50	35
	е	г	д	в	г	д

## 2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №1

### Задание №1

Определить усилия в стержнях кронштейна под действием сил  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$ .

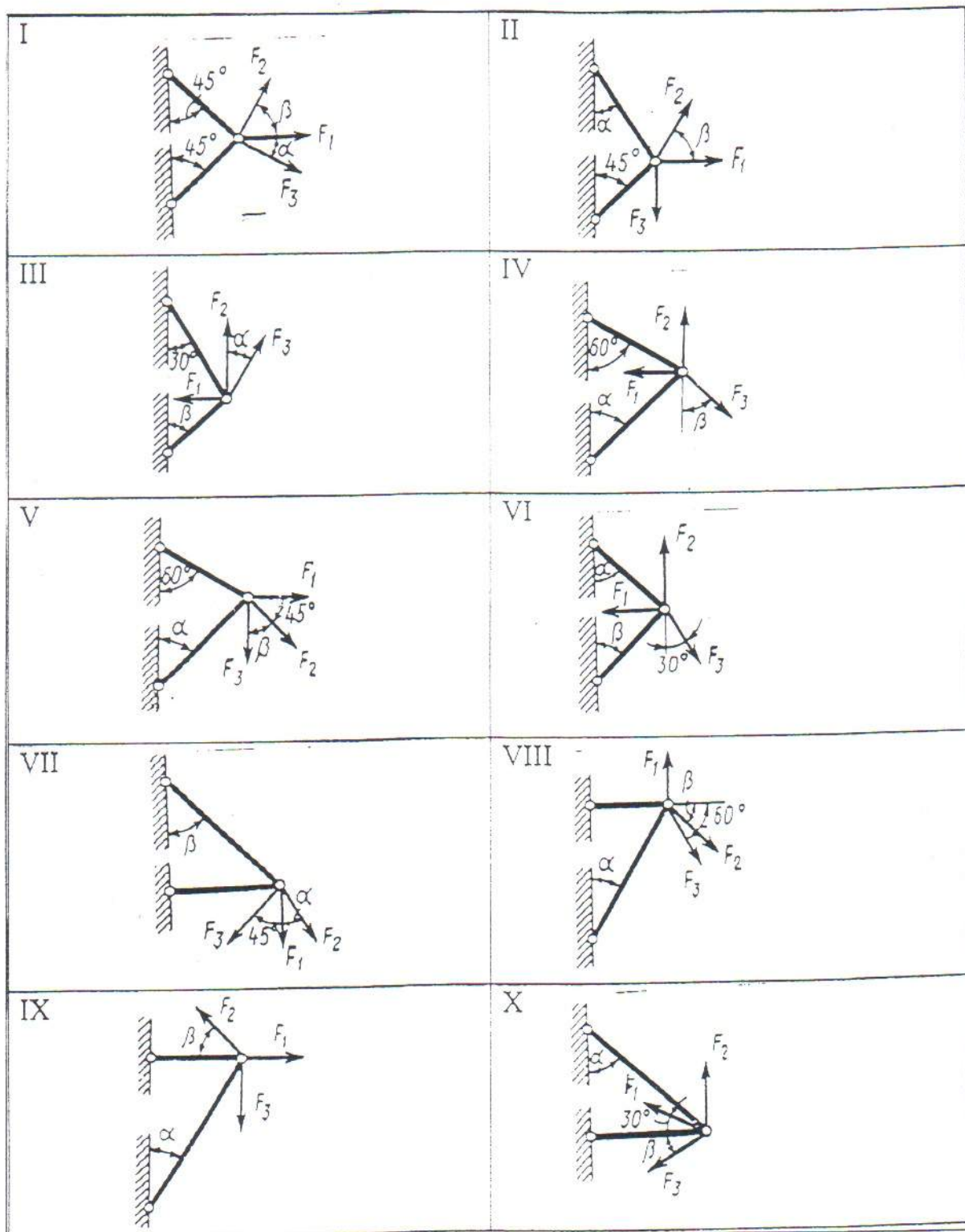


Рисунок 1 - Расчетные схемы к заданию №1

### Задание №2

Для заданной двухопорной балки определить реакции опор.

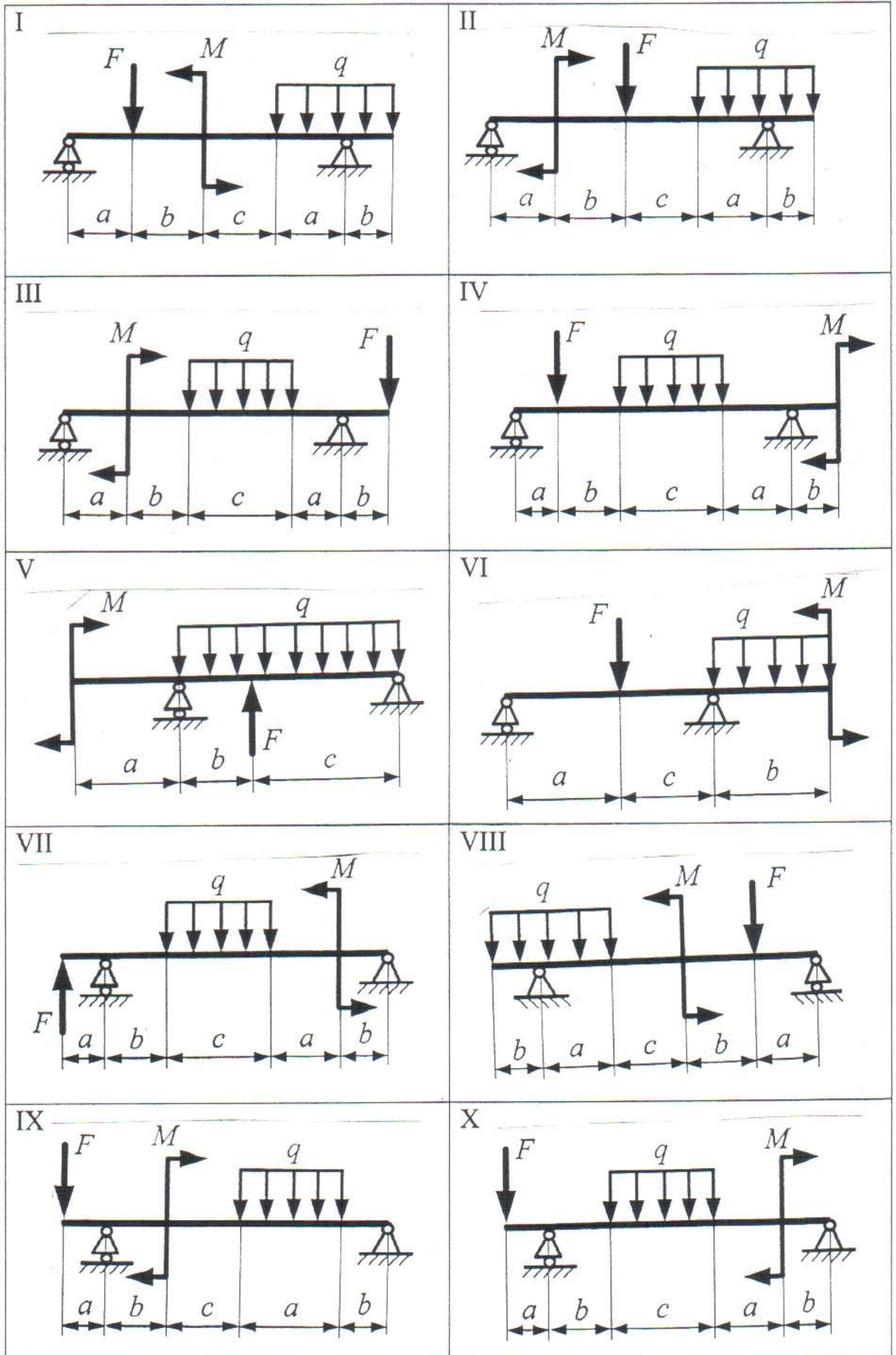


Рисунок 2 – Расчетные схемы к заданию №2

Таблица 2 – Исходные данные к заданию №2

№ строки	Схема по рис.2	F	M	q	a	b	c
		кН	кН·м	кН/м	м		
1	I	10	10	10	1	4	2
2	II	20	20	20	2	3	1
3	III	3	3	3	3	2	2
4	IV	4	4	4	4	1	3
5	V	5	5	5	1	4	3
6	VI	6	6	6	2	3	4
7	VII	7	7	7	3	2	1
8	VIII	8	8	8	4	1	3
9	IX	9	9	9	1	4	2
0	X	15	15	15	2	3	4
	e	г	д	е	г	в	е

Задание №3

Для стального вала постоянного поперечного сечения передающего мощность  $P$  при угловой скорости  $\omega$  определить вертикальные и горизонтальные составляющие реакций подшипников. (при расчетах принять: для усилий действующих на шкив  $T=0,36F$ ; для натяжений ремней  $S_1=2S_2$ ).

Таблица 3 – Исходные данные к заданию №3

№ строки	Схема по рис.3	P	$\omega$
		кВт	рад/с
1	I	14	22
2	II	16	40
3	III	20	50
4	IV	24	30
5	V	45	48
6	VI	42	68
7	VII	40	20
8	VIII	19	18
9	IX	18	24
0	X	22	52
	e	д	г

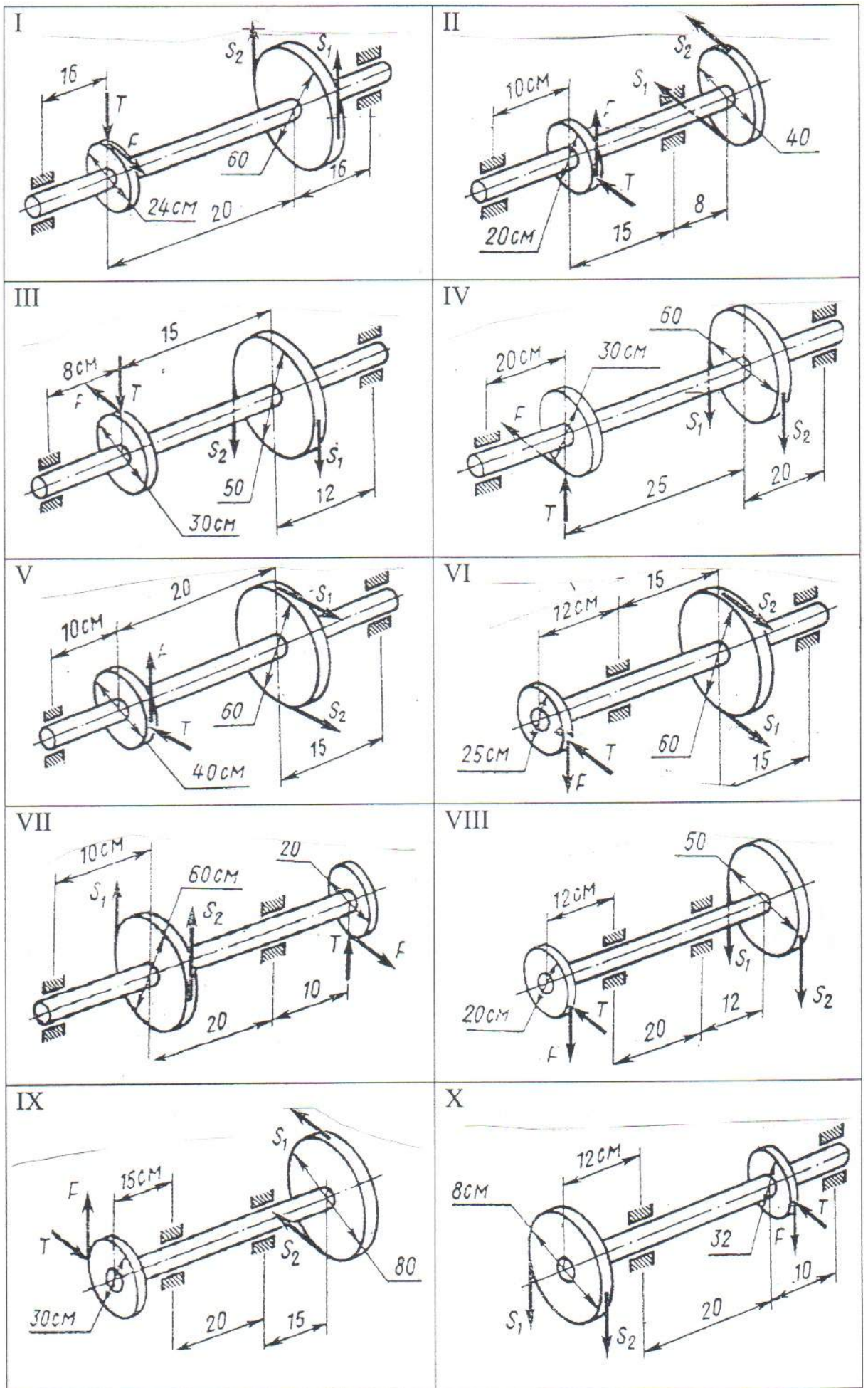


Рисунок 3 – Расчетные схемы к заданию №3

### Задание №4

Определить положение центра тяжести заданного составного плоского сечения.

Таблица 4 – Исходные данные к заданию №4

№ строки	№ схемы	R	B	H	b	h
		мм				
1	I	20	100	80	60	50
2	II	25	110	90	70	60
3	III	30	120	100	80	70
4	IV	35	130	110	90	80
5	V	40	140	120	100	55
6	VI	45	150	130	95	45
7	II	50	160	140	85	40
8	III	55	170	150	75	65
9	IV	60	180	160	65	35
0	V	15	190	170	55	30
		г	д	е	в	е

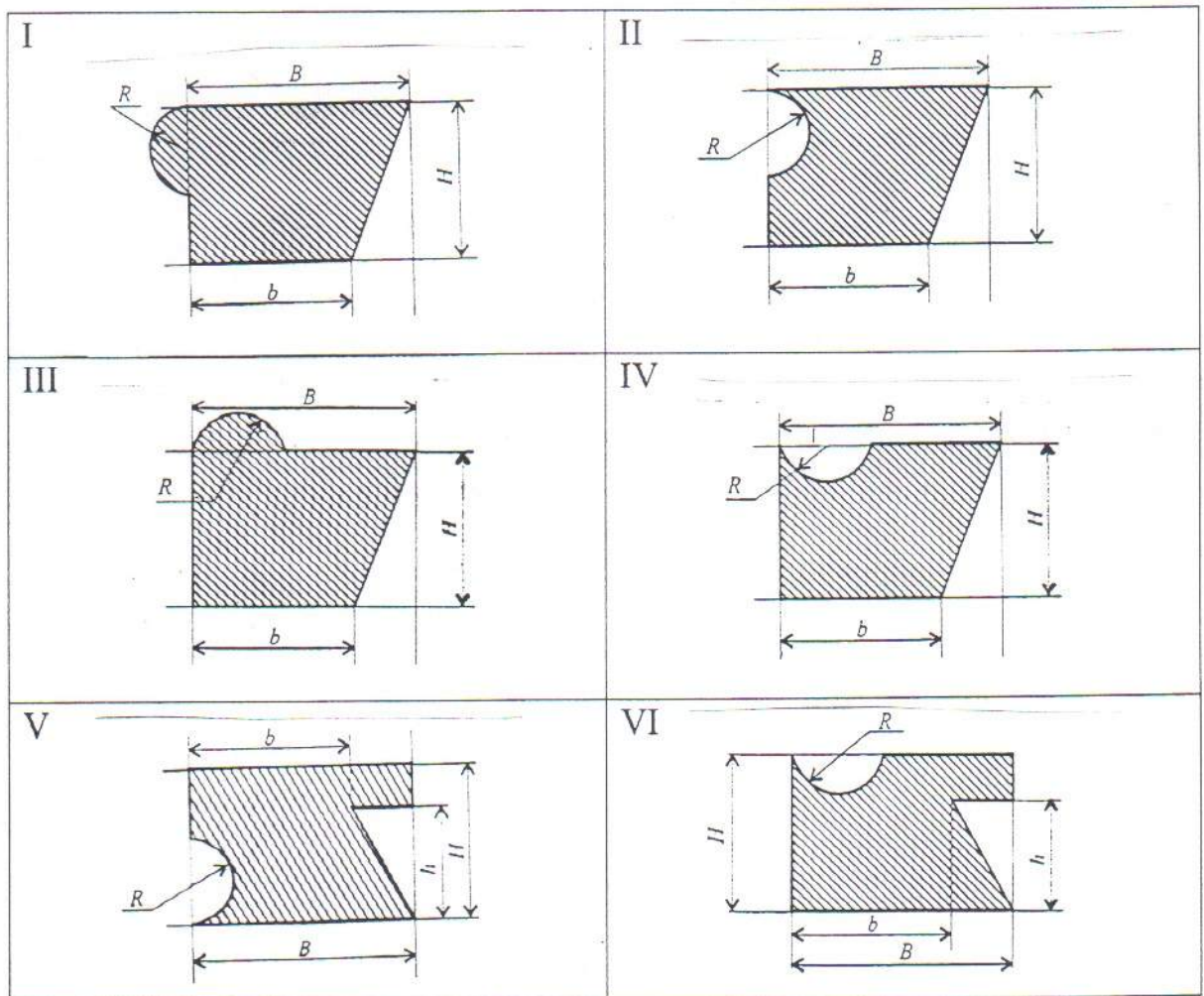


Рисунок 4 – Расчетные схемы к заданию №4

### Задание №5

Кривошип  $OA=r$  вращается вокруг неподвижной оси  $O$  с постоянной угловой скоростью  $\omega$  и приводит в движение шатун  $AB=l$  и ползун  $B$ . Для заданного положения механизма найти скорость и ускорение ползуна  $B$ .  
 Указание: если из исходных данных шатун оказывается перпендикулярен направляющим ползуна (схемы I, VI), то вместо заданного угла  $\beta$  следует принять  $\beta=15^\circ$ .

Таблица 5 – Исходные данные к заданию №5

№ строки	Схема по рис.5	$\omega$	$r$	$l$	$\alpha$	$\beta$
		рад/с	см		град	
1	I	10	20	30	30	60
2	II	9	24	36	45	30
3	III	8	30	40	60	45
4	IV	7	36	48	25	15
5	V	6	40	50	40	20
6	VI	5	25	56	65	25
7	VII	4	35	60	35	35
8	VIII	3	45	64	25	40
9	IX	2	48	70	20	50
0	X	4,5	50	80	15	55
	е	д	г	е	д	г

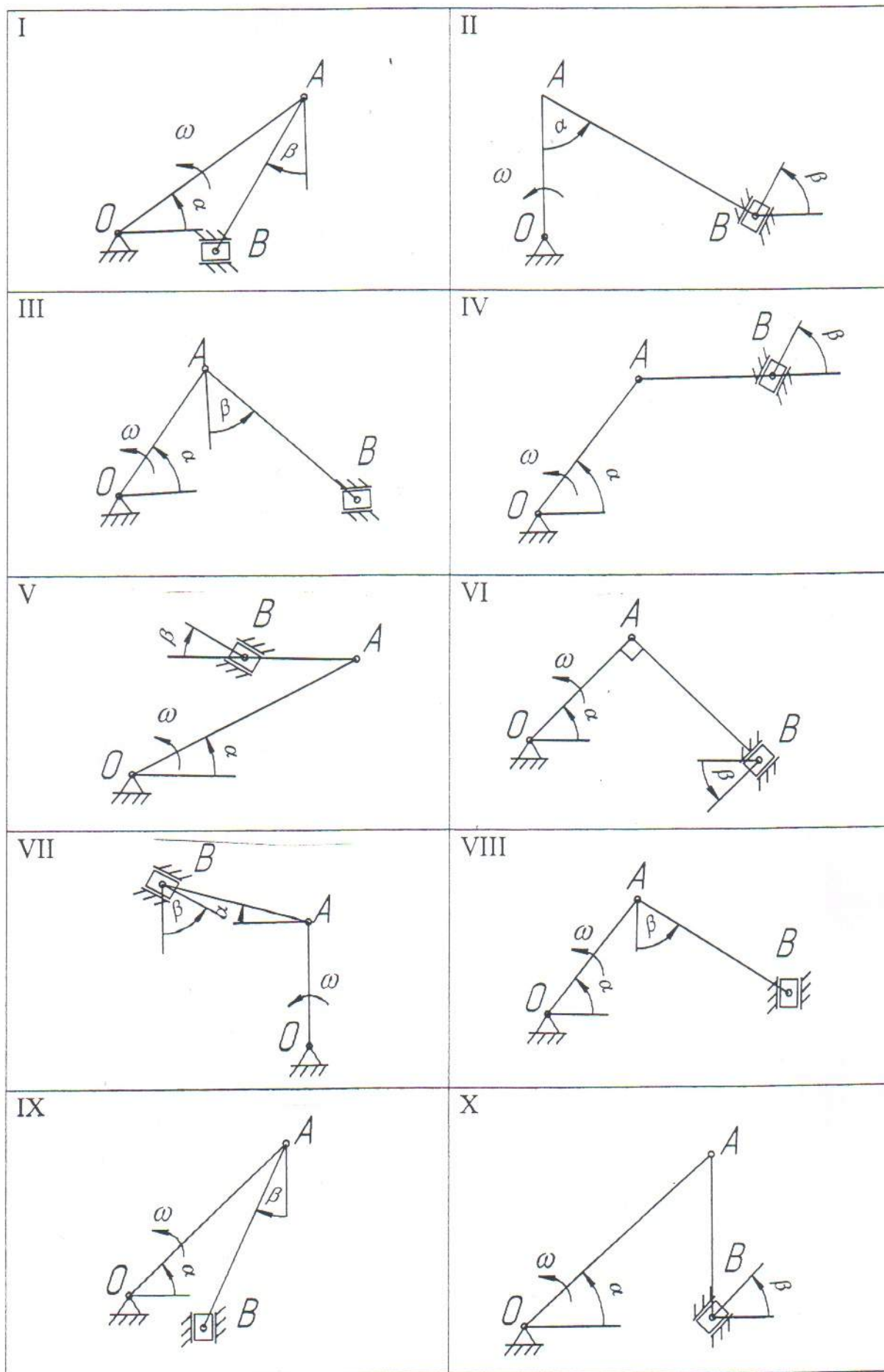


Рисунок 5 – Типы положения механизма к заданию №5



### Задание №6

Определить мощность, потребляемую электродвигателем лебедки в момент времени  $t_1$  при подъеме груза массой  $m$ . При решении ускорение свободного падения принять  $g=10 \text{ м/с}^2$ , массой барабана пренебречь.

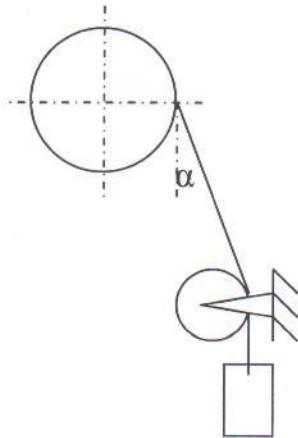


Таблица 6 – Исходные данные к заданию №6

№ строки	Уравнение движения	Общий КПД привода $\eta$	Диаметр барабана лебедки $d$	Масса груза $m$	Момент времени $t_1$	Угол наклона ветви каната
			м	кг	с	град
1	$\varphi = 15t + 5t^2$	0,74	0,3	350	3	10
2	$\varphi = 35t - 3t^2$	0,68	0,25	320	2,5	15
3	$\varphi = 15t + 7t^2$	0,66	0,35	360	3,5	12
4	$s = 5t + 0,7t^2$	0,64	0,4	700	2	14
5	$s = 7t - 0,9t^2$	0,69	0,2	650	1,5	16
6	$s = 3t + 2t^2$	0,72	0,45	840	2,2	10
7	$s = 9t - 1,2t^2$	0,75	0,5	640	2,4	18
8	$\varphi = 19t + 3t^2$	0,84	0,55	440	2,6	20
9	$\varphi = 25t - 3t^2$	0,86	0,6	460	3,2	22
0	$\varphi = 20t + 8t^2$	0,88	0,65	620	3,4	24
	е	д	г	е	д	в

## 2. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №2

### Задание №1а

Для заданной стержневой конструкции требуется: а) определить усилия в стержнях; б) из условия прочности определить требуемые размеры поперечных сечений стержней, приняв: для растянутых стержней  $[\sigma_p]=160$  МПа, для сжатых  $[\sigma_c]=100$  МПа. Полученные по расчету значения диаметров (мм) округлить до ближайшего целого числа кратного 5.

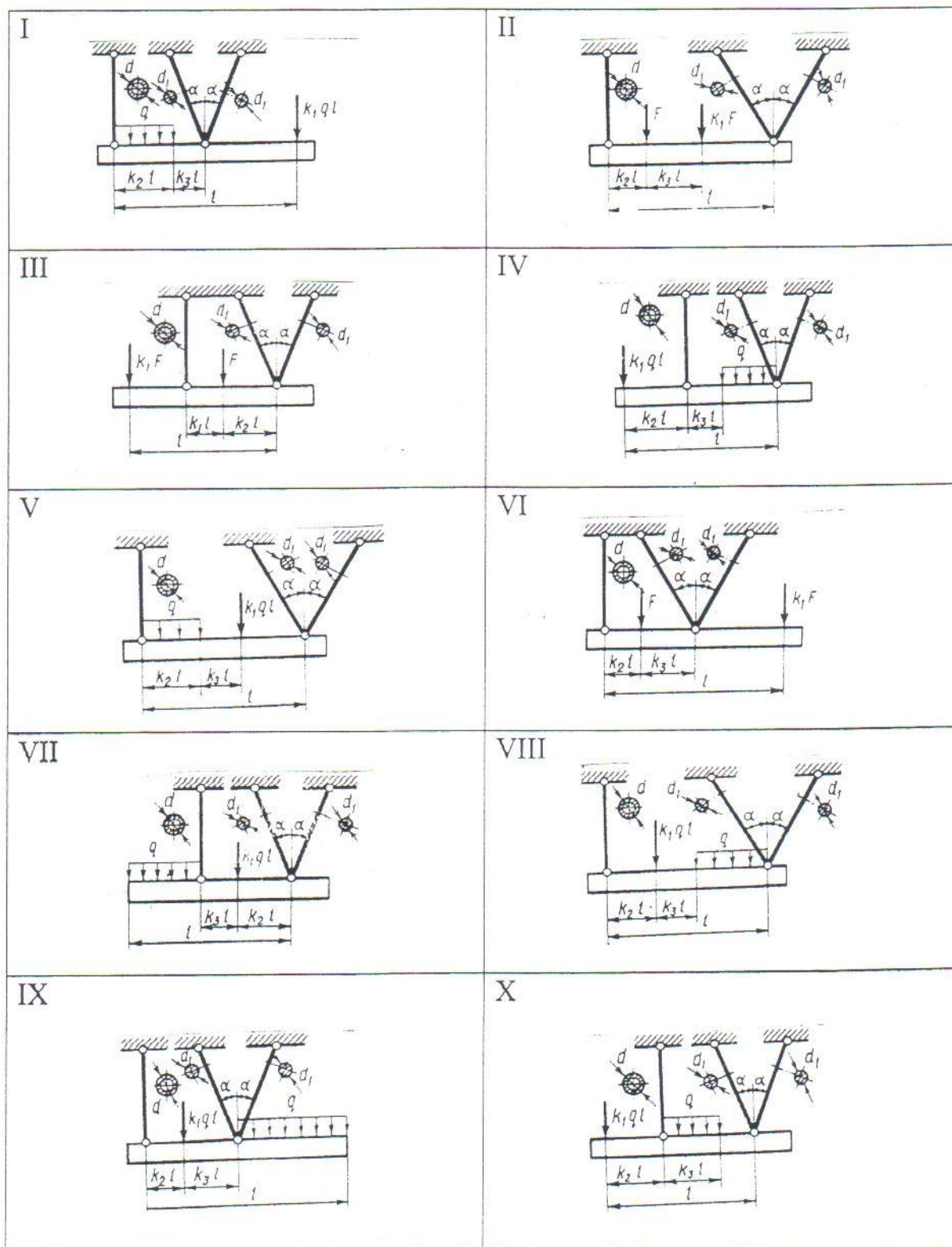


Рисунок 6 - Расчетные схемы к заданию №1а

Таблица 7 – Исходные данные к заданию №1а

№ строки	Схема по рис.6	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$l$	$q$	$F$
					м	кН/м	кН
1	I	1,5	0,3	0,1	2	10	20
2	II	1,6	0,4	0,6	2,1	12	25
3	III	1,7	0,2	0,5	2,2	14	30
4	IV	1,8	0,5	0,4	2,3	16	35
5	V	1,3	0,6	0,3	2,4	20	40
6	VI	1,4	0,1	0,2	1,8	22	45
7	VII	1,5	0,3	0,1	1,6	24	50
8	VIII	1,6	0,4	0,6	1,5	26	55
9	IX	0,8	0,5	0,5	1,2	28	60
0	X	1,2	0,6	0,4	1,4	30	65
	е	д	г	в	г	д	е

## Задание № 2а

Определить диаметры полого стального вала длиной  $l$  передающего мощность  $P$  при заданном числе оборотов  $n$  из условия прочности и жесткости.

Таблица 8 – Исходные данные к заданию №2а

№ строки	$d_1/ d_2$	$n$	$P$	$[\tau]$	$[\varphi_0] \cdot 10^3$	$l$
		об/мин	кВт	МПа	рад/м	м
1	0,8	600	60	15	4	1,2
2	0,7	700	70	20	4,1	1,4
3	0,6	750	80	25	4,2	1,5
4	0,8	800	90	30	4,3	1,6
5	0,7	850	100	35	4,4	1,7
6	0,6	900	110	40	4,5	1,8
7	0,8	950	120	26	4,6	1,9
8	0,7	1000	65	28	4,7	2
9	0,6	1200	75	32	4,8	1,1
0	0,5	955	85	36	4,9	2,2
	в	г	д	е	д	е

### Задание № 3а

Для заданного поперечного сечения требуется:

- вычертить заданное сечение в масштабе 1:1 или 1:2, указав на нем все требуемые размеры и все оси;
- определить положение центра тяжести сечения;
- найти осевые и центробежные моменты инерции сечения;
- определить положение главных центральных осей;
- найти моменты инерции сечения относительно главных центральных осей.

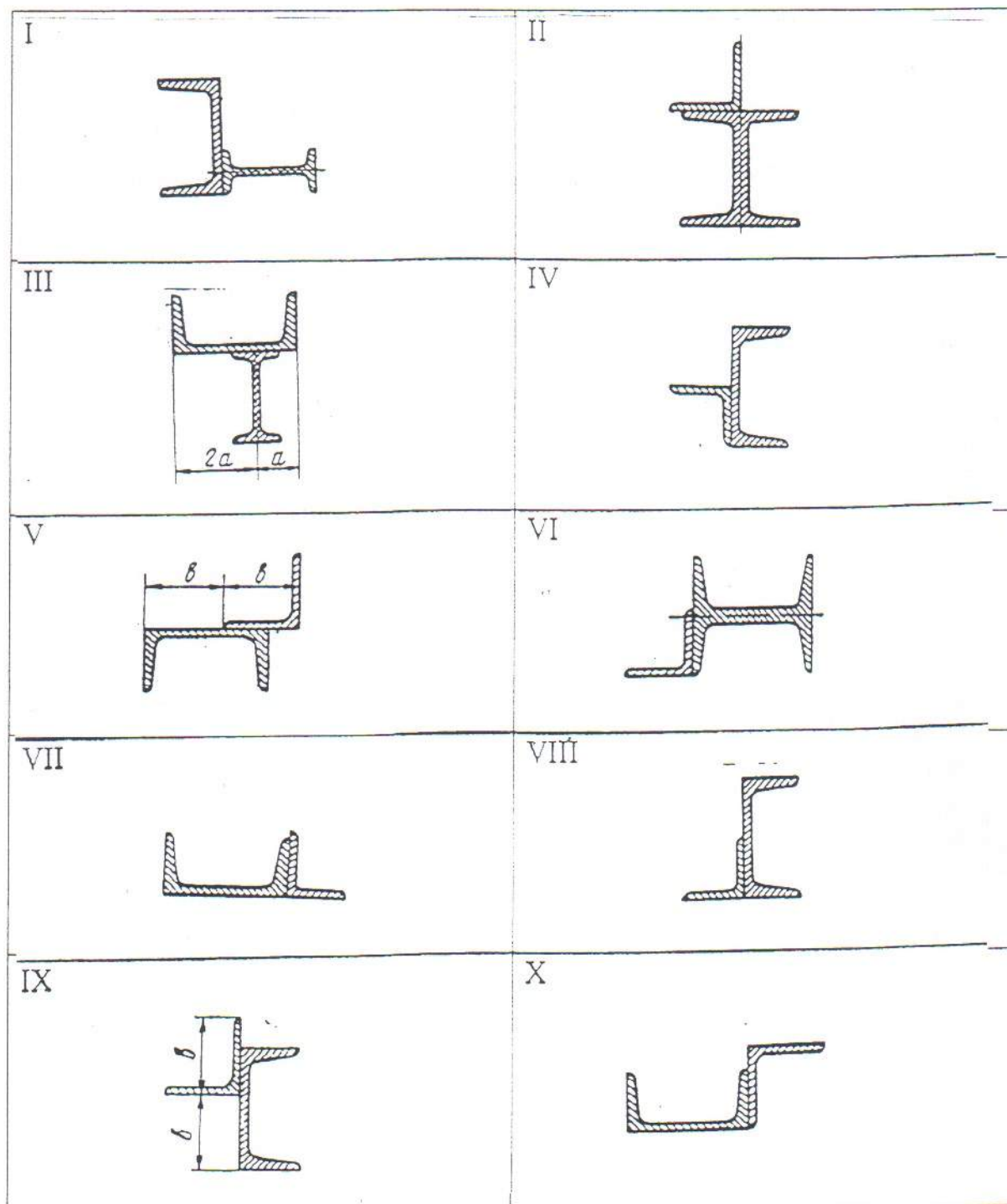


Рисунок 7 – Типы поперечного сечения к заданию № 3а

Таблица 9 – Исходные данные к заданию № 3а

№ строки	Тип сечения по рис.7	Швеллер	Равнобокий уголок	Двутавр
1	I	14	50x50x5	12
2	II	14а	50x50x8	14
3	III	16	60x60x5	16
4	IV	16а	60x60x10	18
5	V	18	70x70x5	18а
6	VI	18а	80x80x6	20
7	VII	20	80x80x8	20а
8	VIII	20а	80x80x10	22
9	IX	22	90x90x6	22а
0	X	24	100x100x10	24
	е	г	д	е

#### Задание № 4а

Для заданной на рисунке 2 двухопорной балки построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов и подобрать из условия прочности:

а) деревянную балку круглого поперечного сечения при  $[\sigma] = 8$  МПа;

б) стальную балку двутаврового поперечного сечения при  $[\sigma] = 150$  МПа

Исходные данные к заданию №4а согласно таблицы 2.

#### Задание № 5а

Проверить на устойчивость сжатую стойку, если требуемый запас устойчивости должен быть не ниже  $[n_y] = 3$ .

Таблица 10 – Исходные данные к заданию №5а

№ строки	Схема по рис.8	F	l	Материал стойки
		кН	м	
1	I	60	2,8	сталь 3
2	II	65	2,4	сталь 5
3	III	80	2	сталь 5
4	IV	60	2,5	сталь 3
5	V	130	3,5	сталь 5
6	VI	85	4	сталь 3
7	VII	62	2,2	сталь 5
8	VIII	120	3	сталь 5
9	IX	110	3,2	сталь 3
0	X	75	2,6	сталь 5
	е	г	е	в

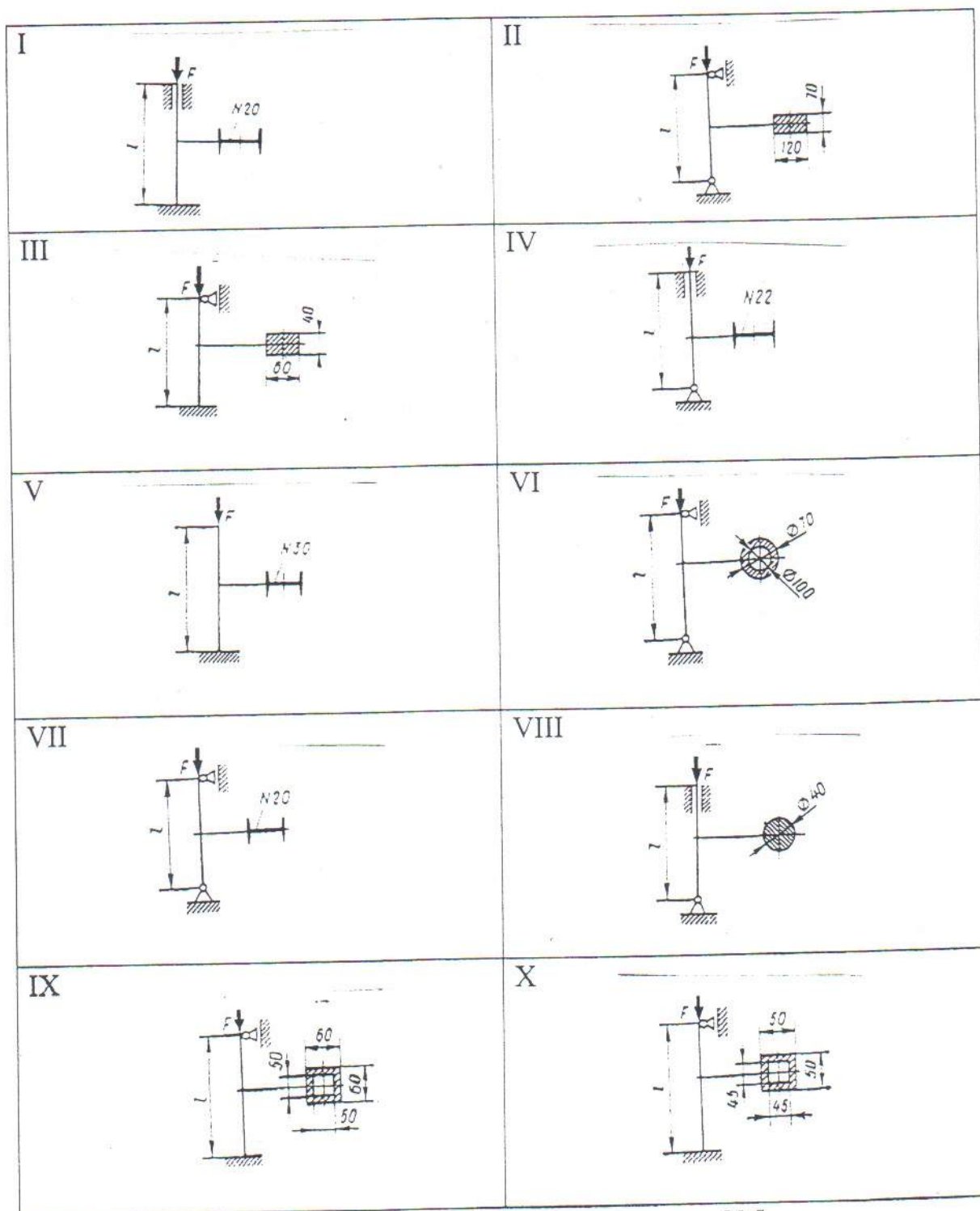


Рисунок 8 - Расчетные схемы к заданию №5а

### Задание № 6а

Привод состоит из электродвигателя мощностью  $P_{дв}$  с угловой скоростью  $\omega_{дв}$  и двухступенчатой передачи, включающей редуктор и открытую передачу. Угловая скорость выходного (третьего) вала привода  $\omega_{вых}$ .

Определить:

- общий КПД и передаточное число привода;
- передаточное число редуктора
- мощности, угловые скорости и вращающие моменты для всех валов.

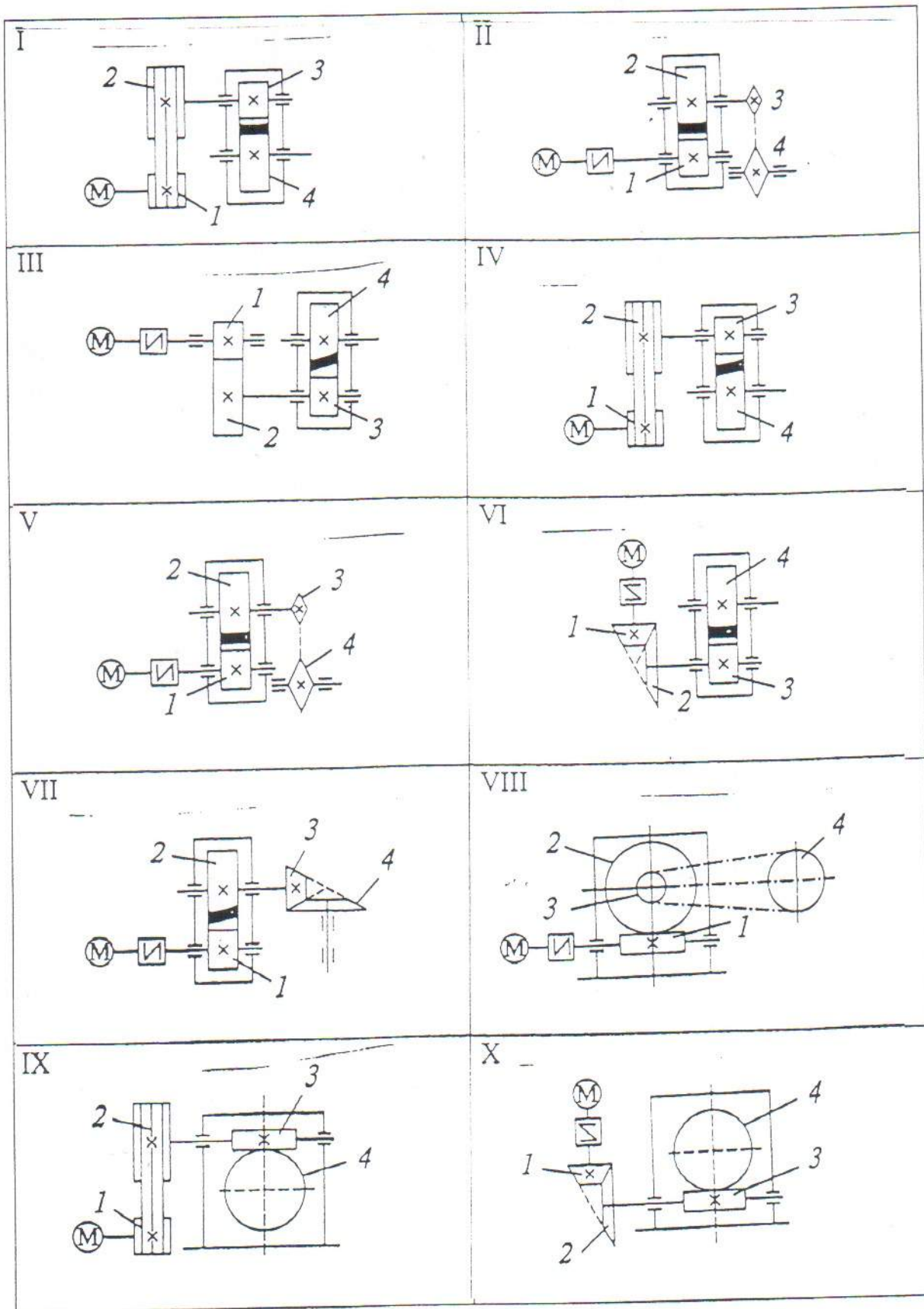


Рисунок 9 - Расчетные схемы к заданию № 6а

Таблица 11 – Исходные данные к заданию № 6а

№ строки	Схема по рис.9	Р	$\omega_{дв}$	$\omega_{вых}$	$z_3$	$z_4$
		кВт	рад/с			
1	I	3	149	11	23	69
2	II	5,5	143	13	18	36
3	III	7,5	157	15	20	60
4	IV	11	147	24	15	45
5	V	4	153	16	19	57
6	VI	22	145	17	24	36
7	VII	2,2	153	28	25	75
8	VIII	4	150	2	17	51
9	IX	7,5	158	2,5	20	40
0	X	18,5	154	5	16	32
	е	е	д		г	



## **4. Самостоятельное изучение материала**

### **Раздел 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

#### **Введение**

Характеристика и содержание дисциплины «Техническая механика» и ее связь с другими дисциплинами, ее роль в области развития науки, техники и технологии.

Материя и движение. Механическое движение. Равновесие.

Теоретическая механика и её разделы.

Литература: стр.3...5 [1].

#### **Тема 1.1. Статика. Основные понятия и аксиомы**

Материальная точка. Абсолютно твердое тело. Сила. Система сил. Эквивалентные системы сил. Равнодействующая сила. Уравновешивающая сила. Перенос силы вдоль линии ее действия. Аксиомы статики – принцип инерции, принцип равенства двух сил, принцип присоединения и исключения, принцип параллелограмма, принцип действия и противодействия. Свободное и связанное тело. Связи и их реакции.

Литература: стр.5...11 [1].

#### **Тема 1.2. Плоская система сходящихся сил**

Система сходящихся сил. Проекция силы на ось; правило знаков. Проекция силы на две взаимно перпендикулярные оси. Геометрическое сложение векторов. Способы определения равнодействующей. Геометрический способ определения равнодействующей. Геометрической условие равновесия плоской системы сходящихся сил. Аналитический способ определения равнодействующей. Аналитическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил (уравнения равновесия).

Литература: стр.12...27 [1].

#### **Тема 1.3. Пара сил**

Пара сил. Вращающее действие пары сил на тело. Плечо пары сил, момент пары сил, правило знаков для момента. Теорема об эквивалентных парах. Возможность переноса пары сил в плоскости ее действия. Сложение пар сил. Условие равновесия пар сил.

Литература: стр.28...33 [1].

#### **Тема 1.4. Плоская система произвольно расположенных сил**

Момент силы относительно точки. Теорема Пуансо о параллельном переносе сил. Приведение к точке плоской системы произвольно расположенных сил. Влияние точки приведения. Условие равновесия плоской системы произвольно расположенных сил (3 формы). Балочные системы; классификация нагрузок и виды опор. Понятие о статически неопределимых системах. Связи с трением. Трение скольжения. Сила трения, угол трения, коэффициент трения. Особенности трения качения, коэффициент трения качения, его размерность.

Литература: стр.34...49 [1].

#### **Тема 1.5. Связи с трением**

Трение скольжения. Законы трения скольжения. Трение качения. Коэффициент трения.

Литература: стр.95...97 [1].

#### **Тема 1.5. Пространственная система сил**

Параллелепипед сил. Проекция силы на три взаимно перпендикулярные оси. Условие равновесия пространственной системы сходящихся сил. Момент силы относительно оси. Понятие о главном моменте и главном векторе произвольной пространственной системы сил. Условие равновесия (шесть уравнений равновесия).

Литература: стр.50...59 [1].

#### **Тема 1.6. Центр тяжести**

Сила тяжести. Точка приложения силы тяжести. Центр тяжести однородных плоских фигур. Положение центра тяжести простейших фигур. Определение положения центра тяжести тонких пластинок или сечений, составленных из простых геометрических фигур и из стандартных профилей проката.

Литература: стр.60...65 [1].

#### **Тема 1.7. Кинематика. Основные понятия.**

Кинематика как наука о механическом движении, изучаемом с точки зрения геометрии. Основные понятия кинематики: механическое движение, траектория, путь, перемещение, время, скорость, ускорение.

Литература: стр.66...70 [1].

### **Тема 1.8. Кинематика точки**

Способы задания движения точки. Скорость. Ускорение – полное, нормальное и касательное. Виды движения точки в зависимости от ускорения.

Литература: стр.71...78 [1].

### **Тема 1.9. Простейшее движение твердого тела**

Поступательное движение твердого тела и его свойства. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость, частота вращения.

Угловое ускорение. Единицы измерения угловой скорости и частоты вращения; связь между ними. Единицы измерения углового ускорения.

Линейные скорости точек вращающегося тела. Нормальное (центростремительное), касательное (тангенциальное) и полное ускорения точек вращающегося тела. Понятие о передаточном отношении. Определение передаточных отношений простейших передач через их геометрические параметры.

Литература: стр.79...85 [1].

### **Тема 1.10. Сложное движение точки**

Относительное, переносное и абсолютное движение точки. Теорема сложения скоростей (без вывода).

Литература: стр.86 [1].

### **Тема 1.11. Плоскопараллельное движение твердого тела**

Понятие о плоскопараллельном движении твердого тела. Разложение плоскопараллельного движения на поступательное и вращательное. Теорема о сложении скоростей. Мгновенный центр скоростей (МЦС). Способы определения МЦС.

Литература: стр.87...92 [1].

### **Тема 1.12. Динамика. Основные понятия и аксиомы динамики**

Первая аксиома (принцип инерции). Вторая аксиома (основной закон динамики). Масса материальной точки (единицы измерения с Международной системе СИ). Зависимость между массой и силой тяжести.

Третья аксиома (принцип независимости действия сил). Четвертая аксиома (принцип действия и противодействия).

Литература: стр.93...99 [1].

### **Тема 1.13. Метод кинетостатики для материальной точки.**

Сила инерции. Касательная и нормальная составляющая силы инерции. Принцип Даламбера. Метод кинетостатики. Уравнение кинетостатики.

Литература: стр.100...108 [1].

### **Тема 1.14. Работа и мощность**

Механическая работа; единица измерения в Международной системе СИ. Работа при поступательном и вращательном движении. Механическая мощность; единицы измерения в Международной системе СИ. Мощность при поступательном и вращательном движении. Понятие о механическом коэффициенте полезного действия (КПД).

Литература: стр.109...120 [1].

### **Тема 1.15. Общие теоремы динамики**

Понятие об импульсе силы, количестве движения и кинетической энергии точки. Теорема о количестве движения материальной точки. Теорема о кинетической энергии для материальной точки. Основы динамики системы материальных точек. Момент инерции тела.

Литература: стр.121...129 [1].

## **Раздел 2. СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

### **Тема 2.1. Основные положения.**

Основные задачи сопротивления материалов. Механические свойства материалов – прочность, жесткость, выносливость, устойчивость, вязкость. Виды расчетов – на прочность, жесткость, выносливость, устойчивость, удар. Основные гипотезы и допущения. Классификация нагрузок и элементов конструкций.

Метод сечений. Применение метода сечений для определения внутренних силовых факторов (ВСФ), возникающих в поперечных сечениях бруса.

Напряжение полное, нормальное и касательное. Допускаемое напряжение. Предельное напряжение.

Литература: стр.162...175 [1].

### **Тема 2.2. Растяжение и сжатие**

Продольные силы и их эпюры. Последовательность построения эпюр продольных сил. Напряжения при растяжении (сжатии) их эпюры. Продольные и поперечные деформации Закон Гука. Модуль продольной упругости материала. Расчеты на прочность при растяжении (сжатии). Механические испытания. Предельные и допустимые напряжения.

Литература: стр.176...196 [1].

### **Тема 2.3. Практические расчеты на срез и смятие.**

Деформация сдвига (среза). Закон парности касательных напряжений. Угол сдвига. Закон Гука при сдвиге. Условие прочности при сдвиге (срезе). Смятие. Условие прочности на смятие. Примеры деталей, работающих на сдвиг (срез) и смятие. Практические расчеты на срез и смятие заклепочных, болтовых и сварных соединений.

Литература: стр.197...207 [1].

### **Тема 2.4. Геометрические характеристики плоских сечений.**

Статические моменты сечений. Осевые, центробежные и полярные моменты инерции. Связь между осевыми и полярными моментами инерции. Моменты инерции простейших сечений – для прямоугольного, круглого и кольцевого сечений. Моменты инерции относительно параллельных осей. Главные оси и главные моменты инерции.

Литература: стр.208...215 [1].

### **Тема 2.5. Кручение**

Деформации при кручении. ВСФ при кручении. Построение эпюр крутящих моментов. Гипотезы при кручении. Напряжения при кручении. Угловые перемещения. Полярные моменты инерции и сопротивления для круглого и кольцевого сечений. Расчеты на прочность и жесткость.

Литература: стр.216...238 [1].

## **Тема 2.6. Изгиб**

Деформация изгиба – основные понятия и определения. Классификация видов изгиба. ВСФ при изгибе. Принятые в машиностроении знаки поперечных сил и изгибающих моментов. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Основные правила построения эпюр. Нормальные напряжения при изгибе. Расчеты на прочность. Рациональные сечения при изгибе. Касательные напряжения при изгибе. Понятие о линейных и угловых перемещениях при изгибе. Расчеты на жесткость.

Литература: стр.239...269 [1].

## **Тема 2.7. Изгиб и кручение**

Примеры работы бруса на совместное действие изгиба и кручения. ВСФ и напряжения в поперечном сечении. Формулы для определения эквивалентного напряжения по гипотезе наибольших касательных напряжений и гипотезе энергии формоизменений. Расчет бруса круглого поперечного сечения на изгиб с кручением.

Литература: стр.278...289 [1].

## **Тема 2.8. Устойчивость сжатых стержней**

Понятие об устойчивых и неустойчивых формах упругого равновесия. Критическая сила. Условие устойчивости. Формула Эйлера (без вывода) при различных случаях опорных закреплений сжатого стержня. Критическое напряжение. Гибкость. Предел применимости формулы Эйлера, предельная гибкость. Эмпирические формулы для критических напряжений в функции от гибкости. Понятие о расчетах сжатых стержней по формуле Эйлера и по эмпирическим формулам.

Литература: стр.290...300 [1].

## **Тема 2.9. Сопротивление усталости**

Условия работы деталей машин; возникновение переменных напряжений. Основные характеристики цикла. Кривая усталости. Основные характеристики цикла. Кривая усталости. Предел выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости; коэффициент снижения предела

выносливости. Определение коэффициента запаса прочности. Понятие о расчетах на усталость.

Литература: стр.301...305 [1].

### **Раздел 3. ДЕТАЛИ МАШИН**

#### **Тема 3.1. Основные положения**

Цели и задачи раздела «Детали машин». Основные определения. Механизм и машина. Классификация машин. Детали машин и сборочные единицы, их классификация. Современные тенденции в развитии машиностроения.

Требования, предъявляемые к машинам и их деталям. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин: прочность, жесткость. Проектные и проверочные расчеты.

Литература: стр.4...11 [3].

#### **Тема 3.2. Общие сведения о передачах**

Вращательное движение и его роль в машинах и механизмах. Назначение передач в машинах. Принцип работы и классификация передач. Основные кинематические и силовые соотношения для механических передач.

Литература: стр.12...16 [3].

#### **Тема 3.3. Фрикционные передачи и вариаторы**

Фрикционные передачи, их назначение и классификация. Достоинства, недостатки и область применения. Цилиндрическая передача гладкими катками. Основные геометрические и силовые соотношения. Усилия в передачах. Основные сведения о расчете на контактную прочность и износостойкость.

Фрикционные вариаторы.

Литература: стр.10...11 [3].

#### **Тема 3.4. Общие сведения о зубчатых передачах**

Общие сведения о зубчатых передачах: достоинства, недостатки, область применения. Классификация зубчатых передач. Краткие сведения об изготовлении зубчатых колес. КПД передач. Основные критерии

работоспособности и расчета. Материалы и допускаемые напряжения.

Основы расчета.

Литература: стр.27...34 [3].

### **Тема 3.5. Соединения**

Сварные соединения: достоинства, недостатки, область применения.

Краткие сведения о расчете сварных соединений при осевом нагружении.

Общие сведения о клеевых и паяных соединениях: достоинства, недостатки, область применения. Заклепочные соединения. Общие сведения о соединениях с натягом.

Резьбовые соединения. Классификация резьб, область применения.

Стандартные крепежные изделия. Основы расчета резьбовых соединений при постоянной нагрузке.

Литература: стр.90...99 [3], стр.78...89 [3].

### **Тема 3.6. Валы и оси**

Валы и оси: назначение, классификация. Элементы конструкций.

Материалы валов и осей. Основы расчета валов и осей на прочность.

Литература: стр.54...57 [3], стр.84...89 [3].



## 5. Методические указания к выполнению заданий контрольных работ

### Алгоритм решения задач по разделу «Статика»

подавляющее большинство задач по статике будет решено, если строго соблюдать следующую последовательность действий.

1. Уяснить условие задачи.
2. Выполнить эскиз, максимально упростив изображения, но сохраняя пропорции и характерные связи объектов.
3. Приложить все действующие активные нагрузки (силы и пары сил или моменты).
4. Выбрать объект (тело или точку) равновесие которого целесообразно рассмотреть (для сложных конструкций можно рассматривать последовательно равновесие их отдельных частей).
5. Ввести систему координат.
6. Заменить связи, наложенные на выбранный объект, действием их реакций.
7. Записать векторное уравнение равновесия для выбранного объекта.
8. Спроецировать на координатные оси силы, входящие в векторное уравнение равновесия.
9. Записать и приравнять к нулю суммы проекций этих сил на каждую из координатных осей.
10. Записать сумму моментов всех сил приложенных к объекту, равновесие которого рассматривается. За точку, относительно которой следует определять моменты следует выбрать ту точку, в которой пересекается больше неизвестных сил.
11. Если число неизвестных превышает число возможных уравнений равновесия – записать дополнительные уравнения из смежных областей знаний (например, из геометрии, физики, других разделов теоретической механики и т.п.).
12. Решить полученную систему уравнений.

### Алгоритм решения задач по разделу «Кинематика»

Каждая физическая задача имеет свои особенности. Поэтому при решении любых физических задач, в том числе и кинематических, полезно придерживаться следующего порядка выполнения основных действий.

1. Внимательно прочитав задачу, необходимо выяснить заданные условия и какие параметры необходимо определить. Кратко записать основные значения заданных величин, все внесистемные единицы перевести в систему СИ.

2. Выяснить по условию задачи характер движения. Сделать схематический чертеж, отображающий описанное в задаче движение. Изобразить на нем траекторию движения, векторы скорости, ускорения, перемещения. Выбрать систему координат, связанную с телом отсчета, показать положительное направление координатных осей. Координатные оси выбирают так, чтобы проекции векторов на них выражались, возможно, более простым образом.

3. Составить для данного движения уравнения, отражающие в векторной форме математическую связь между изображенными на схеме физическими величинами.

4. Спроектировать записанные уравнения на выбранные оси. При этом необходимо учитывать, что проекция вектора на ось считается положительной, если направление соответствующей составляющей совпадает с положительным направлением оси, в противном случае она считается отрицательной.

5. Решить составленную систему уравнений относительно искомых величин, т.е. получить расчетную формулу. Проверить размерность расчетной формулы, затем произвести вычисления.

### Алгоритм решения задач по разделу «Динамика»

1. Изобразить вектора всех сил, действующих на тело. Силы изображаются только для того тела, для которого записывается уравнение динамики.

2. Выбрать систему координат, связанную с телом отсчета, показать положительное направление координатных осей. Её центр помещают в точку приложения сил, а одну ось направляют в направлении перемещения тела или направлении ускорения, если это известно.

3. Проектируют все силы на все оси. Из конца каждого вектора опускают перпендикуляр на ось. На осях получаются проекции сил - это уже скаляры и они могут находиться на положительном значении координаты оси или отрицательном.

4. Написать уравнение динамики для движения вдоль каждой оси.

#### Алгоритм решения задач по разделу «Сопrotивление материалов»

Порядок решения наиболее распространенных задач по сопромату:

1. Определяются реакции опор. Если система статически определима достаточно составить уравнение равновесия - в случае статически неопределимой системы – составляется дополнительное уравнение деформаций.

2. После определения реакций опор определяются величины внутренних силовых факторов (ВСФ) на каждом участке бруса (вала) и строятся эпюры ВСФ.

3. Далее исходя из условия задачи и условий прочности либо определяют площади поперечного сечения бруса (вала), либо определяют величины напряжений на каждом участке и строят соответствующие эпюры напряжений.

Примеры решения заданий контрольных работ			
Контрольная работа №1		Контрольная работа №2	
Задание № 1	с.133-с.134 [1]	Задание №1а	с.306-с.309 [1]
Задание № 2	с.46-с.48 [1]	Задание № 2а	с.228-с.230 [1]
Задание № 3	с.55-с.56 [1]	Задание № 3а	с.214-с.215 [1]
Задание № 4	с.63-с.65 [1]	Задание № 4а	с.258-с.260 [1]
Задание № 5	с.73-с.76 [1]	Задание № 5а	с.296-с.229 [1]
Задание №6	с.117-с.118 [1]	Задание №6а	с.71-с.75 [9]

## ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Олофинская В.П. Техническая механика. Курс лекций с вариантами практических и тестовых заданий М.: ИД:ФОРУМ:ИНФРА-М, 2011.-349с.
2. Аркуша А.И. Техническая механика. Теоретическая механика и сопротивление материалов. М., Высшая школа, 2009-280с.
3. Олофинская В.П. Детали машин. Курс лекций с тестовыми заданиями М.: ИД:ФОРУМ:ИНФРА-М, 2011.-208с.
4. Иванов М.Н. Детали машин. М., Высшая школа, 2009-383с.
5. Винокуров А.И. Сборник задач по сопротивлению материалов. М., Высшая школа, 2004-383с.
6. Детали машин/ Л.А.Андриенко, Б.А.Байков, И.К.Ганулич и др.; под ред. О.А.Ряховского.-3-е изд., перераб. и доп.-М.:изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2007-520с
7. Эрдеди А.А. и др. Техническая механика. М., Высшая школа, 1991
8. Эрдеди А.А. и др. ДЕТАЛИ МАШИН. М., Высшая школа, 2001
9. Ивченко В.А. Техническая механика. М., 2004