

**Методические рекомендации и задания для выполнения
курсовой работы по дисциплине
«Прикладная механика»**

Оглавление

	Стр.
Введение	3
Теоретическая часть	5
Методика выполнения курсовой работы	17
Варианты заданий на курсовую работу по дисциплине «Прикладная механика»	31
Список литературы	43

Введение

Курсовая работа – самостоятельная работа обучающегося, связанная с комплексным решением расчетно-технологической задачи и являющаяся завершающим этапом изучения дисциплины «Прикладная механика». В процессе выполнения разрабатываются графические и текстовые документы, содержащие необходимые данные для контроля и эксплуатации рычажного механизма.

Основными задачами курсового проектирования являются:

- закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных при изучении всего комплекса дисциплин, преподаваемых на кафедре: «Начертательная геометрия. Инженерная графика», «Материаловедение и технология материалов», «Детали машин»;
- приобретение навыков работы с научной и справочной литературой, нормативно-технической документацией;
- закрепление навыков самостоятельной работы;
- приобретение навыков осуществлять расчеты простых рычажных механизмов, применяющихся в аварийно-спасательной и пожарной технике;
- подготовить обучающихся к изучению специальных дисциплин.

Место курсовой работы в профессиональной подготовке инженера определяется необходимостью специалиста профессионально анализировать конструкцию устройства и квалифицированно обеспечивать его эффективную и надежную эксплуатацию.

Основной целью курсовой работы является всесторонний анализ типового плоского рычажного механизма, который должен отвечать требованиям надежности, работоспособности, ремонтпригодности, технологичности, иметь минимальные габариты и массу, удобство и безаварийность в работе. В процессе структурного и кинематического анализа должны быть учтены основные достижения в области машиностроения, оценены возможности оптимального использования существующих конструкций.

Объектами расчета являются обычно рычажные механизмы используемые в аварийно-спасательном гидравлическом инструменте, в различных типах и видах подъемников, аутригерах, которые широко распространены в пожарной технике и используются для облегчения и повышения эффективности пожаротушения. В данных устройствах используется большинство деталей и узлов общемашиностроительного применения.

Выполнение курсовой работы ведется во время самостоятельной работы обучающихся.

Теоретическая часть

Машина – устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации с целью замены или облегчения физического и умственного труда человека. Машины осуществляют свой рабочий процесс посредством выполнения закономерных, определенных механических движений. Носителем или источником этих движений является механизм.

Механизм – система твердых тел, подвижно связанных путем соприкосновения и движущихся требуемым образом относительно одного из них, принятого за неподвижное тело. Основным признаком механизма является преобразование механического движения из одного вида в другой вид, например, вращательного движения в поступательное движение. Механизм входит в состав многих машин, т. к. для преобразования энергии, материалов и информации обычно требуется преобразование движения, получаемого от двигателя.



Рис. 1. Рулевой механизм

Деталь – это изделие, изготовленное без сборочных операций (состоящее из одного твердого тела).



Рис. 2. Зубчатый механизм

Звено – одна или несколько неподвижно соединенных друг с другом деталей, входящих в механизм и движущихся как одно целое. Выполнение звеньев из нескольких деталей обеспечивается их соединением.

Стойка – звено, которое при исследовании механизма принимается неподвижное звено.

Входное звено – звено, которому сообщается движение, преобразуемое механизмом в требуемые движения других звеньев. Входное звено соединено с двигателем либо с выходным звеном другого механизма. Обычно в механизме имеется одно входное и одно выходное звенья. Но в некоторых случаях имеют место механизмы с несколькими входными или выходными звеньями, например дифференциал автомобиля. Отличительным признаком входного звена является то, что за цикл работа приложенных к нему сил положительная (работа силы считается положительной, если линия действия силы совпадает с направлением движения точки ее приложения или направлена под острым углом к направлению движения).

Выходное звено – звено, совершающее движение, для выполнения которого предназначен механизм. Выходное звено соединено с исполнительным

устройством (рабочим органом, указателем прибора) либо входным звеном другого механизма. Работа приложенных к выходному звену сил за цикл является отрицательной.

Начальное звено - звено, положение которого, задаваемое его обобщенными координатами, однозначно определяет положения всех звеньев механизма относительно стойки.

Начальная кинематическая пара - пара, в которую входит начальное звено. Обобщенными координатами являются координаты, задающие положение начального звена, по отношению к другому звену.

Кинематическая пара (КП) - подвижное соединение двух звеньев, допускающее их определенное относительное движение.

Число степеней свободы в относительном движении звеньев пары определяет вид пары по подвижности.

Кинематическая цепь - система звеньев, образующих между собой кинематические пары. Различают плоские и пространственные, замкнутые и незамкнутые, простые и сложные кинематические цепи.

Пространственные кинематические цепи – цепи, звенья которых двигаются в различных плоскостях.

Плоские кинематические цепи - цепи, звенья которых двигаются в одной или параллельных плоскостях.

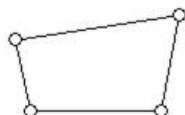
В замкнутой цепи звенья образуют один или несколько контуров.

В простой цепи звено входит в одну или две кинематические пары.

В сложной цепи имеется хотя бы одно звено, образующее более двух кинематических пар.

Примеры кинематических цепей

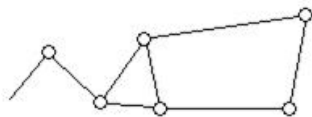
1. Замкнутая, простая кинематическая цепь. Один контур.



2. Разомкнутая простая кинематическая цепь.



3. Разомкнутая сложная кинематическая цепь. Три контура.



Чтобы из кинематической цепи получить механизм, необходимо:

- одно звено сделать неподвижным, т. е. образовать стойку;
- одному (или нескольким звеньям) задать закон движения (сделать входными) таким образом, чтобы все подвижные остальные звенья совершали требуемые движения.

Классификация машин

Условно все машины можно разделить на технологические, транспортные, энергетические, информационные.

С помощью технологических машин (например, металлообрабатывающих станков, землеройных машин и т. д.) происходит изменение форм, размеров, свойств, состояния исходных материалов и заготовок, подвергшихся воздействию рабочего (исполнительного) органа машины.

С помощью транспортных машин происходит перемещение грузов по заданной траектории с требуемыми скоростью и ускорением.

В энергетических машинах происходит преобразование энергии (например, электрической в механическую энергию в станках с электроприводом, тепловой в механическую – в тракторах и автомобилях с двигателями внутреннего сгорания и т. д.).

В информационных машинах происходит преобразование вводимой информации для контроля, регулирования режима работы машины и управления движением.

Классификация кинематических пар

Кинематические пары (КП) классифицируются по следующим признакам:

1) по виду места контакта (места связи) звеньев:

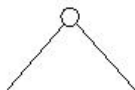
- низшие, в которых контакт звеньев осуществляется по поверхности (пары скольжения);
- высшие, в которых контакт звеньев осуществляется по линиям и/или точкам (пары, допускающие скольжение с перекатыванием).

Они имеются, например, в зубчатых и кулачковых механизмах.



2) по относительному движению звеньев, образующих пару:

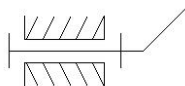
- вращательные;



- поступательные;



- цилиндрические;



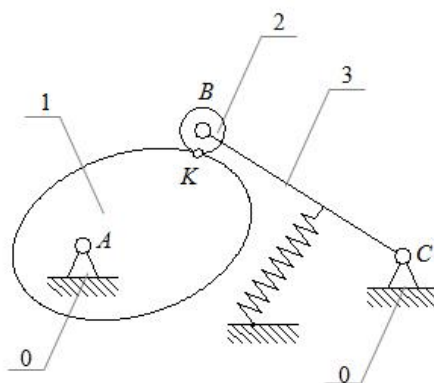
- сферические;

- винтовые;

- плоские.

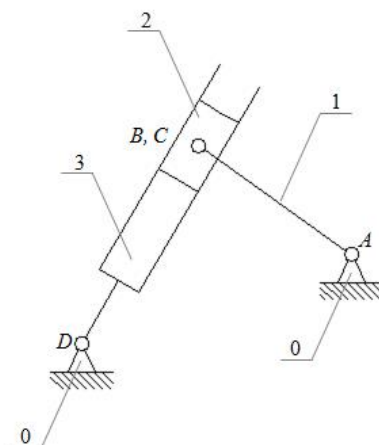
3) по способу замыкания пары:

- силовая: за счет действия силы тяжести или силы упругости пружины;



Силовая кинематическая пара

- геометрическая: за счет конструкции рабочих поверхностей пары;



Геометрическая кинематическая пара

4) по числу подвижностей в относительном движении звеньев.

5) по числу связей, накладываемых на относительное движение звеньев (число наложенных связей определяет класс кинематической пары).

Звено в трехмерном пространстве имеет 6 степеней свободы. В декартовой системе координат $Oxuz$ оно может перемещаться вдоль каждой из трех осей Ox , Oy и Oz , а также вращаться вокруг каждой оси.

Если звено образует с другим звеном кинематическую пару, то оно теряет одну или несколько из этих 6 степеней свободы. Число оставшихся степеней свободы звена принято называть числом подвижностей звена.

Все пары делятся на пять классов, в зависимости от числа утраченных степеней свободы, которое определяется числом налагаемых связей на каждое из

звеньев. Например, если звеньями, образовавшими кинематическую пару, утрачено по 5 степеней свободы каждым, т. е. число степеней подвижностей звена равно единице, то эту пару называют кинематической парой 5-го класса. Если утрачено 4 степени свободы, т. е. число степеней подвижностей звена равно двум, то – 4-го класса и т.д.

Примеры классификации кинематических пар

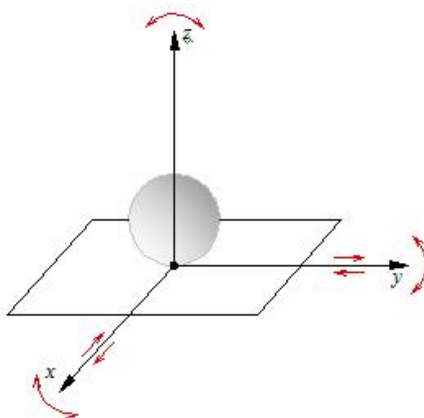


Рис. 3. Пара первого класса: $s = 1$; $i = 5$

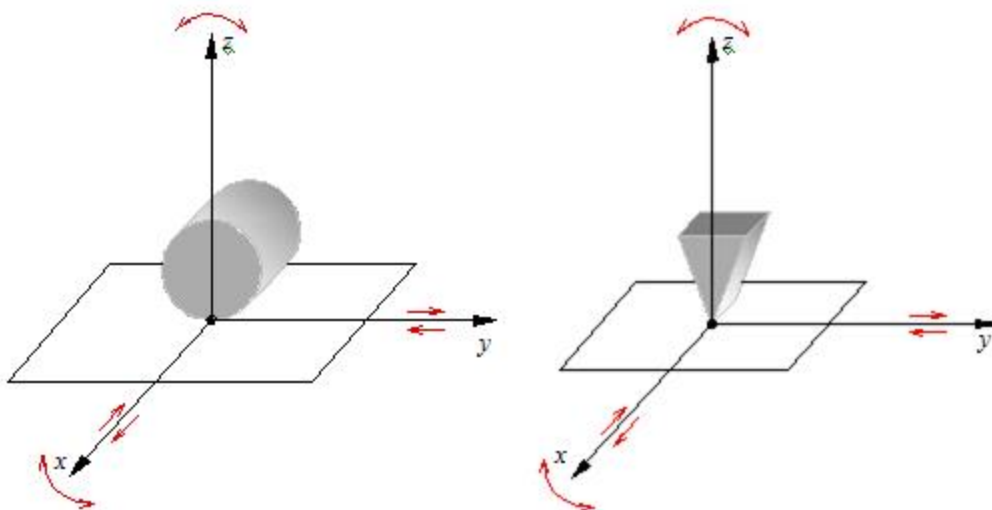


Рис. 4. Пара второго класса: $s = 2$; $i = 4$

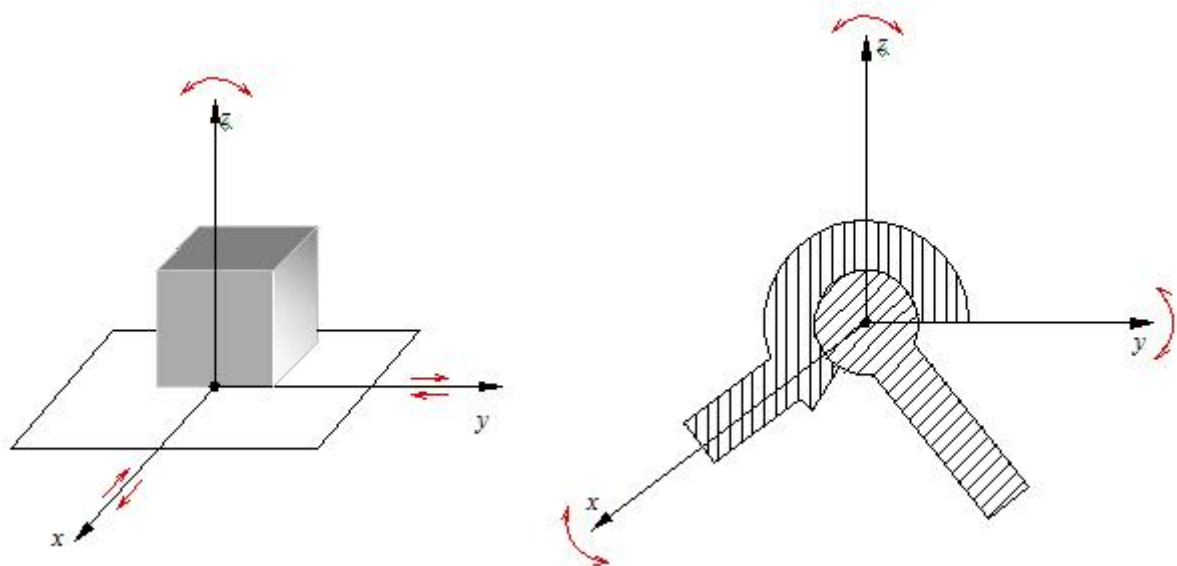


Рис. 5. Пара третьего класса: $s = 3$; $i = 3$

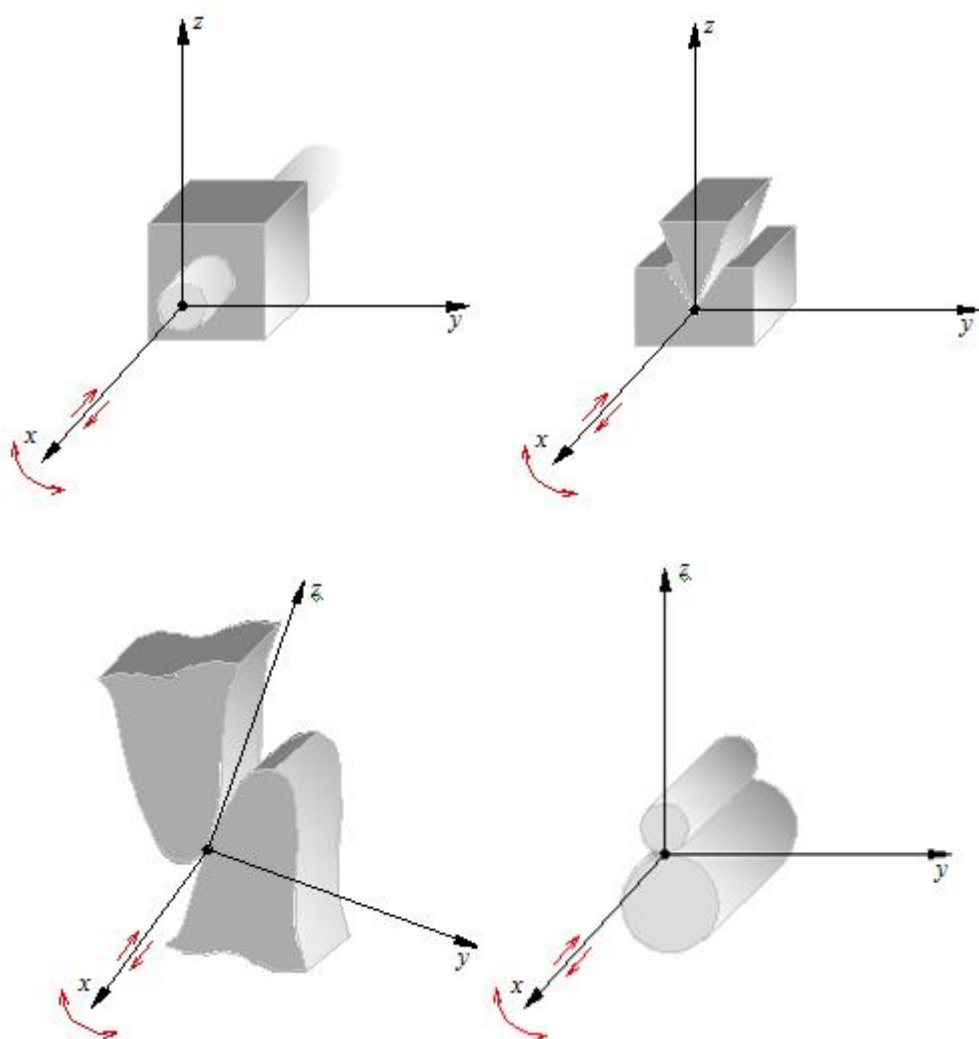
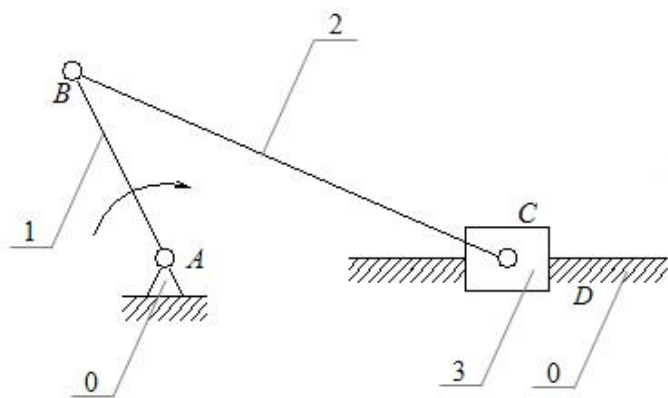


Рис. 6. Пара четвертого класса: $s = 4$; $i = 2$

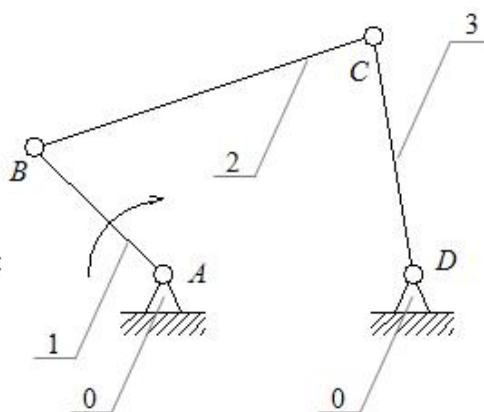
Схему механизма, содержащую стойку, подвижные звенья, без указания их размеров, кинематические пары с обозначением их вида и указывающую взаимное расположение всех звеньев механизма называют структурной схемой механизма. Структурная схема позволяет уяснить принцип работы механизма.

Среди всего многообразия конструкций механизмов различают: стержневые (рычажные), кулачковые, фрикционные, зубчатые механизмы, механизмы с гибкими звеньями (например, ременные передачи) и др. виды. Менее распространенные классификации подразумевают наличие механизмов с низшими или высшими парами, в плоском или пространственном исполнении и т. д.

Учитывая возможность условного превращения практически любого механизма с высшими парами в рычажный механизм (с низшими парами), в дальнейшем наиболее подробно рассматриваются именно эти механизмы. Среди рычажных механизмов наиболее распространены четырехзвенные механизмы, некоторые структурные схемы которых представлены на рис. .



а. Кривошипно-ползунный механизм



б. Четырехшарнирный механизм

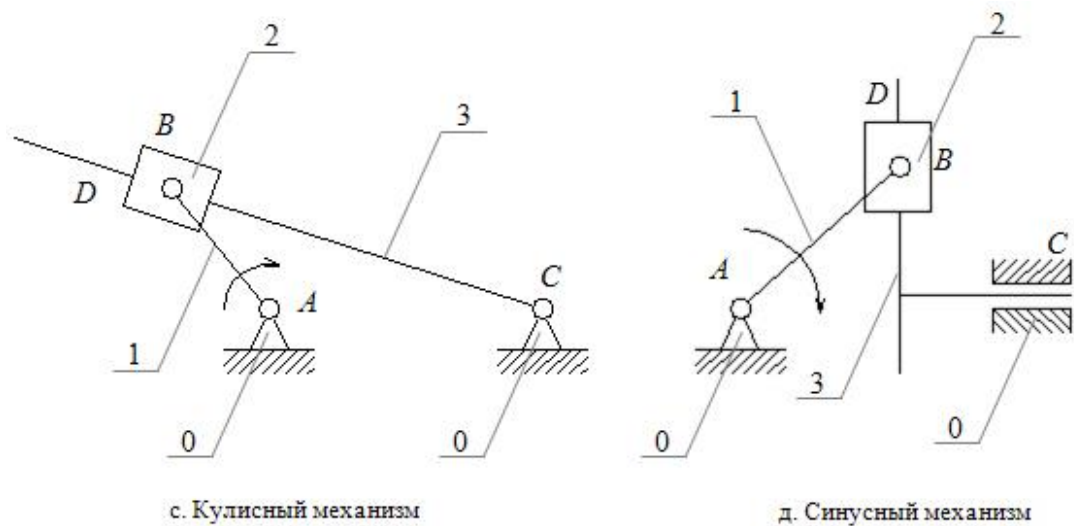
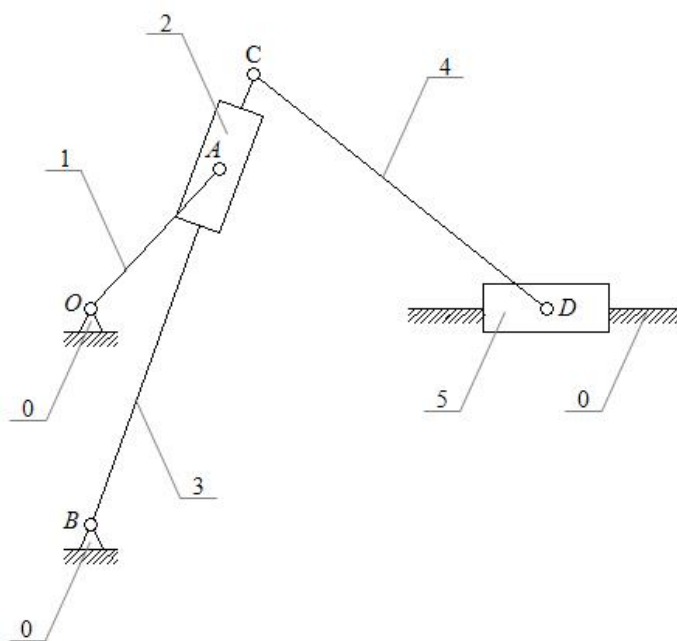


Рис. 7. Структурные схемы рычажных механизмов

На рис. изображены виды звеньев, входящих в состав механизмов. Звенья могут иметь функциональные названия: кривошип, шатун, коромысло, поршень, шток, ползун, кулиса, кулачок, зубчатое колесо и т.д.



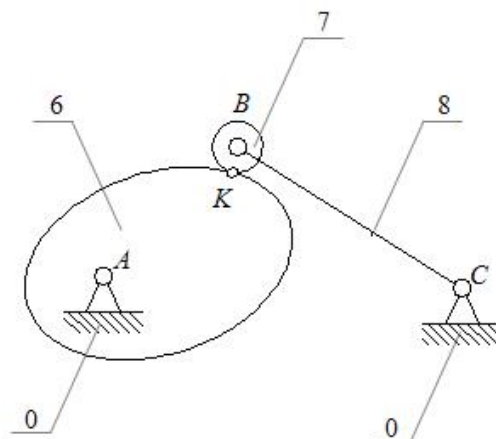


Рис. 8. Виды звеньев, входящих в состав механизмов: 1 – кривошип; 2 – кулисный камень; 3 – кулиса (направляющая); 4 – шатун; 5 – ползун; 6 – кулачок; 7 – ролик; 8 – коромысло; 0 – стойка

Условное изображение звеньев на структурных схемах механизмов регламентируется ГОСТом. Примеры изображения некоторых звеньев приведены на рис. 9. На кинематических схемах звенья обозначаются арабскими цифрами: 0, 1, 2 и т.д.

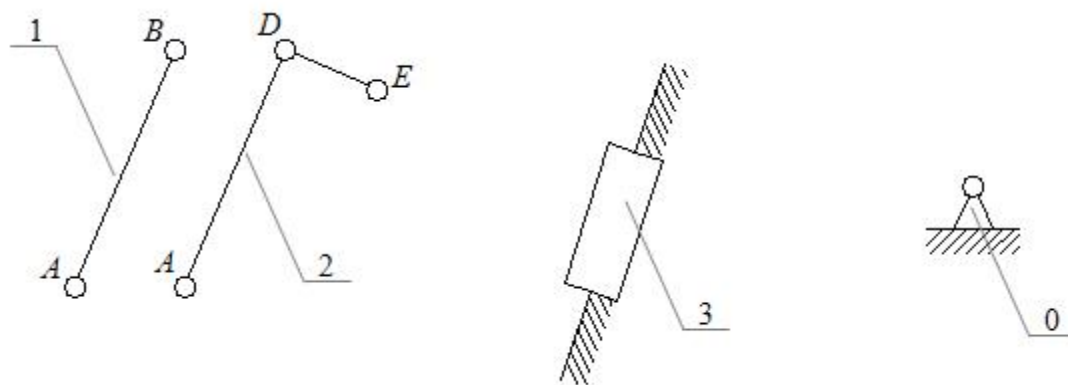


Рис. 9. Примеры изображения звеньев на структурных схемах механизмов

Кривошип – вращающееся звено рычажного механизма, которое может совершать полный оборот вокруг неподвижной оси.

Коромысло – вращающееся звено рычажного механизма, которое может совершать только неполный оборот (качаться) вокруг неподвижной оси.

Шатун – звено рычажного механизма, образующее кинематические пары только с подвижными звеньями.

Кулиса – звено рычажного механизма, вращающееся вокруг неподвижной оси и образующее с другим подвижным звеном поступательную пару. В зависимости от степени протяженности элемента поступательной пары различают камень (звено меньшей протяженности) и направляющую.

Ползун – звено рычажного механизма, образующее поступательную пару со стойкой.

Кулачок – звено, имеющее элемент высшей пары, выполненный в виде поверхности переменной кривизны.

Зубчатое колесо – звено с замкнутой системой зубьев, обеспечивающее непрерывное движение другого зубчатого колеса или рейки.

Таким образом, каждый механизм имеет стойку и подвижные звенья, среди которых выделяют входные, выходные и промежуточные звенья. Количество типов и видов механизмов исчисляется тысячами, поэтому классификация их необходима для выбора того или иного механизма из большого ряда существующих, а также для проведения синтеза механизма.

Методика выполнения курсовой работы

Первым этапом выполнения курсовой работы является построения плана механизма. Планом механизма называют кинематическую схему механизма, вычерченную в определённом масштабе для некоторого момента времени. Последовательное построение ряда планов на чертеже позволяет проследить движение определённых точек механизма (определить положения звеньев в разные моменты времени) и вычертить траектории их движения.

План механизма строят по заданным размерам методом засечек в положении, определяемом углом φ_1 начального звена, в масштабе. Значение масштаба рассчитывают по формуле:

$$\text{масштаб} = \frac{\text{отрезок чертежа (мм)}}{\text{физическая величина}} \quad (1)$$

Масштаб длин будет $\mu_l = AB/l_{AB}$ (в миллиметрах на метр).

Длина отрезка (в миллиметрах), изображающая на схеме начальное звено, берется произвольно. Но целесообразно брать ее кратной реальной длине звена. Размеры остальных звеньев находятся с учетом выбранного масштаба длин.

После построения плана механизма переходят к построению плана скоростей и ускорений плоского рычажного механизма в соответствующем положении.

При помощи планов скоростей и ускорений определяются линейные абсолютные и относительные скорости и ускорения точек, а также угловые скорости и ускорения звеньев.

Построение планов скоростей начинают со звена, закон движения которого задан (кривошип).

1. Определяют скорость той точки этого звена, которая принадлежит и данному и последующему звену (кинематическая пара «кривошип – шатун»).

2. Затем по значению этой скорости, согласно формуле (2.1) в миллиметрах на метр-секунду в минус первой степени $\left(\frac{\text{мм}}{\text{м/с}}\right)$, выбирают масштаб μ_v плана скоростей.

3. Выбирают положение полюса плана скоростей P_v (точки, скорость которой равна нулю; здесь находятся и все другие точки с нулевыми скоростями).

4. Из полюса плана скоростей строят вектор найденной скорости. Составляют систему векторных уравнений, связывающих эту скорость со скоростями точек смежных звеньев. Если шатун расположен между кривошипом и коромыслом, то скорость точки определяется из системы уравнений плоского движения. Данная система уравнений будет иметь одно решение, если в ней есть искомая скорость одной из точек, суммируемая из переносной и относительной скоростей со стороны одного звена (как правило, кривошипа), и скорость этой же точки, суммируемая уже из переносной и относительной скоростей со стороны другого звена. Переносные скорости должны быть известны по величине и направлению, а относительные – по направлению. В уравнениях относительные скорости обозначают следующим образом: например, $\bar{V}_{BA}$ – это скорость точки B при движении звена AB относительно точки A .

5. Если два звена образуют поступательную кинематическую пару (ползун и его направляющая подвижна или неподвижна), то для определения абсолютной скорости точки одного из этих звеньев используют векторное уравнение сложного движения. В том случае, когда направляющая неподвижна, абсолютная скорость искомой точки складывается, с одной стороны, из скорости предыдущей точки (переносной скорости) и скорости ползуна относительно этой точки. Вектор переносной скорости обычно уже известен. С другой стороны, абсолютная скорость ползуна равна скорости ползуна относительно направляющей. Если направляющая подвижна (кулисный механизм), то скорость точки ползуна, с одной стороны, складывается из скорости той точки кулисы (переносной скорости), которая в данный момент времени совпадает с точкой ползуна

(точка кулисы находится под ползуном). С другой стороны, точка ползуна может принадлежать поступательно или вращательно движущемуся звену, в этом случае известно направление скорости данной точки, может быть известна и величина в зависимости от того, какое звено является ведущим.

Графическим решением любой системы векторных уравнений скоростей будет план скоростей. Стрелки векторов на плане проставляют в строгом соответствии с записанным уравнением, соблюдая правило векторного суммирования; при этом относительные скорости проходят вне полюса, а начала векторов абсолютных скоростей всегда находятся в полюсе. Концы векторов абсолютных скоростей являются точками пересечения прямых, на которых лежат относительные скорости. Из построенного плана находят длины отрезков, пропорциональные скоростям точек. Зная масштаб μ_v , определяют модули скоростей, а направление скоростей находят из плана. Далее переходят к последующим звеньям, соблюдая принцип принадлежности одной точки нескольким звеньям.

6. Если известны абсолютные скорости двух точек одного и того же звена, то скорость третьей точки, лежащей с ними на одной прямой, находят пропорциональным делением. Для этого на плане скоростей отрезок относительной скорости делят искомой точкой в том же соотношении, в котором соответствующая точка делит реальное звено на схеме механизма. Длину искомого отрезка определяют из пропорции (отношение длин на звене механизма равно отношению отрезков на плане скоростей). Соединяя полученную точку с полюсом, находят отрезок искомой абсолютной скорости.

7. Абсолютную скорость третьей точки звена, не лежащей на одной прямой с двумя другими его точками, скорости которых известны, определяют методом подобия. Для этого на плане скоростей на отрезке известной относительной скорости строят треугольник, подобный тому, который имеется на схеме механизма, соблюдая одинаковое направление прочтения букв по вершинам треугольника на плане скоростей и на механизме. При этом стороны подобных треугольников взаимно перпендикулярны. В результате построения получается треугольник,

составленный вершинами относительных скоростей. Соединяя построенную вершину треугольника с полюсом, находят отрезок искомой абсолютной скорости.

8. Зная линейные скорости точек, определяют угловые скорости звеньев по величине и по направлению. Для этого делят относительные вращательные скорости на длины соответствующих звеньев (расстояния до центра вращения в относительном вращательном движении).

План ускорений строят на основе векторных уравнений в той же последовательности, что и план скоростей. Масштабный коэффициент μ_a выбирают, после того как найдут ускорение ведущего звена, по тому же правилу, что и масштабный коэффициент плана скоростей μ_v . Коэффициент плана ускорений измеряется в миллиметрах на метр-секунду в минус второй степени $\left(\frac{\text{мм}}{\text{м/с}^2}\right)$. Полюсом плана ускорений является точка P_a .

1) Каждый из векторов представляют нормальной $\bar{a}^n$ и касательной $\bar{a}^t$ составляющими. При этом нормальное ускорение всегда известно по величине (так как план скоростей построен) и направлению (к центру вращения в относительном движении), а касательное ускорение перпендикулярно ему и неизвестно по величине. Индексы относительных ускорений и их составляющих проставляются аналогично индексам относительных скоростей. Концы векторов полных относительных и абсолютных ускорений являются точками пересечения прямых, на которых лежат соответствующие касательные ускорения.

2) На плане ускорений начало вектора абсолютного ускорения всегда находится в полюсе, а вектор относительного ускорения проходит вне полюса.

3) Метод пропорционального деления и метод подобия применяют только для полных относительных ускорений. При этом подобную фигуру следует строить на плане по трем сторонам, величина одной из которых известна, а две другие определяют из соответствующих пропорций, соблюдая одинаковое направление

обхода при чтении букв по вершинам фигуры, составленной из полных относительных ускорений плана, и фигуры на звене механизма.

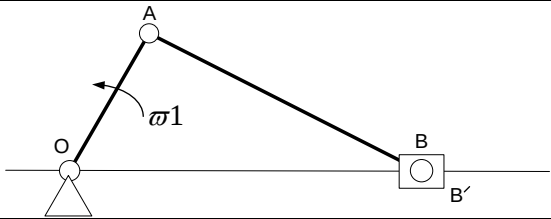
4) Абсолютное ускорение точки, совершающей сложное движение, состоит из переносного, относительного ускорений и ускорения Кориолиса. Последнее обусловлено тем, что точки звеньев, имеющие линейную относительную скорость v_{OTH} , участвуют во вращательном движении соответствующего звена с угловой скоростью $\omega_{ПЕР}$ вокруг мгновенного центра вращения. Для плоского механизма $a_K = 2\omega_{ПЕР}v_{OTH}$, так как в этом случае $\sin\left(\frac{\omega_{ПЕР}}{v_{OTH}}\right) = 1$. Направление ускорения Кориолиса находят по правилу Жуковского поворотом вектора $\vec{v}_{OTH}$ на 90° в направлении вращения при взгляде с конца вектора переносной угловой скорости $\omega_{ПЕР}$. Для всех звеньев, которые движутся плоскопараллельно или поступательно, a_k будет равно нулю, поскольку в этих случаях переносное движение является поступательным.

Определив из плана касательные ускорения в относительном движении, подсчитывают величины угловых ускорений ε звеньев как отношения касательных ускорений к соответствующим длинам звеньев и определяют их направления.

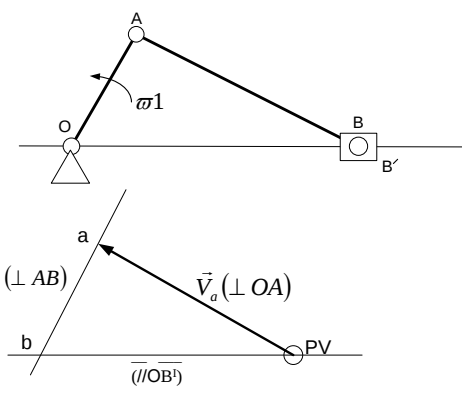
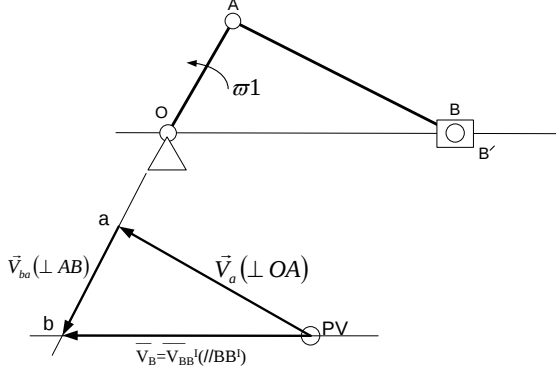
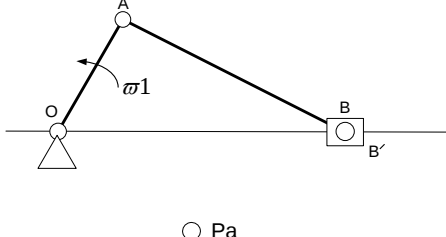
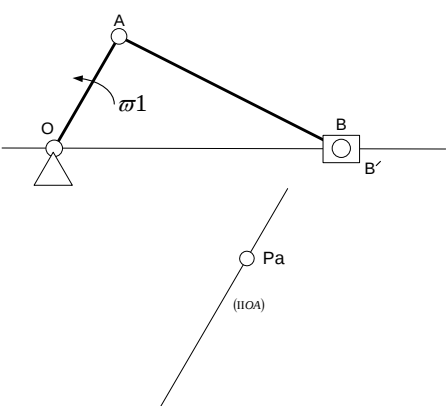
Построение планов скоростей и ускорений выполняем в соответствии с разработанным алгоритмом действий (таблица 1, таблица 2)

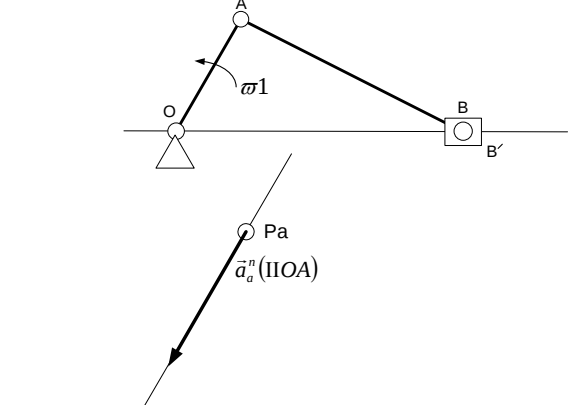
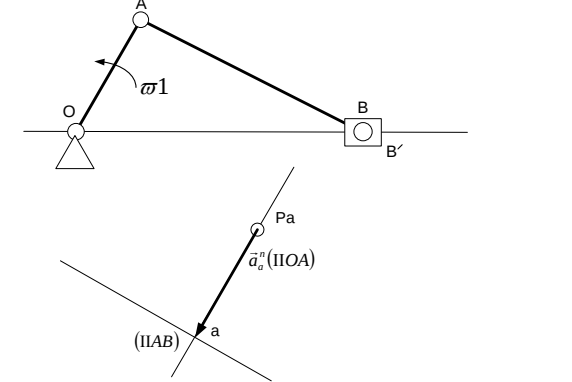
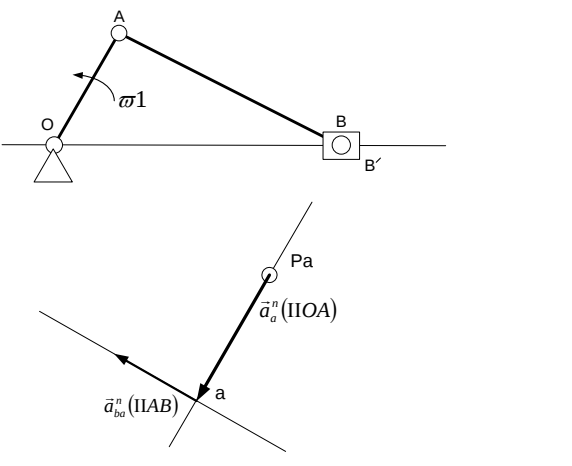
Таблица 1

Алгоритм построения планов скоростей и ускорений
кривошипно – ползунного механизма

№	Действие	Эскиз
1.	Выбираем подвижную группу.	
2	Строим опору, откладываем от горизонтали угол	

	поворота входного звена, строим звено в масштабе	
3	На направляющей ползуна циркулем делаем засечку длиной звена АВ	
4	Соединяем точки, строим механизм	
5	Выбираем полюс скоростей	
6	Строим линию через полюс скоростей перпендикулярно входному звену ОА из	
7	На линии в масштабе откладываем вектор скорости входного звена	

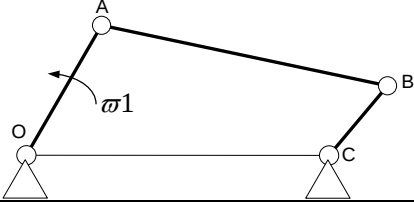
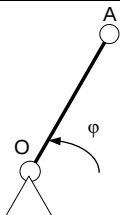
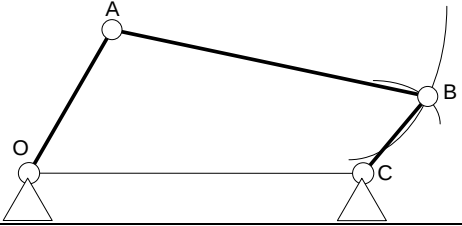
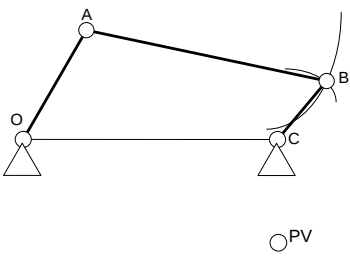
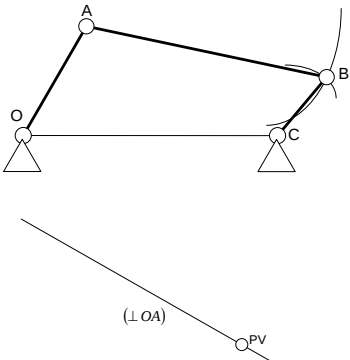
8	Строим через точку a линию перпендикулярно звену AB и через полюс линию параллельную направляющей ползуна. Точка пересечения — точка b.	 Diagram illustrating the construction of point b for velocity analysis. A mechanism is shown with a rotating link OA and a sliding link AB. A velocity vector $\vec{V}_a$ is drawn perpendicular to OA. A line perpendicular to AB is drawn through point a. A line parallel to the guide is drawn through the pole PV. The intersection of these two lines is point b.
9	Отмечаем векторы скоростей.	 Diagram illustrating the construction of velocity vectors. The mechanism is shown with the same links and points. Velocity vectors $\vec{V}_{bo}$ and $\vec{V}_B$ are added. $\vec{V}_{bo}$ is perpendicular to AB and passes through point a. $\vec{V}_B$ is parallel to the guide and passes through point b. The relationship $\vec{V}_B = \vec{V}_{BB'}(//BB')$ is indicated.
10	Выбираем полюс ускорений.	 Diagram illustrating the selection of the pole for acceleration analysis. The mechanism is shown with the same links and points. A pole Pa is marked below the mechanism.
11	Из полюса строим линию параллельно звену OA.	 Diagram illustrating the construction of a line parallel to OA passing through the pole Pa. The mechanism is shown with the same links and points. A line is drawn through Pa parallel to OA.

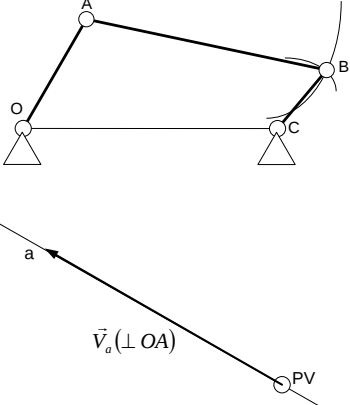
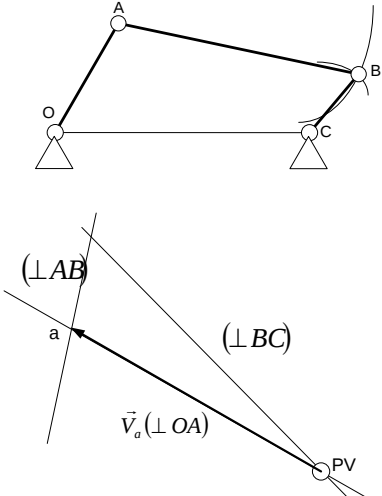
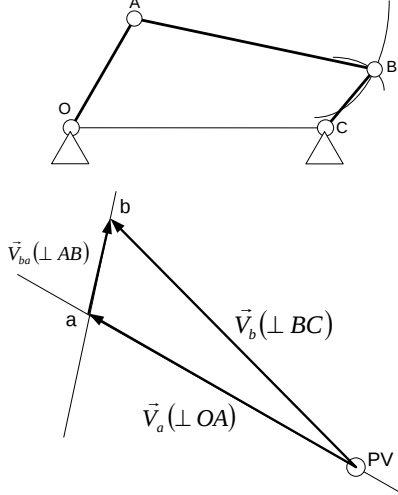
12	На линии в масштабе строим вектор нормального ускорения точки А.	
13	Через точку а строим линию параллельно звену АВ.	
14	На линии в масштабе строим вектор нормального ускорения точки В.	
15	Через конец вектора нормального ускорения точки В строим линию перпендикулярно звену АВ, через полюс ускорений строим линию параллельно направляющей ползуна.	

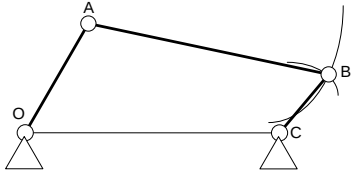
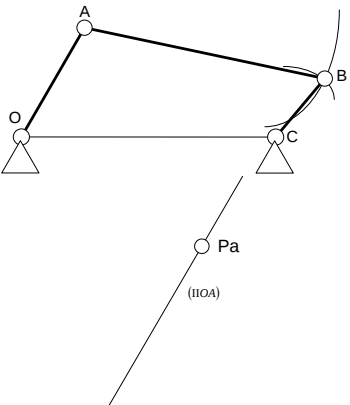
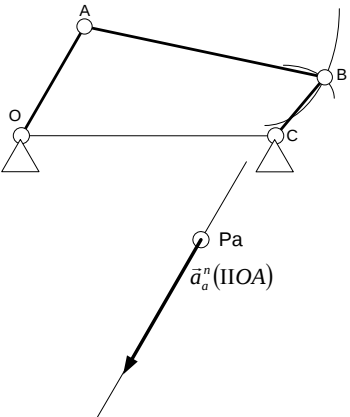
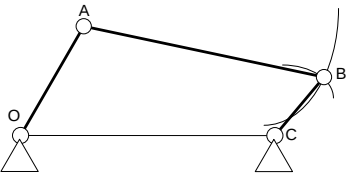
16	Отмечаем векторы касательных ускорений.	

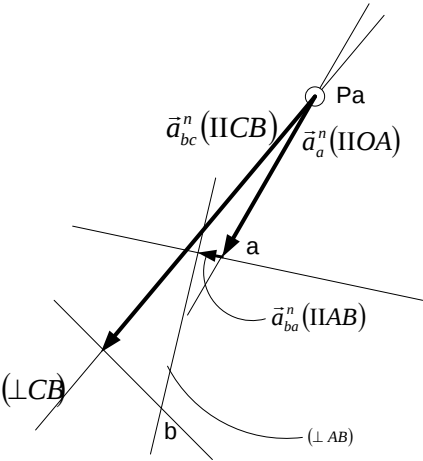
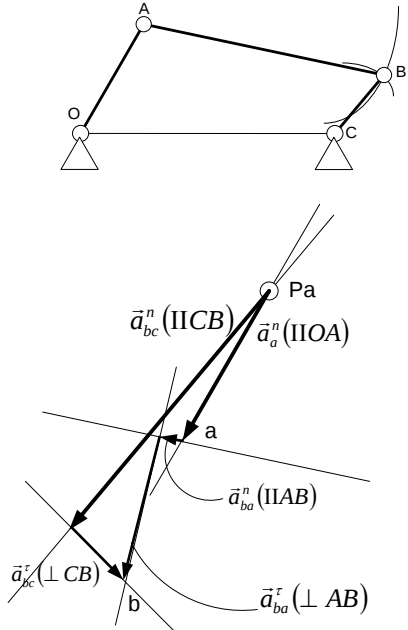
Таблица 2

Алгоритм построения планов скоростей и ускорений
кривошипно – ползунного механизма

№	Действие	Эскиз
1.	Выбираем подвижную группу	
2	Строим опору, откладываем от горизонтали угол поворота входного звена, строим звено в масштабе	
3	Из точек A и C делаем засечки циркулем длинами звеньев AB и CB в масштабе.	
4	Соединяем точки, строим механизм	
5	Выбираем полюс скоростей	
6	Строим линию через полюс скоростей перпендикулярно входному звену OA.	

7	На линии в масштабе откладываем вектор скорости входного звена	 The diagram shows a slider-crank mechanism with joints at O, A, B, and C. Below it, a velocity vector $\vec{V}_a(\perp OA)$ is drawn from point 'a' to the pole PV, perpendicular to the line OA.
8	Строим через точку а линию перпендикулярно звену АВ и через полюс линию перпендикулярную звену ВС. Точка пересечения – точка b.	 The diagram shows the same mechanism. Two lines are drawn: one through point 'a' perpendicular to link AB, and another through the pole PV perpendicular to link BC. Their intersection is point 'b'.
9	Отмечаем векторы скоростей.	 The diagram shows the final velocity vectors: $\vec{V}_a(\perp OA)$ starting at 'a', $\vec{V}_b(\perp BC)$ starting at 'b', and $\vec{V}_{ba}(\perp AB)$ starting at 'a' and ending at 'b'.

10	Выбираем полюс ускорений.	 $\bigcirc Pa$
11	Из полюса строим линию параллельно звену OA.	
12	На линии в масштабе строим вектор нормального ускорения точки A.	
13	Через точку a строим линию параллельно звену AB. Откладываем вектор нормального ускорения точки B относительно A. Через полученную точку строим перпендикуляр к звену AB. Аналогично из полюса ускорений строим вектор нормального ускорения B относительно C и перпендикуляр к звену BC.	

		
14	Отмечаем на чертеже векторы касательных ускорений.	

После того как выполнены вычисления и графические построения первого механизма в заданном положении, переходят к аналогичному анализу другого механизма согласно варианту задания на курсовую работу. Графическая составляющая должна быть оформлена на листе формата А4.

Варианты заданий на курсовую работу по дисциплине «Прикладная механика»

Тема курсовой работы: «Анализ плоского рычажного механизма»

Курсовая работа выполняется по определенному заданию. *Подбор задания осуществляется обучающимися в соответствии со своим номером индивидуального шифра (двум последним цифрам зачетной книжки). Во всех заданиях обучающийся определяет номера расчетных схем по таблице вариантов.*

Для заданного угла поворота входного звена (табл.3) по данным варианта для трех соответствующих схем механизмов:

1. Произвести структурный анализ и определить число степеней свободы механизма;
2. Вычертить в масштабе (на формате А4) схемы механизма по заданным размерам их звеньев и положению ведущего звена;
3. Определить скорости и ускорения соответствующих точек звеньев механизма путем построения планов скоростей и ускорений;
4. Определить величины угловых скоростей и угловых ускорений звеньев механизма;
5. Графическую часть работы включает три листа формата А4. На каждом листе для соответствующего положения механизма должны быть представлены: схема механизма в масштабе, план скоростей, план ускорений.

Указания:

Длины звеньев механизмов и расстояния между опорами приведены в миллиметрах. Во всех механизмах входным является звено АВ. Угол поворота звена откладывается от горизонтали против часовой стрелки.

Таблица 3.

Вариант	№ темы для вве- дения	Угол поворота входного звена АВ каждого из трех механиз- мов	№ схемы		
			1	2	3
1	1	30	1	2	3
2	1	60	4	5	6
3	1	90	7	8	9
4	1	120	10	11	12
5	1	150	13	14	15
6	1	210	16	17	18
7	1	240	19	20	21
8	1	270	22	23	24
9	1	300	25	26	27
10	1	330	28	29	30
11	2	30	31	32	33
12	2	60	34	35	36
13	2	90	1	2	3
14	2	120	4	5	6
15	2	150	7	8	9
16	2	210	10	11	12
17	2	240	13	14	15
18	2	270	16	17	18
19	2	300	19	20	21
20	2	330	22	23	24
21	3	30	25	26	27
22	3	60	28	29	30
23	3	90	31	32	33
24	3	120	34	35	36
25	3	150	1	2	3
26	3	210	4	5	6
27	3	240	7	8	9
28	3	270	10	11	12
29	3	300	13	14	15
30	3	330	16	17	18
31	4	30	19	20	21
32	4	60	22	23	24

Вариант	№ темы для вве- дения	Угол поворота входного звена АВ каждого из трех механиз- мов	№ схемы		
			1	2	3
33	4	90	25	26	27
34	4	120	28	29	30
35	4	150	31	32	33
36	4	210	34	35	36
37	4	240	1	2	3
38	4	270	4	5	6
39	4	300	7	8	9
40	5	330	10	11	12
41	5	30	13	14	15
42	5	60	16	17	18
43	5	90	19	20	21
44	5	120	22	23	24
45	5	150	25	26	27
46	5	210	28	29	30
47	5	240	31	32	33
48	5	270	34	35	36
49	5	300	1	2	3
50	6	330	4	5	6
51	6	30	7	8	9
52	6	60	10	11	12
53	6	90	13	14	15
54	6	120	16	17	18
55	6	150	19	20	21
56	6	210	22	23	24
57	6	240	25	26	27
58	6	270	28	29	30
59	6	300	31	32	33
60	7	330	34	35	36
61	7	30	1	2	3
62	7	60	4	5	6
63	7	90	7	8	9
64	7	120	10	11	12
65	7	150	13	14	15

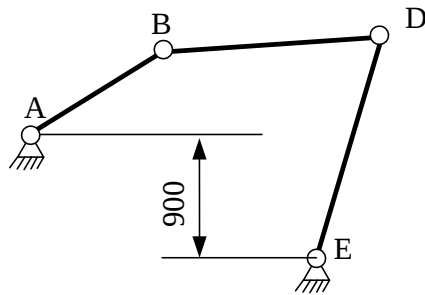
Вариант	№ темы для вве- дения	Угол поворота входного звена АВ каждого из трех механиз- мов	№ схемы		
			1	2	3
66	7	210	16	17	18
67	7	240	19	20	21
68	7	270	22	23	24
69	7	300	25	26	27
70	8	330	28	29	30
71	8	30	31	32	33
72	8	60	34	35	36
73	8	90	1	2	3
74	8	120	4	5	6
75	8	150	7	8	9
76	8	210	10	11	12
77	8	240	13	14	15
78	8	270	16	17	18
79	8	300	19	20	21
80	9	330	22	23	24
81	9	30	25	26	27
82	9	60	28	29	30
83	9	90	31	32	33
84	9	120	34	35	36
85	9	150	1	2	3
86	9	210	4	5	6
87	9	240	7	8	9
88	9	270	10	11	12
89	9	300	13	14	15
90	10	330	16	17	18
91	10	30	19	20	21
92	10	60	22	23	24
93	10	90	25	26	27
94	10	120	28	29	30
95	10	150	31	32	33
96	10	210	34	35	36
97	10	240	1	2	3
98	10	270	4	5	6

Вариант	№ темы для вве- дения	Угол поворота входного звена АВ каждого из трех механиз- мов	№ схемы		
			1	2	3
99	10	300	7	8	9
00	10	330	10	11	12

Перечень тем для выполнения раздела «Введение».

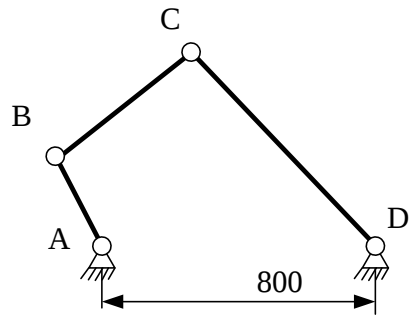
1. Обзор механизмов, используемых в аварийно-спасательном гидравлическом инструменте.
2. Обзор механизмов, используемых в подъемниках.
3. Обзор механизмов, используемых в коленчатых подъемниках.
4. Обзор механизмов, используемых в ножничных подъемниках.
5. Обзор механизмов, используемых в аутригерах.
6. Обзор механизмов, используемых в двигателях пожарных автомобилей.
7. Обзор механизмов, используемых в подвеске пожарного автомобиля.
8. Обзор механизмов, используемых в роботах.
9. Обзор механизмов, используемых в трансмиссии пожарных автомобилей.
10. Обзор механизмов, используемых в средствах механизации пожарных катеров.

1



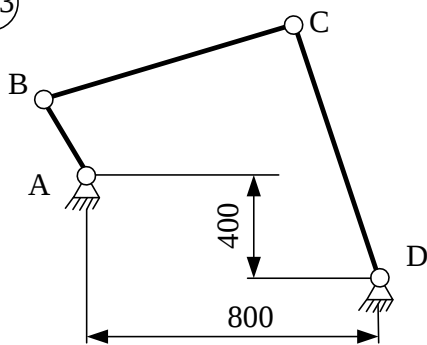
$AB=800$, $BD=1200$, $DE=1200$,
 $n=210$ об/мин

2



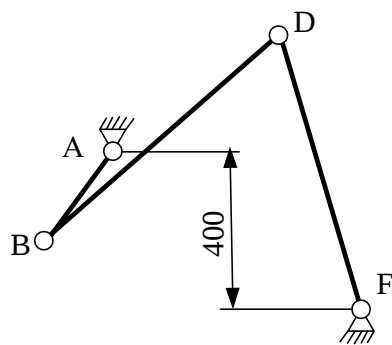
$AB=400$, $BC=1000$, $CD=1000$,
 $n=180$ об/мин

3



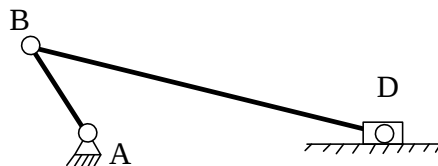
$AB=200$, $BC=700$, $CD=1000$,
 $n=200$ об/мин

4



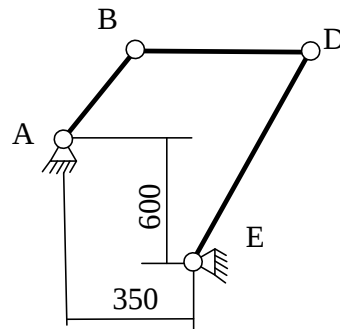
$AB=300$, $DB=900$, $DF=900$
 $n=150$ об/мин

5



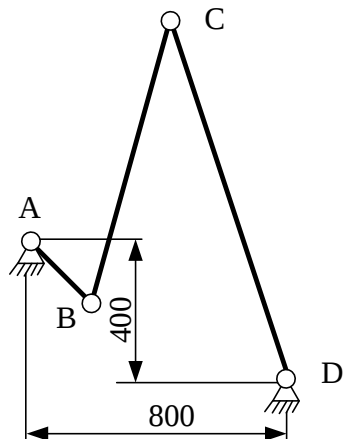
$AB=250$, $AC=250$, $BC=250$,
 $BD=1000$ $n=210$ об/мин

6



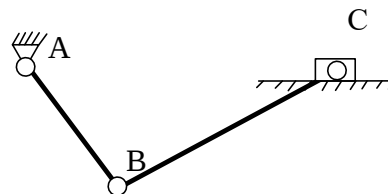
$AB=200$, $BD=500$, $DE=800$
 $n=240$ об/мин

7



$AB=250$, $BC=700$, $CD=1000$
 $n=500$ об/мин

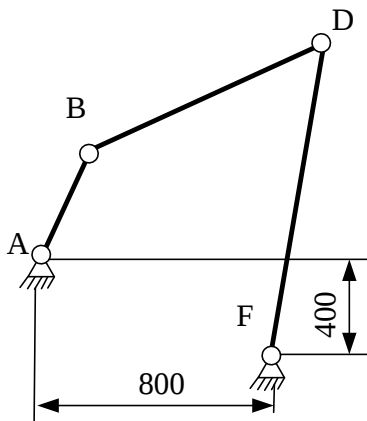
8



$AB=250$, $BC=1000$ $n=210$ об/мин

9

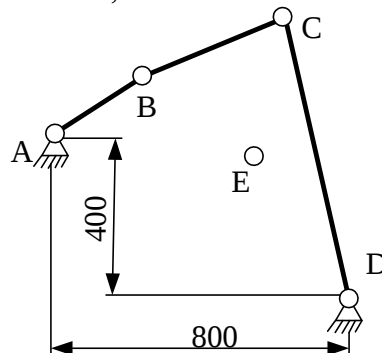
○ К



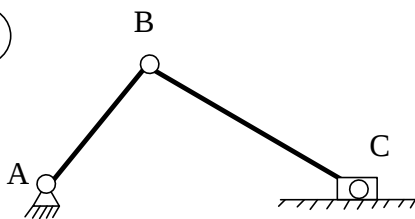
$AB=300$, $FD=900$, $BD=900$
 $n=180$ об/мин

10

$AB=200$, $BE=500$, $CD=800$, $CD=800$,
 $BC=600$, $CE=500$ $n=210$ об/мин

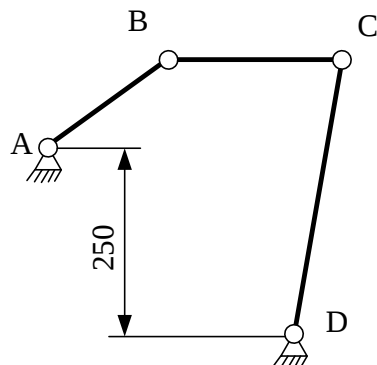


11



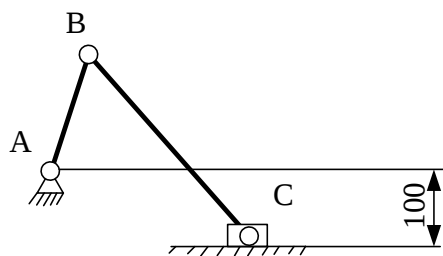
$AB=400$, $BC=800$,
 $n=210$ об/мин

12



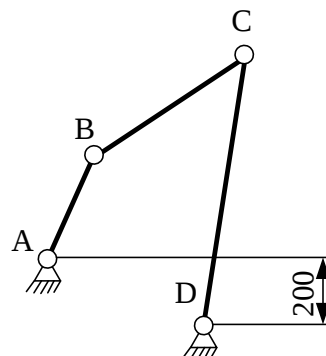
$AB=300$, $BC=700$, $CD=500$, $AD=800$,
 $n=180$ об/мин

13



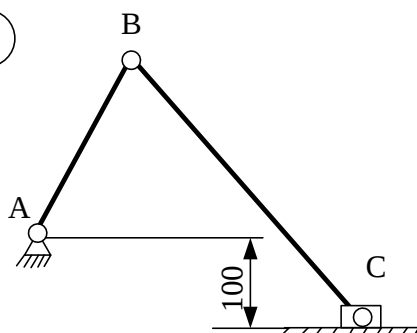
AB=300, CB=800
n=180 об/мин

14



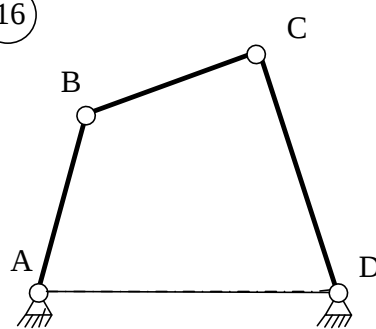
AB=200, DC=700, CB=800
n=300 об/мин

15



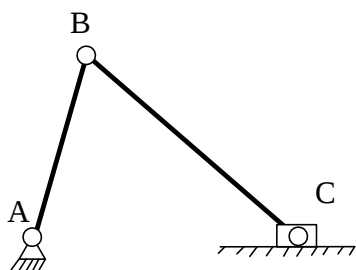
AB=300, BC=700 n=270 об/мин

16



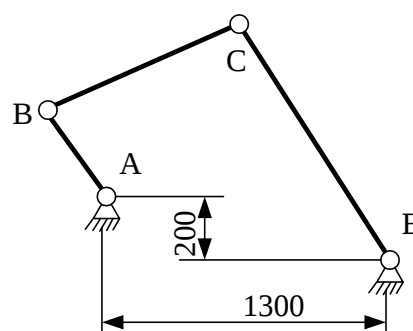
AB=300, BC=600, CD=700 n=240 об/мин

17



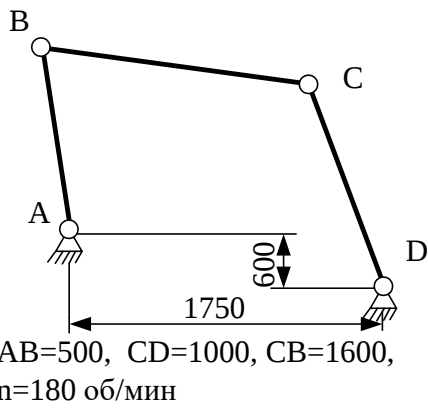
AB=250, BC=700 n=150 об/мин

18

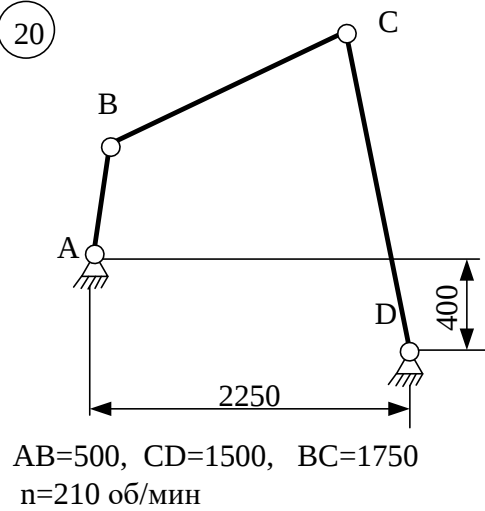


AB=300, BC=900, CE=1200
n=140 об/мин

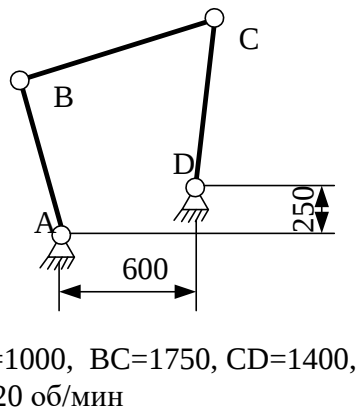
19



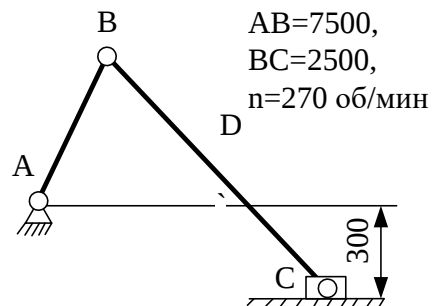
20



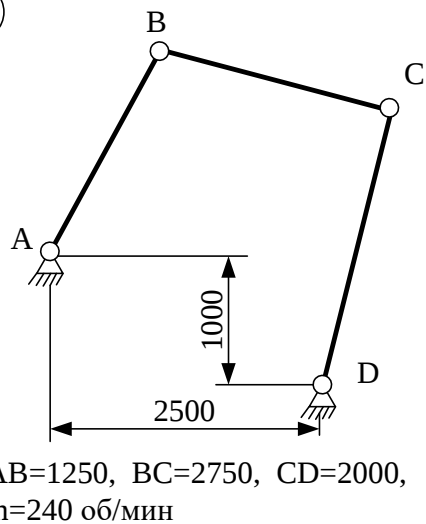
21



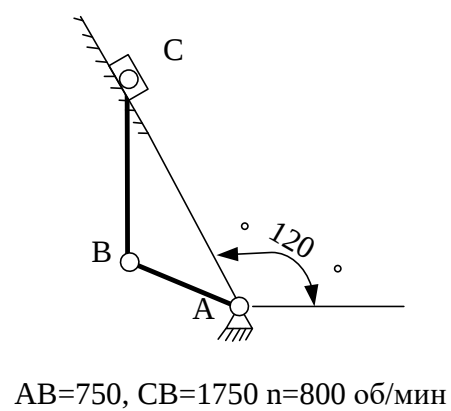
22



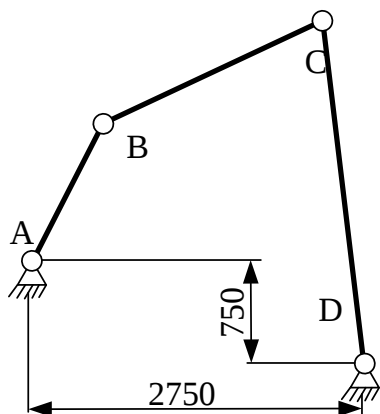
23



24

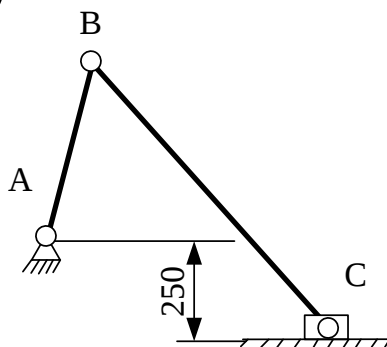


25



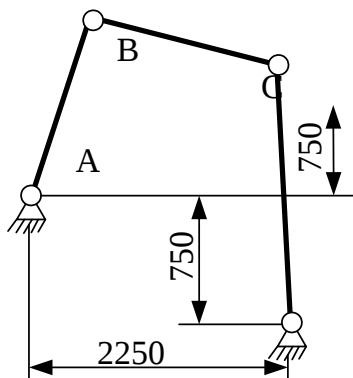
AB=800, CD=2000, CB=2100,
n=150 об/мин

26



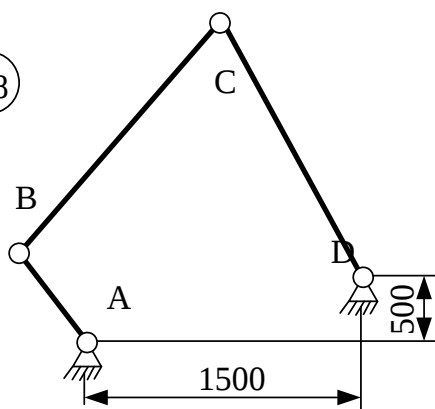
AB=500, CB=2500, n=60 об/мин

27



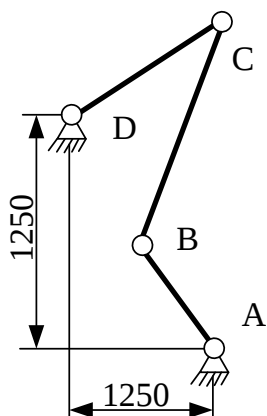
AB=1000, CD=1600, FE=1250,
CB=1750, ED=2100 n=220 об/мин

28



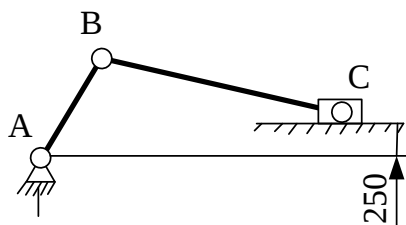
AB=750, CD=1250, CB=1750,
n=150 об/мин

29



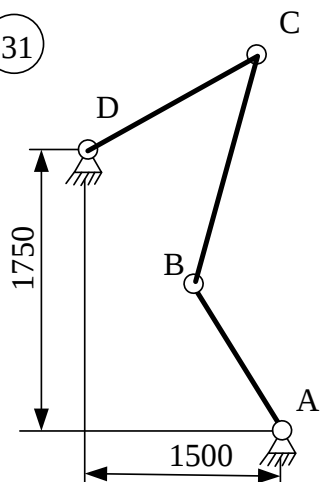
AB=750, CD=1750, CB=1800,
n=200 об/мин

30



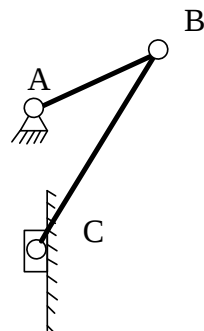
AB=500, CB=2250, n=180 об/мин

31



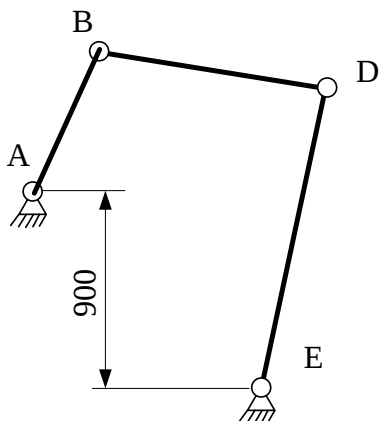
$AB=750$, $CD=2000$, $CB=1750$,
 $n=240$ об/мин

32



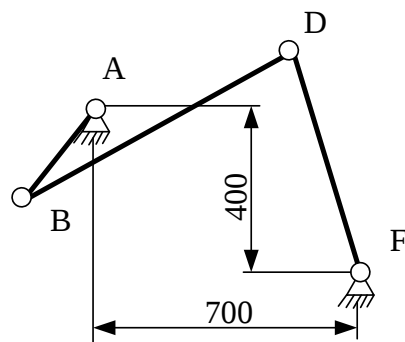
$AB=1000$, $BC=2500$,
 $n=120$ об/мин

33



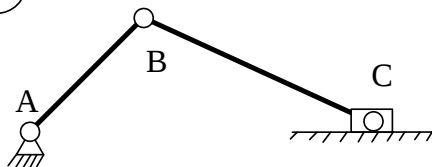
$AB=300$, $BD=1200$, $DE=1200$,
 $AE=1400$ $n=210$ об/мин

34



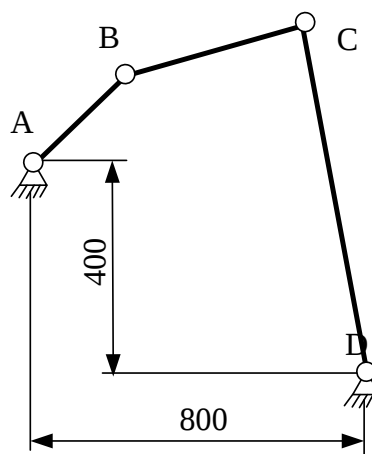
$AB=300$, $DF=900$, $BD=900$,
 $n=180$ об/мин

35



$AB=400$, $CB=700$, $n=240$ об/
мин

36



$AB=200$, $CD=800$, $CB=600$,
 $n=270$ об/мин

Список литературы

1. Ахметзянов М.Х. Сопротивление материалов: учебник/М.Х.Ахметзянов, И.Б.Лазарев.-2-е изд., перераб. и доп.- М.: Юрайт, 2011. – 300с.
2. Киселев В.В., Ульев Д.А. Механика (лабораторный практикум). Учебное пособие.- Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2010. – с. 116.
3. Тимофеев Г.А. Теория механизмов и машин: учебное пособие/ Г.А.Тимофеев.- 2-е изд. перераб. и доп.- М.: Юрайт, 2011. – 351с.
4. Киселев В.В., Покровский А.А. Контрольные задания. Часть 2. Учебно-методическое пособие для слушателей факультета заочного обучения по специальности 280705 «Пожарная безопасность». – Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2012. – 88 с.
5. Покровский А.А. и др. Механика. Контрольные задания (Часть 1): Учебно-методическое пособие для слушателей заочного обучения. – Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2011. – 137с.
6. Топоров А.В. и др. Кинематический анализ рычажного механизма. Учебно-методическое пособие для курсантов, студентов и слушателей очной и заочной форм обучения. – Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2011. – 80с.
7. Топоров А.В., Киселев В.В. Динамика точки. Учебно-методическое пособие для курсантов и студентов обучающихся по специальностям 280705 «Пожарная безопасность», 280700 «Техносферная безопасность». – Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2011. – 94 с.