

**Министерство образования Рязанской области  
областное государственное бюджетное  
профессиональное образовательное учреждение  
«Рязанский автотранспортный техникум имени С.А. Живаго»**

Методическая разработка практической работы по  
дисциплине «Техническая механика»

Специальность: 23.02.03. «Техническое обслуживание и  
ремонт автомобильного транспорта»

Методическая разработка по дисциплине «Техническая механика»  
Предназначена для подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ) по специальности 23.02.03 «Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта»

Организация разработчик: Областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Рязанский автомобильный техникум имени С.А. Живаго»

Разработчик: Иванова Н.В. – преподаватель ОГБОУ СПО Автотранспортный техникум имени С.А. Живаго г. Рязани»

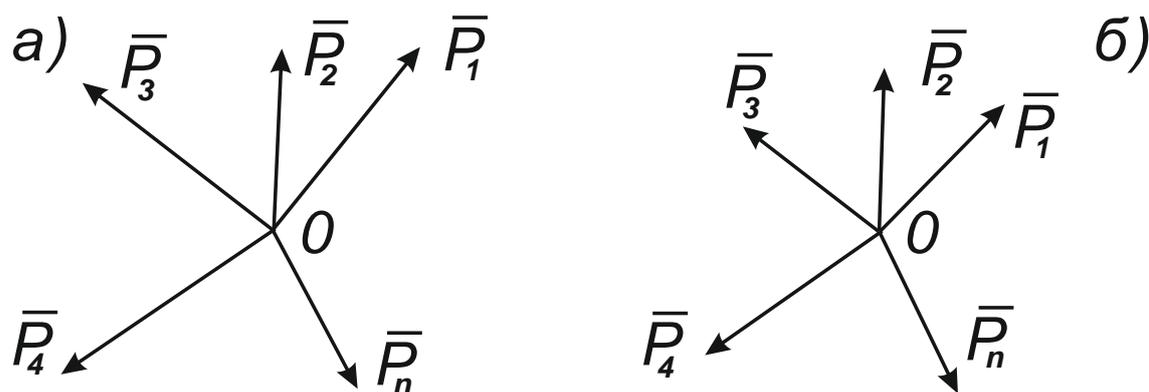
## Практическая работа № 1

### Тема: Определение равнодействующей плоской системы сходящихся сил.

**Цель работы** – произвести графическое и аналитическое исследование плоской системы сходящихся сил: выявить, уравновешена ли заданная система сил.

**Теоретическое обоснование.** Исследование любой системы сил начинается с определения взаимного расположения этих сил. Если линии действия всех сил расположены в одной плоскости и пересекаются в одной точке, то они образуют плоскую систему сходящихся сил (рис. А). Силы, действующие на абсолютно твердое тело, можно переносить вдоль линии их действия, поэтому сходящиеся силы можно всегда привести в одну точку – точку пересечения их линий действия (рис. Б).

Один из главных вопросов, который следует решить, исследуя систему сил, - это вопрос о том, является ли данная система сил уравновешенной или неуравновешенной.



Необходимым и достаточным признаком уравновешенности системы сходящихся сил является равенство нулю их равнодействующей силы. Точка, к которой приложена уравновешенная система сил, находится в состоянии покоя или прямолинейного равномерного движения.

Сложения сил можно произвести двумя способами: графически и аналогически. Графическое сложение плоской системы сходящихся сил производят построение силового многоугольника приведена в табл. 1.

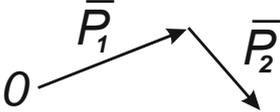
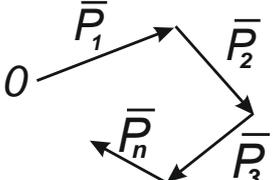
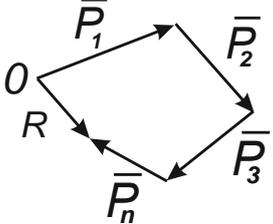
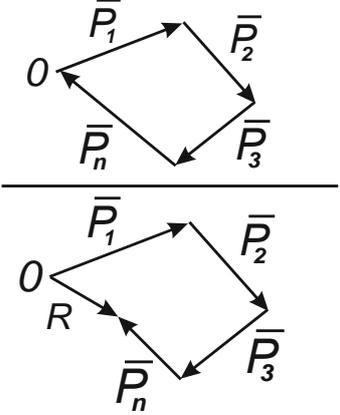
Графический способ позволяет довольно быстро и очень наглядно произвести сложение сил, но точность определения величины и направления сил зависит от точности выполненных построений.

Более точные результаты можно получить, применяя аналитический способ, основанный на вычислении проекций сил на оси координат. Последовательность вычисления равнодействующей плоской системы сходящихся сил приведена в табл. 2

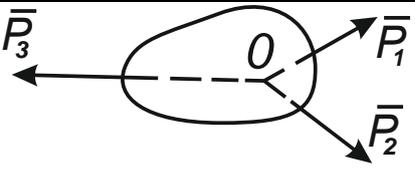
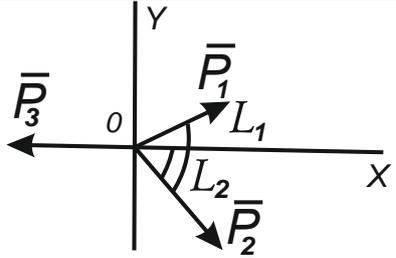
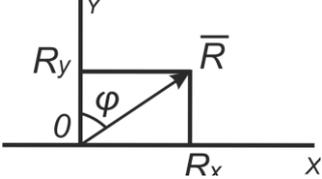
**Порядок выполнения работы.** Для заданной системы сходящихся сил построить в масштабе силовой многоугольник в той последовательности, которая указана в таблице 1

1. Измерить миллиметровой линейкой длину вектора равнодействующей и транспортиром угол между равнодействующей и одной из примыкающих сил или осью  $x$ . учитывая масштаб построения, вычислить величину равнодействующей силы.
2. Вычислить величину и направление равнодействующей аналитически (метод проекции) (см. табл. 2)

**Последовательность действий при построении силового многоугольника для определения уравновешенности системы сходящихся сил. (таблица 1)**

№ п/п	Наименование операции	Эскиз
1	Из произвольной точки $O$ отложить первый вектор силы $P_1$	
2	Из конца первого вектора отложить вектор второй силы $P_2$	
3	Из конца второго вектора отложить вектор третьей силы и т.д. Повторить операцию $n - 1$ раз	
4	Направить замыкающий вектор $R$ от начала первого вектора (точки $O$ ) к концу последнего $P_n$	
5	<p>Определить величину и направление равнодействующей:</p> <p>А. При <math>R = 0</math> система сил уравновешена</p> <p>В. При <math>R \neq 0</math> система сил не уравновешена</p>	

**Последовательность действий при определении методом проекции равнодействующей заданной системы сходящихся сил. (таблица 2)**

№ п/п	Наименование операций	Эскиз
1	Изобразить схематически тело и заданные силы: найти точку пересечения этих сил.	
2	Провести оси координат так, чтобы одна ось была перпендикулярна некоторым силам. Начало координат должно совпадать с точкой пересечения сил. Указать острые углы, образованные силами с осями координат.	
3	Вычислить величину проекции всех заданных сил на оси координат. Сумма проекций всех сил на оси $x$ и $y$ равна проекциям $R_x$ , $R_y$ равнодействующей силы.	$P_x = \sum P_{ix} = P_1 \cos L_1 + P_2 \cos L_2 - P_3$ $R_y = \sum P_{iy} = P_1 \cos(90^\circ - L_1) - P_2 \cos(90^\circ - L_2)$
4	На осях координат отложить проекции равнодействующей силы. Эти отрезки образуют стороны прямоугольника, диагональ которого – равнодействующая	 $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$
5	Вычислить тангенс угла $\varphi$ и найти этот угол.	$\operatorname{tg} \varphi = R_x / R_y$
6	Если сумма проекций всех сил на каждую ось равна нулю, т.е. заданная система сил уравновешена.	При $R = 0$ система сил уравновешена

Сравнить результаты, полученные графическим и аналитическим способами. Следует иметь в виду, что даже при правильном определении равнодействующей будут расхождения между найденными величинами, но они не должны превышать 10%.

## Отчет по работе

- 1) Графическое определение равнодействующей силы:
  - a) Изображение заданных сил
  - b) Построение силового многоугольника (масштаб сил в Н/мм)
  - c) Величина равнодействующей  $R_{\text{граф}}$ , угол между равнодействующей  $R_n$  и осью  $u$   $\varphi_{\text{граф}}$ .
- 2) Аналитическое определение  $R_x, R_y, R_{\text{tg } \varphi}, \varphi$
- 3) Процент расхождения величины равнодействующей, определенной графическим и аналитическим способами:

$$\Delta R = \frac{R_{\text{граф}} - R_{\text{анал}}}{R_{\text{анал}}} \times 100\%$$

$$\Delta \varphi = \frac{\varphi_{\text{граф}} - \varphi_{\text{анал}}}{\varphi_{\text{анал}}} \times 100\%$$

### Контрольные вопросы.

- 1) Какая схема сил приложена в точке, находящейся в покое?
- 2) На основании какого свойства сил можно утверждать, что система сил, изображенные на рис. 1, а и б, эквивалентны?
- 3) Чему равна равнодействующая уравновешенной системы сходящихся сил?
- 4) Какую систему сил образуют силы, линии действий которые перекрещиваются?
- 5) Укажите последовательность построения силового многоугольника для системы сходящихся сил?
- 6) Можно ли, построив силовой многоугольник, определить, уравновешена или не уравновешена заданная система сходящихся сил?
- 7) Как методом проекции вычислить величину равнодействующей системы сходящихся сил и угол, определяющий ее направление?
- 8) Как целесообразнее располагать оси координат относительно сил, образующих плоскую систему сходящихся сил?
- 9) Как направлены равнодействующая и уравновешенная силы по отношению друг к другу?
- 10) Какую силу надо приложить к заданным силам при их уравновешивании: равнодействующую или уравновешивающую?
- 11) Можно ли уравновесить заданную систему сил, изменив численную величину уравновешивающей силы, если при определении угла между направлением уравновешивающей силы и осью  $u$  была допущена ошибка?

### Список литературы:

- 1) Л.И. Вереина, М.М. Красков «Техническая механика», 2015 г.
- 2) В.И. Сопрыкин «Техническая механика», 2007 г.