

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
«ЧЕРЕМХОВСКИЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ
ИМ. М.И. ЩАДОВА»

Рассмотрено на
заседании ЦК
« 02 » 02 2020г.
Протокол № 10
Председатель
Кузьмина А.К. Кузьмина

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УР
Шаманова Н.А. Шаманова
« 23 » 02 2020 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения

практических работ студентов 2 курса

ОП.04 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

программы подготовки специалистов среднего звена

13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)

Разработал преподаватель:

Н.А. Комарова

2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Лист	
1	ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2	ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	7
3	СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	8
4	ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	21
5	ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	23

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению практических работ по учебной дисциплине **Техническая механика** предназначены для студентов специальности **13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)**, разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям).

Методические указания являются частью учебно-методического комплекса по дисциплине **Техническая механика** и содержат задания, указания по выполнению практических графических работ.

Перед выполнением практической работы каждый студент обязан показать свою готовность к выполнению работы: выполнить тестовое задание, упражнение, ответить на вопросы. По окончании работы студент выполняет и оформляет практическую работу в соответствии с требованиями и защищает свою работу.

БАЗОВАЯ ЧАСТЬ

В результате освоения учебной дисциплины студент должен **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.

В результате освоения дисциплины студент должен **уметь**:

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

ВАРИАТИВНАЯ ЧАСТЬ не предусмотрена

Цель практических работ – обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний; формирование умений применять полученные знания на практике, развитие общих компетенций, включающих аналитическую, проектировочную, конструктивную деятельность, формирование профессиональных компетенций, направленных на выработку таких

профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Методические рекомендации содержат такие разделы, как:

1. Теоретическая механика
2. Сопротивление материалов
3. Детали машин

При проведении практических работ применяются следующие технологии и методы обучения:

ТЕХНОЛОГИИ	МЕТОДЫ
Обучение в сотрудничестве	Словесные
Проблемно-развивающее обучение	Наглядные
Развивающее обучение	Практические
Технология учебно-поисковой деятельности	Практические

ТРЕБОВАНИЯ К МИНИМАЛЬНОМУ МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

Реализация учебной дисциплины осуществляется в учебном кабинете Технической механики

Оборудование кабинета:

- рабочие места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- комплект учебно-наглядных пособий по технической механике;
- объемные модели по статике сооружений, сопротивлению материалов и теоретической механике, деталям машин.
- образцы деталей

техническими средствами обучения:

- компьютер;

Общие требования к выполнению и оформлению практических работ

Ход работы:

- изучить теоретический материал;
- выполнить задания;
- описать ход выполнения заданий;
- ответить на контрольные вопросы.

Выполнение практических занятий должно быть оформлено в тетради для практических работ, и включать в себя:

- номер и тему занятия;
- заполненные таблицы;
- схемы и структуры;
- необходимые выводы;
- краткие ответы на контрольные вопросы.

Критерии оценки выполнения практических заданий.

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения работы были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил работу не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;

2. Оценивание защиты контрольных вопросов.

Оценка «отлично» ставится в том случае, если студент

- правильно понимает сущность вопроса, дает точное определение и истолкование основных понятий;
- строит ответ по собственному плану, сопровождает ответ новыми примерами, умеет применить знания в новой ситуации;
- может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом из курса «Техническая механика», а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин.

Оценка «хорошо» ставится, если

- ответ студента удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку 5, но дан без использования собственного плана, новых примеров, без применения знаний в новой ситуации, без использования связей с ранее изученным материалом и материалом, усвоенным при изучении других дисциплин;
- студент допустил одну ошибку или не более двух недочетов и может их исправить самостоятельно или с небольшой помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент

- правильно понимает сущность вопроса, но в ответе имеются отдельные пробелы в усвоении вопросов курса «Техническая механика», не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала;
- допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент

- не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы и допустил больше ошибок и недочетов, чем необходимо для оценки 3.
- не может ответить ни на один из поставленных вопросов.

В соответствии с учебным планом программы подготовки специалистов среднего звена по специальности по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям) и рабочей программой на практические работы по дисциплине **Техническая механика** отводится 10 час.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ п/п	Название практической работы	Кол-во
-------	------------------------------	--------

		часов
1.	Практическая работа № 1. Плоская сходящаяся система сил. Определение главного вектора и главного момента плоской системы сил	2
2.	Практическая работа № 2. Опоры балочных систем. Определение реакций в опорах	2
3.	Практическая работа № 3. Определение положения центра тяжести плоской фигуры	2
4.	Практическая работа № 4. «Расчеты заклепочных и сварных соединений»	2
5.	Практическая работа № 5. Внутренние силовые факторы. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Расчет на прочность при изгибе.	2

3 СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Практическая работа № 1

Плоская сходящаяся система сил. Определение главного вектора и главного момента плоской системы сил

Цель: обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

Задание: Плоская система сходящихся сил

Расчетные формулы

Равнодействующая системы сил

$$F_{\Sigma} = \sqrt{F_{\Sigma x}^2 + F_{\Sigma y}^2}; \quad F_{\Sigma x} = \sum_0^n F_{kx}; \quad F_{\Sigma y} = \sum_0^n F_{ky},$$

где $F_{\Sigma x}$, $F_{\Sigma y}$ — проекции равнодействующей на оси координат; F_{kx} , F_{ky} — проекции векторов-сил системы на оси координат.

$$\cos \alpha_{\Sigma x} = \frac{F_{\Sigma x}}{F_{\Sigma}},$$

где α — угол равнодействующей с осью Ox .

Условие равновесия

$$\begin{cases} \sum_0^n F_{kx} = 0; \\ \sum_0^n F_{ky} = 0. \end{cases}$$

Если плоская система сходящихся сил находится в равновесии, многоугольник сил должен быть замкнут.

Пример 1. Решение задачи на равновесие аналитическим способом.

Грузы подвешены на стержнях и канатах и находятся в равновесии. Определить реакции стержней АВ и СВ (рис. П1.2).

Решение

1. Определяем вероятные направления реакций (рис. П1.2а). Мысленно убираем стержень АВ, при этом стержень СВ опускается, следовательно, точка В отодвигается от стены: назначение стержня АВ — тянуть точку В к стене. Если убрать стержень СВ, точка В опустится, следовательно, стержень СВ поддерживает точку В снизу — реакция направлена вверх.
2. Освобождаем точку В от связи (рис. П1.2б).

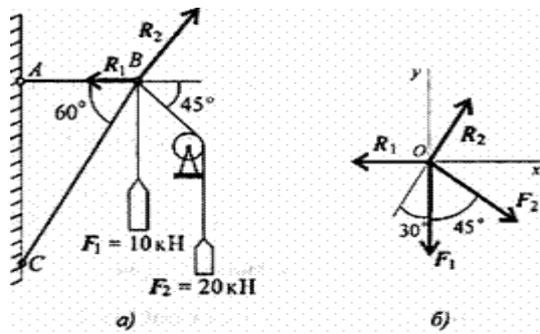


Рис. П1.2

3.

Выберем направление осей координат, ось Ox совпадает с реакцией R_1 .

4. Запишем уравнения равновесия точки В:

$$\sum_0^n F_{kx} = -R_1 + R_2 \cos 60^\circ + F_2 \cos 45^\circ = 0;$$

$$\sum_0^n F_{ky} = R_2 \cos 30^\circ - F_1 - F_2 \cos 45^\circ = 0.$$

5. Из второго уравнения получаем:

$$R_2 = \frac{F_1 + F_2 \cos 45^\circ}{\cos 30^\circ}; \quad R_2 = \frac{10 + 20 \cdot 0,7}{0,866} = 27,87 \text{ кН.}$$

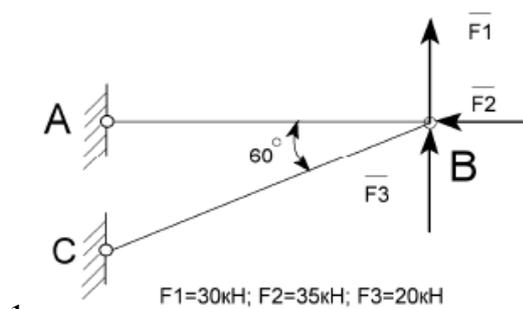
Из первого уравнения получаем:

$$R_1 = R_2 \cos 60^\circ + F_2 \cos 45^\circ; \quad R_1 = 28,07 \text{ кН.}$$

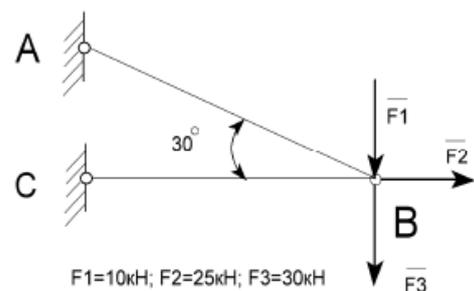
Вывод: стержень АВ растянут силой 28,07 кН, стержень СВ сжат силой 27,87 кН.

Варианты заданий :

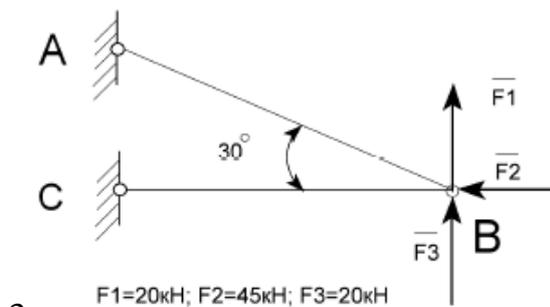
Определить усилия в стержнях, изображенных на рисунке. Номер схемы взять соответственно вашему варианту.



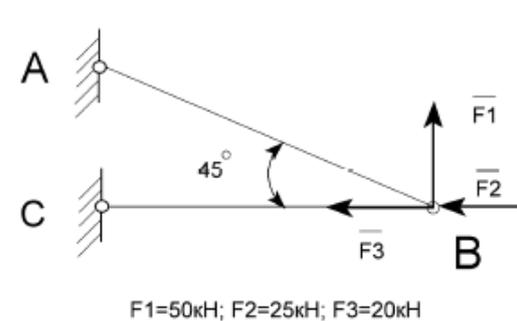
1.



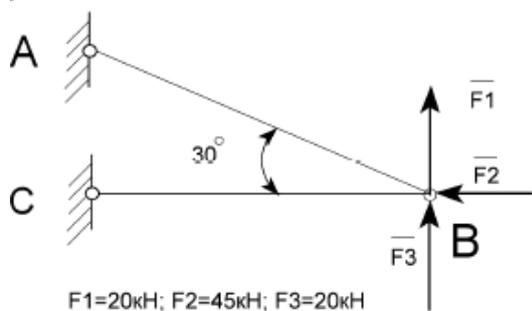
2.



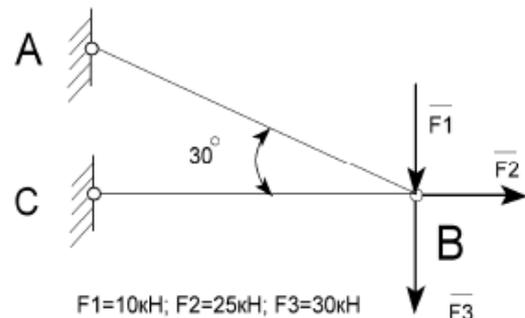
3.



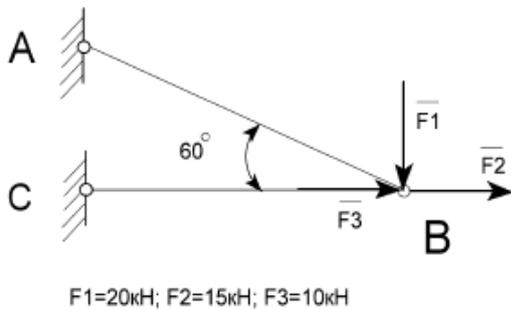
4



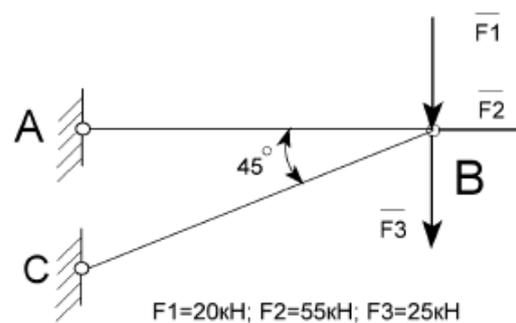
5



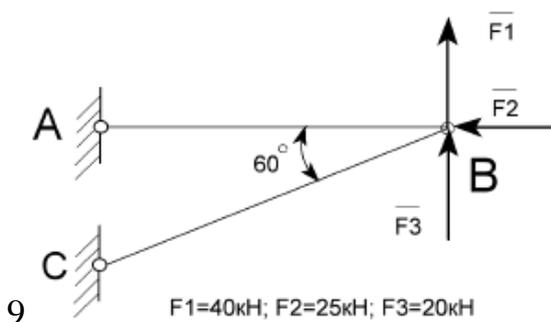
6



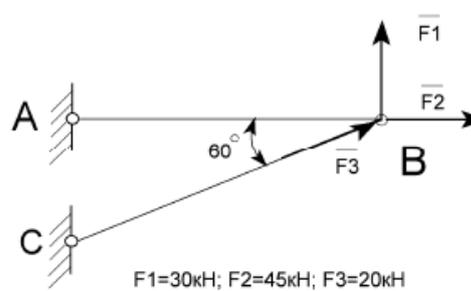
7



8



9



10

Контрольные вопросы

1. Как производится графическое сложение сил, приложенных к твёрдому телу в одной точке? Влияет ли порядок сложения векторов при построении силового многоугольника на величину равнодействующей?
2. Каково направление равнодействующей силы в силовом многоугольнике?
3. Можно ли построив силовой многоугольник, сделать вывод об уравновешенности заданной системы?
4. Как определяется проекция силы на ось? В каком случае она равна нулю?
5. Каково аналитическое условие равновесия плоской системы сходящихся сил?
6. В каких случаях следует графический способ определения равнодействующей, а в каких – аналитический?
7. Как можно произвести уравновешивание плоской системы сходящихся сил?

Итог работы: Студент сдает практическую работу преподавателю в установленный срок, отвечая на теоретические вопросы, поясняя ход выполнения практической работы.

Практическая работа № 2

Опоры балочных систем. Определение реакций в опорах.

Цель: обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

Задание:

Задана горизонтальная двух опорная балка. Балка нагружена активными силами: сосредоточенной F , распределенной силой интенсивностью q и парой сил с моментом M (табл.2.1 и рис 2.1).

Порядок выполнения работы

1. В соответствии с заданием изобразить балку и действующие заданные силы. Выбрать расположение координатных осей: совместить ось x с балкой, а ось y направить перпендикулярно оси x .
1. Произвести необходимые преобразования: силу, наклоненную к оси балки под углом α , заменить двумя взаимно перпендикулярными составляющими, а равномерно распределенную нагрузку – её равнодействующей.
2. Освободить балку от опор, заменив их действие реакциями опор, направленными вдоль осей координат.
3. Составить уравнения равновесия балки, чтобы решением каждого из трёх уравнений было определение одной из неизвестных реакций опор.
4. Проверить правильность определения реакций опор по уравнению, которое не было использовано для решения задач.
5. Сделать вывод о наиболее нагруженной опоре.
6. Ответить на контрольные вопросы.

Пример выполнения

Задача : $q = 5 \text{ Н/м}$, $F = 25 \text{ Н}$, $M = 2 \text{ Н}\times\text{м}$, $\alpha = 60^\circ$

2.Преобразование заданных сил:

$$F_x = F \cos \alpha = 25 \cos 60^\circ = 12.500 \text{ Н}, F_y = F \sin \alpha = 25 \sin 60^\circ = 21,625 \text{ Н}$$

$$Q = q \times L = 5 \times 6 = 30 \text{ Н}.$$

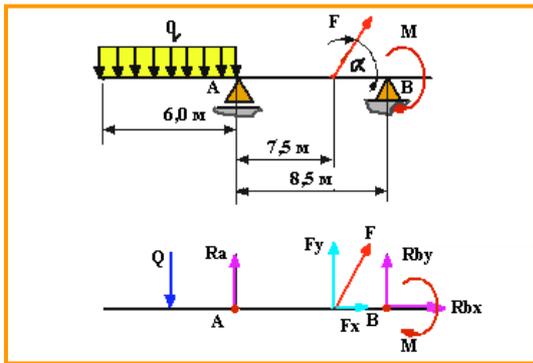


Рисунок 2.1

3. Составим расчётную схему (рис.2.1)

4. Уравнения равновесия и определение реакций опор:

а) $\sum M_{ia} = 0; +Q \times 3 + F_y \times 7.5 + R_B \times 8.5 - M = 0;$

$$R_B = \frac{-Q \times 3 - F_y \times 7.5 + M}{8.5} = \frac{-30 \times 3 - 21,651 \times 7.5 + 2}{8.5} = -29,927 \text{ Н}$$

б) $\sum M_{iB} = 0: -R_{Ay} \times 8.5 + Q \times 5.5 - F_y \times 1 - M = 0;$

$$R_{Ay} = \frac{-Q \times 5.5 + F_y \times 1 + M}{8.5} = \frac{-30 \times 5.5 + 21,651 \times 1 + 2}{8.5} = -21,724 \text{ Н}$$

в) $\sum F_{ix} = 0: R_{Ax} + F_x = 0: R_{Ax} = -F_x = -12.500 \text{ Н.}$

5. Проверка:

$$\sum F_{iy} = 0; R_{Ay} = -Q + F_y + R_B = 0; -21,724 + 30 - 21,625 - 29,927 = 0; 0 = 0$$

Вывод:

Наиболее нагруженной является опора В – $R_B = 29,927 \text{ Н}$. Нагрузка на опору А – R_A

$$= \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2} = \sqrt{12,5^2 + 21,724^2} = 25,063 \text{ Н}$$

Таблица 2.1

№ варианта	№ схемы на рис. 3.2	q, Н/м	F, Н	M, Н × м	α, град
1	1	5	40	10	30
2	2	1	60	54	45
3	3	5	80	25	60
4	4	4	10	8	120
5	5	5	50	35	90
6	6	8	12	20	30
7	7	2	50	35	45
8	8	4	18	15	60
9	9	4	15	2	90
10	10	4	50	10	120

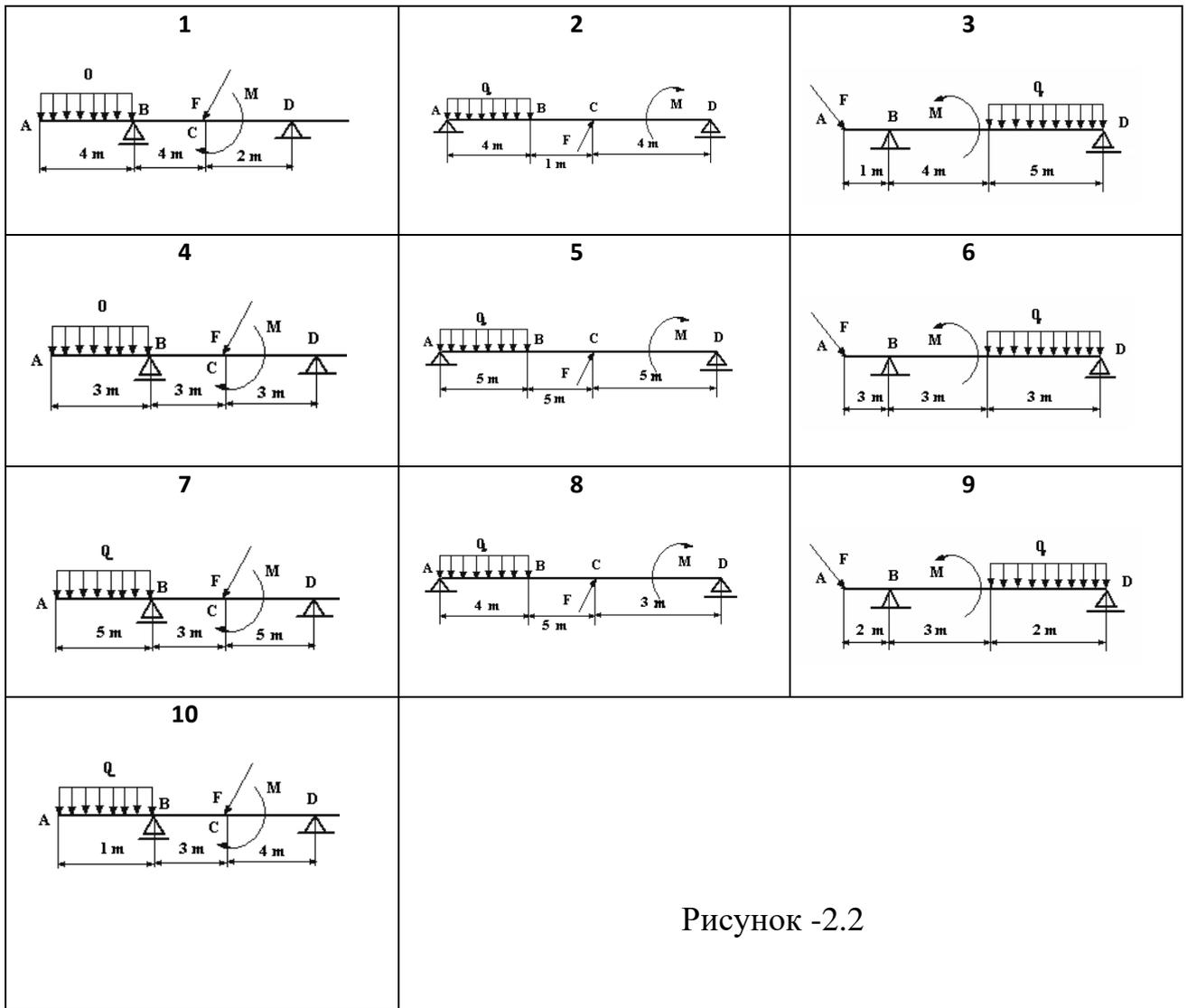


Рисунок -2.2

Контрольные вопросы:

1. Сколько независимых уравнений равновесия можно составить для плоской системы параллельных сил?
2. Какие составляющие реакции опор балок возникают в шарнирно – подвижной, шарнирно – неподвижной опорах и жёсткой заделке?
3. Какую точку целесообразно выбрать в качестве центра момента при определении реакций опор?
4. Какая система является статически неопределимой?

Итог работы: Студент сдает практическую работу преподавателю в установленный срок, отвечая на теоретические вопросы, поясняя ход выполнения практической работы.

Практическая работа № 3

Определение положения центра тяжести плоской фигуры

Цель: обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

Задание:

Пример. Определим положение центра тяжести сечения, состоящего из простых геометрических фигур (рисунок 3.1).

Дано: $a = 2,0$ м; $b = 3,0$ м; $h_1 = 4,0$ м; $h_2 = 3,0$ м; $d = 2,0$ м. Определить: X_c ; Y_c .

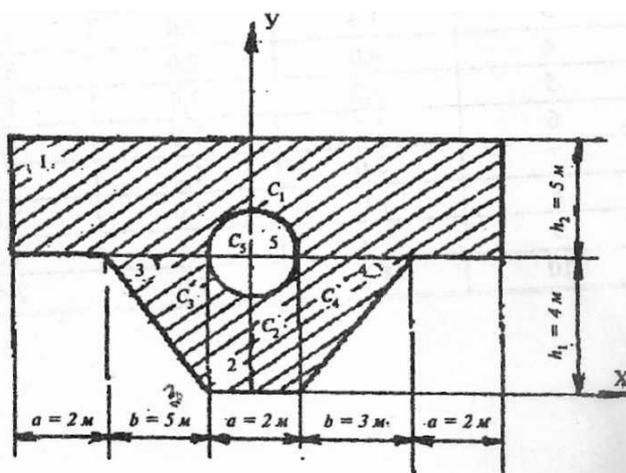


Рисунок 3.1- Сечение для расчета центра тяжести

Решение:

1. Чертим сечение в масштабе 1:200 (рис. 3.1).
2. Разбиваем сечение на пять фигур: два прямоугольника, два треугольника и круг. Они обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5.
3. Укажем центры тяжести простых фигур: точки C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 .
4. Выбираем систему координат. Ось X проведем через нижнюю грань сечения, а ось Y совместим с осью симметрии сечения.

5. Определяем координаты центров тяжести отдельных фигур:

точка C_1 $X_1 = 0$; $Y_1 = h_1 + h_2/2 = 4 + 3/2 = 5,5$ м;

точка C_2 $X_2 = 0$; $Y_2 = h_1/2 = 2$ м;

точка C_3 $X_3 = -b/3 = -2,0$ м; $Y_3 = 2/3 \times h_1 = 2/3 \times 4 = 2,67$ м;

точка C_4 $X_4 = b/3 + a/2 = 2,0$ м; $Y_4 = 2/3 \times h_1 = 2/3 \times 4 = 2,67$ м;

точка C_5 $X_5 = 0$; $Y_5 = h_1 = 4$ м.

6. Вычисляем площадь отдельных фигур:

$A_1 = (3 \times a + 2 \times b) \times h_2 = 12 \times 3 = 36$ м²;

$A_2 = a \times h_1 = 2 \times 4 = 8$ м²;

$A_3 = A_4 = 1/2 \times b \times h_1 = 1/2 \times 3 \times 4 = 6$ м²;

$A_5 = -\pi d^2/4 = -3,14 \times 2^2/4 = -3,14$ м².

(Площадь отверстия считаем отрицательной.) Тогда площадь всей фигуры:

$$A = \sum A_R = 36 + 8 + 2 \times 6 - 3,14 = 52,86 \text{ м}^2.$$

7. Вычисляем статические моменты площади относительно координатных осей:

$$S_y = \sum X_R \times A_R = 0 \times 36 + 0 \times 8 - 2 \times 6 + 2 \times 6 - 0 \times 3,14 = 0;$$

$$S_x = \sum Y_R \times A_R = 5,5 \times 36 + 2 \times 8 + 2 \times 2,67 \times 6 - 4 \times 3,14 = 233,5 \text{ м}^3.$$

8. Вычисляем координаты центра тяжести сечения по формулам:

$$X_c = S_y / A; \quad Y_c = S_x / A$$

Получаем в нашей задаче:

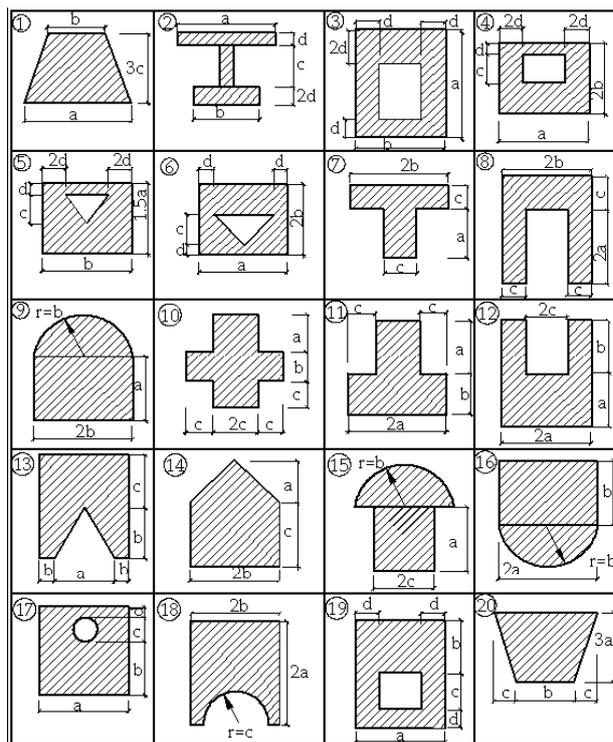
$$X_c = 0; \quad Y_c = 233,5 \text{ м}^3 / 52,86 \text{ м}^2 = 4,42 \text{ м}$$

9. Показываем на рис. 9 положение центра тяжести сечения С и проводим центральные оси $X_c Y_c$. Проверку правильности решения можно осуществить, вычислив статический момент площади относительно центральной оси X_c . Он должен быть равен нулю. Получаем:

$$S_{X_c} = 1,08 \times 36 - 2,42 \times 8 - 2 \times 1,75 \times 6 - 0,42 \times (-3,14) = 40,20 - 40,26 = -0,06 \approx 0.$$

Погрешность: $\delta = 0,06 / 40,26 \times 100 \% = 0,15\%$.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ:



Итог работы: Студент сдает практическую работу преподавателю в установленный срок, поясняя ход выполнения практической работы.

Практическая работа № 4

Расчеты заклепочных и сварных соединений

Цель: обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

Задание:

1. Повторить по учебнику тему «Растяжение и сжатие».
2. Выпишите данные для вашего варианта (согласно нумерации в журнале).

№ варианта	F, КН	h, мм	№ варианта	F, КН	h, мм	№ варианта	F, КН	h, мм
1	3	3	11	3	3	21	3	3
2	4	4	12	4	4	22	4	4
3	5	5	13	5	5	23	5	5
4	6	6	14	6	6	24	6	6
5	7	7	15	7	7	25	7	7
6	3	3	16	3	3	26	3	3
7	4	4	17	4	4	27	4	4
8	5	5	18	5	5	28	5	5
9	6	6	19	6	6	29	6	6
10	7	7	20	7	7	30	7	7

3. Рассмотрите пример решения.

Пример. Проверить прочность стержня на растяжение его головки на срез и опорной поверхности под головкой на смятие, если допускаемые напряжения

$$[\sigma_p] = 110 \text{ Н/мм}^2, [\tau_{ср}] = 60 \text{ Н/мм}^2 \text{ и } [\sigma_{см}] = 120 \text{ Н/мм}^2 .$$

Решение

1. Диаметр стержня $d = 5 \text{ мм}$, следовательно, площадь поперечного сечения стержня

$$A = \pi d^2/4 = \pi 5^2/4 = 19,6 \text{ мм}^2, \text{ а нормальная сила в этом сечении } N = F = 2 \text{ кН} = 2000 \text{ Н}.$$

Рабочее напряжение в поперечном сечении $\sigma = N/A = 2000 / 19,6 = 102 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma_p]$.

2. Головка стержня может быть срезана по цилиндрической поверхности диаметром $d = 5 \text{ мм}$ и высотой $h = 2 \text{ мм}$, т.е. $A_{ср} = \pi dh = \pi 5 \cdot 2 = 31,4 \text{ мм}^2$.

$$\text{Следовательно, при } Q = F \text{ рабочее напряжение среза } [\tau_{ср}] = Q/A_{ср} = 2000 / 31,4 = 63,7 \text{ Н/мм}^2 > [\tau_{ср}].$$

Перегрузка составляет $[(63,7 - 60) / 60] \cdot 100\% = 6,33\%$, что не допустимо. Необходимо, либо снизить нагрузку, либо взять стержень с более высокой головкой.

3. Поверхность контакта между головкой стержня и опорой имеет форму плоского кольца, т.е. $A_{см} = [\pi (D^2 - d^2)] / 4$.

Рабочее напряжение определяем по формуле

$$\sigma_{см} = (F \cdot 4) / [\pi (D^2 - d^2)] = 2000 \cdot 4 / [\pi (8^2 - 5^2)] = 65 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma_{см}].$$

4. Решите свой вариант. 5. Ответьте на вопросы. 6. Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Что такое допускаемое напряжение и как оно выбирается в зависимости от свойств материалов?
2. Как можно данную статически определимую систему превратить в статически неопределимую?
3. На каких допущениях основаны расчеты на срез и смятие?
4. Как определяется площадь смятия, если поверхность смятия: а) плоская; б) цилиндрическая?

Итог работы: Студент сдает практическую работу преподавателю в установленный срок, отвечая на теоретические вопросы, поясняя ход выполнения практической работы.

Практическая работа № 5

Внутренние силовые факторы. Эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

Цель: обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;

Пример выполнения задания.

Определение поперечных сил и изгибающих моментов - сечение 1

Отбросим правую часть балки и заменим ее действие на левую часть поперечной силой Q_{y1} и изгибающим моментом M_{x1} . Для удобства вычисления закроем отбрасываемую правую часть балки листком бумаги, совмещая левый край листка с рассматриваемым сечением 1.

Поперечная сила в сечении 1 балки равна алгебраической сумме всех внешних сил, которые видим после закрытия.

Видим только реакцию опоры, направленную вниз. Таким образом, поперечная сила равна: $Q_{y1} = -R_A = -15$ кН.

Знак «минус» нами взят потому, что сила R_A вращает видимую нами часть балки относительно первого сечения против хода часовой стрелки (или потому, что одинаково направлена с направлением поперечной силы по правилу знаков)

Изгибающий момент в сечении 1 балки, равен алгебраической сумме моментов всех усилий, которые мы видим после закрытия отброшенной части балки, относительно рассматриваемого сечения 1.

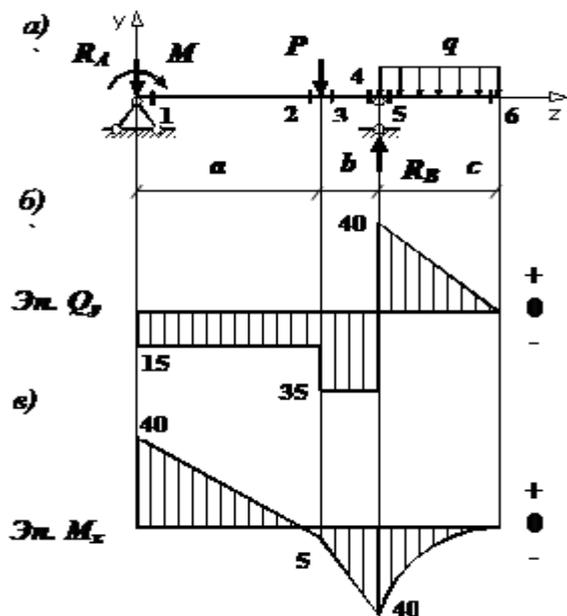


Рисунок 5.1

Видим два усилия: реакцию опоры R_A и момент M . Однако у силы R_A плечо практически равно нулю. Поэтому изгибающий момент равен:

$$M_{x1} = +M = 40 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Здесь знак «плюс» нами взят потому, что внешний момент M изгибает видимую нами часть балки выпуклостью вниз. (или потому, что противоположно направлен направлению изгибающего момента по правилу знаков)

Определение поперечных сил и изгибающих моментов - сечение 2

В отличие от первого сечения, у силы реакции R_A появилось плечо, равное a . поперечная сила:

$$Q_{y2} = -R_A = -15 \text{ кН};$$

изгибающий момент:

$$M_{x2} = +M - R_A a = +40 - 15 \cdot 3 = -5 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Определение поперечных сил и изгибающих моментов - сечение 3

поперечная сила:

$$Q_{y3} = -R_A - P = -15 - 20 = -35 \text{ кН};$$

изгибающий момент:

$$M_{x3} = +M - R_A a = +40 - 15 \cdot 3 = -5 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Определение поперечных сил и изгибающих моментов - сечение 4

Теперь удобнее закрывать листком левую часть балки.

поперечная сила:

$$Q_{y4} = -R_B + qc = -75 + 20 \cdot 2 = -35 \text{ кН};$$

изгибающий момент:

$$M_{x4} = -qc(c/2) = -20 \cdot 2 \cdot (2/2) = -40 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Определение поперечных сил и изгибающих моментов - сечение 5

поперечная сила:

$$Q_{y5} = +qc = +20 \cdot 2 = +40 \text{ кН};$$

изгибающий момент:

$$M_{x5} = -qc(c/2) = -20 \cdot 2 \cdot (2/2) = -40 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Определение поперечных сил и изгибающих моментов - сечение 1

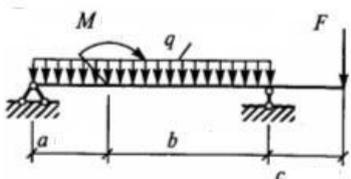
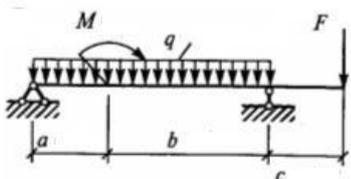
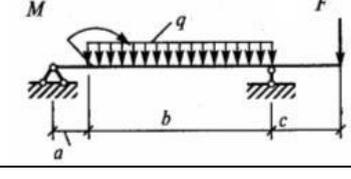
поперечная сила и изгибающий момент:

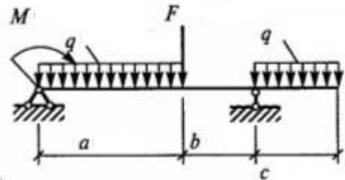
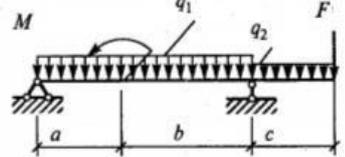
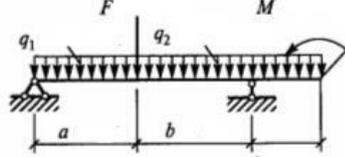
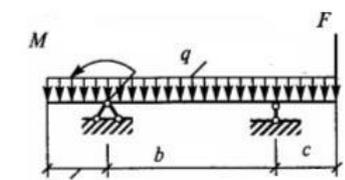
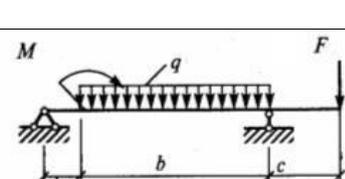
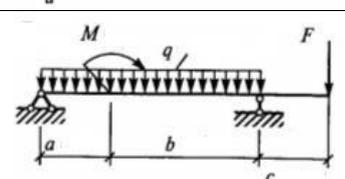
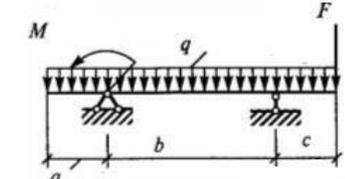
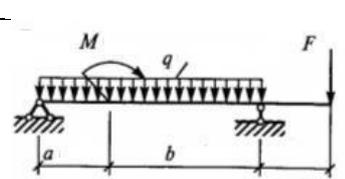
$$Q_{y6} = M_{x6} = 0$$

По найденным значениям производим построение эпюры поперечных сил Q_y (рис. 5.1, б) и изгибающих моментов M_x (рис. 5.1, в).

Задание: Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

вариант		M, кН·м	$\frac{\text{кН}}{\text{м}}$ Q,	F, кН	a, м	b, м	c, м
1		10	15	20	2	3	2
2		15	7	10	1	4	2

3		50	8	25	3	2	2
4		50	5	50	2	3	2
5		80	7	25	2	3	1
6		60	8	40	1	3	1
7		70	5	20	1	4	2
8		25	4	25	2	3	2
9		30	6	30	1	3	1
10		35	9	40	2	3	2

Итог работы: Студент сдает практическую работу преподавателю в установленный срок, поясняя ход выполнения практической работы.

4 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Основные :

- О-1. Кузьмина. Н.А. Техническая механика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/Н.А. Кузьмина,- Ростов-на-Дону: Феникс, 2020.-205 с.
- О-2. ГОСТ 2 105 – 95 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Общие требования к текстовым документам.
- О-3. ГОСТ 8239 Двутавры стальные горячекатаные.
- О-4. ГОСТ 8240 – 89 Швеллеры стальные горячекатаные.
- О-5. ГОСТ 8509 – 93 Уголки стальные горячекатаные равнополочные.
- О-6. ГОСТ 23360-78. Соединения шпоночные с призматическими шпонками.
- О-7. ГОСТ 2. 301-68. Таблицы перечня элементов.
- О-8. ГОСТ 2.402-68; ГОСТ 2.403-75; ГОСТ 2.404-75; ГОСТ 2.405-75; ГОСТ 8.406-79 Условные изображения зубчатых колес на рабочих чертежах.
- О-9. ГОСТ 2.315-68; ГОСТ 22032-76; ГОСТ 1491-80. Разъемные и неразъемные соединения.
- О-10. ГОСТ 25.346-82. Допуски и посадки.
- О-11. ГОСТ 2.311-68. Классификация резьбы.

Дополнительные :

- Д-1.Брадис, В.М.Четырехзначные математические таблицы : таблицы / В.М. Брадис. -М.: Просвещение, 2009.- 56с.
- Д-2. Мовнин, М.С. Техническая механика: учебник/ М.С. Мовнин, А.Б. Израелит, А.Г. Рубашкин.- Л.: Машиностроение, 1982.-288 с.
- Д-3.Олофинская, В.П. Техническая механика. Сборник тестовых заданий : учебное пособие/ В.П. Олофинская. – М.: Форум, Инфра-М, 2002.- 132 с.
- Д-4. Эрдеди, А.А. Техническая механика: учебник /А.А. Эрдеди, Н.А. Эрдеди.- М.: Академия, 2014.-528 с.

4.2 Электронные издания (электронные ресурсы)

- 1.Сопромат [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.sopromatt.ru.
- 2.Лекции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://technical-mechanics.narod.ru>.
3. Лекции, примеры решения задач [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.isopromat.ru/>.

4. Лекции, примеры решения задач [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://teh-meh.ucoz.ru>.
5. Этюды по математике и механике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.etudes.ru>.
6. Лекции, расчётно-графические работы, курсовое проектирование, методические указания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.detalmach.ru/>.
7. Иванов М.Н. Детали машин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [lib.mexmat.ru>books/](http://lib.mexmat.ru/books/).
8. Кузьмина. Н.А. Техническая механика: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/Н.А. Кузьмина,- Ростов-на-Дону: Феникс, 2020.-205 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : (-ЭБС Лань)

**5 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ , ВНЕСЕННЫХ В
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

№ изменения, дата внесения, № страницы с изменением	
Было	Стало
Основание:	
Подпись лица, внесшего изменения	