

Государственное бюджетное профессиональное образовательное
учреждение Иркутской области «Усть-Илимский техникум
лесопромышленных технологий и сферы услуг»

(ГБПОУ «УИ ТЛТУ»)

ДОМАШНЯЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ОП.03 ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Методические указания для обучающихся по специальности
35.02.02 Технология лесозаготовок

заочной формы обучения

Усть-Илимск, 2022

Рассмотрена и одобрена
на заседании методического
объединения
«Профессионального цикла» (ППССЗ)
«26» мая 2022 г. протокол № 10
Председатель методической
объединения
Светлана Николаевна Старченко

Разработчик: Санаева Анна Викторовна, кандидат педагогических
наук, преподаватель

Методические указания предназначены для обучающихся по специальности 35.02.02 Технология лесозаготовок заочной формы обучения по учебной дисциплине ОП.03 Техническая механика.

Методические указания содержат алгоритмы примеров и варианты домашних контрольных работ. Работы выполняются по индивидуальным вариантам, назначенные преподавателем. Содержание тем и заданий соответствуют ФГОС всех инженерно-технических направлений.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2. ПЛАНИРОВАНИЕ ДОМАШНИХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ	6
3. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ	7
4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ДОМАШНИХ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ	25

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания разработаны для оказания помощи обучающимся при выполнении практических заданий по учебной дисциплине ОП.03 Техническая механика по специальности 35.02.02 Технология лесозаготовок.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся **должен:**

- **уметь:**
- выполнять несложные расчеты элементов конструкций и деталей машин, механических передач и простейших сборочных единиц;
- **знать:**
- законы статики, кинематики, динамики;
- основы расчетов элементов конструкций и деталей машин;
- основы расчетов механических передач и простейших сборочных единиц общего назначения.

В результате выполнения практических заданий у обучающегося формируются следующие общие и (или) профессиональные компетенции:

В результате освоения учебной дисциплины у обучающихся формируются:

- общие компетенции (ОК):

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

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

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

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

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

- профессиональные компетенции (ПК)

ПК 1.1. Проводить геодезические и таксационные измерения.

ПК 1.2. Планировать и организовывать топологические процессы заготовки и хранения древесины, выбирать лесозаготовительную технику и

оборудование в рамках структурного подразделения.

ПК 1.3. Выбирать технологию и систему машин для комплексной переработки низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок в рамках структурного подразделения.

ПК 1.4. Организовывать лесовосстановление на вырубленных участках.

ПК 2.1. Планировать и организовывать технологические процессы строительства временных лесотранспортных дорог и обеспечивать их эксплуатацию.

ПК 2.2. Обеспечивать эксплуатацию лесотранспортных средств.

ПК 2.3. Организовывать перевозки лесопродукции.

ПК 3.1. Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения.

ПК 3.2. Участвовать в управлении выполнения поставленных задач в рамках структурного подразделения.

ПК 3.3. Оценивать и корректировать деятельность структурного подразделения.

2. ПЛАНИРОВАНИЕ ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Наименование раздела, темы	Номер, название практической работы
Раздел 1. Теоретическая механика.	<i>ДКР №1:</i> Решение задач.
Раздел 2. Сопротивление материалов	
Тема 2.1. Условия равновесия	<i>ДКР №2:</i> Определение реакций опор балки
Тема 2.2. Основные положения	<i>ДКР №3:</i> Определить реакции заделки
Тема 2.4 Практические расчеты на срез и смятие	<i>ДКР №4:</i> Определить реакции опоры балки или заделки и построение эпюра.
Тема 2.7. Устойчивость сжатых стержней	<i>ДКР №5:</i> Построение эпюра нормальных напряжений для стержня постоянного сечения

3. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ДКР

Решение практических работ по технической механике (в том числе задач, расчетно-графических и контрольных работ по теоретической механике и сопротивлению материалов).

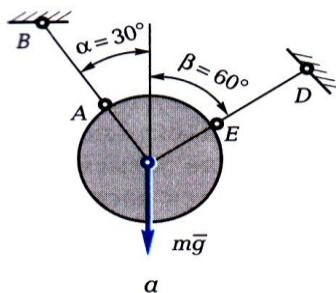
Ниже рассмотрены примеры решения практических работ.

Здесь в каждом задании показаны основные этапы расчетов. Подробные решения со всеми пояснениями приведенной перед каждой задачи. ДКР выполняются в тетради 48 листов в клетку. Каждое задание оформляется:

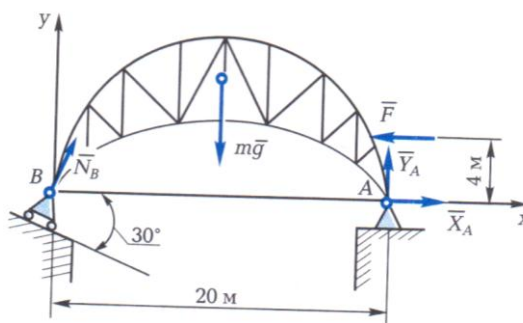
Дано:	Решение:
Найти:	схема условия задания, дополнительные построения и эпюры (если требуется по условию)
Ответ:	

ДКР №1: Решение задач.

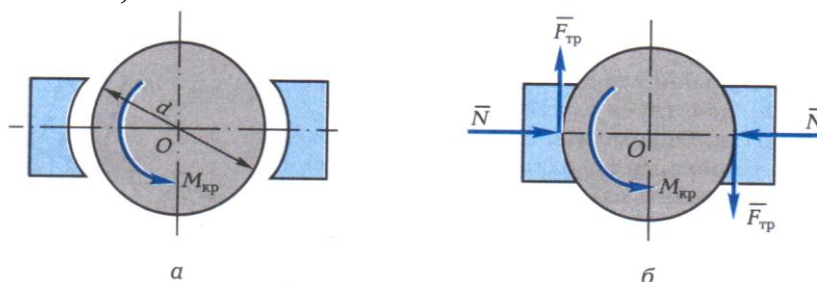
- 1) Определить натяжение нитей, удерживающих тело весом 4 Н в равновесии.



- 2) На ферму весом 150кН действует ветер с силой $F=25$ кН. Определить реакции опор.



- 3) На стальной вал диаметром $d=0,6$ м действует крутящий момент $M_{кр} = 550$ кН*м. Определить с какой силой нужно сжать тормозные колодки, обтянуты кожей, чтобы остановить вал.



ДКР 2: Определение реакций опор балки.
Последовательность решения задачи

1. Балку освободить от связей (связи) и их (его) действие заменить силами реакций.

2. Выбрать координатные оси.

3. Составить и решить уравнения равновесия.

Реакции опор можно определить, исходя из трех форм уравнений равновесия:

$$\begin{array}{lll} \text{a)} & \sum F_{ix} = 0; & \text{б)} & \sum F_{ix} = 0; & \text{в)} & \sum M_A = 0; \\ & \sum F_{iy} = 0; & & \sum M_A = 0; & & \sum M_B = 0; \\ & \sum M_A = 0; & & \sum M_B = 0; & & \sum M_C = 0. \end{array}$$

4. Проверить правильность решения задачи. Проверку необходимо производить по тому уравнению равновесия, которое не было использовано при решении данной задачи (задача решена правильно лишь в том случае, если после постановки значений активных и реактивных сил в уравнение равновесия выполняется условие равновесия).

5. Сделать анализ решенной задачи (если при решении задачи реакции опор или реактивный момент получается отрицательным, то их действительное направление противоположно принятому).

Пример . Определить реакции опор балки, если известно $F = 20 \text{ кН}$, $M = 10 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $q = 1 \text{ кН/м}$ (рис. 1).

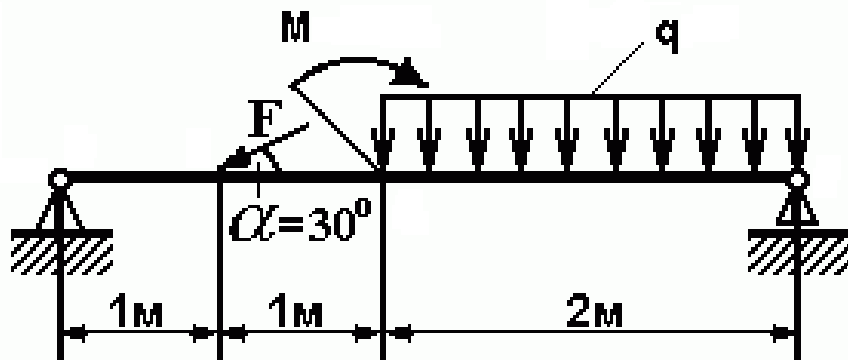


Рис. 1 - Схема задачи

Решение:

1. Изображаем балку вместе с нагрузками.

2. Выбираем расположение координатных осей, совместив ось X с балкой, а ось Y направив перпендикулярно оси X.

3. Производим необходимые преобразования заданных активных сил: силу, накопленную к оси балки под углом α, заменяем двумя взаимно перпендикулярными составляющими

$$F_x = F \cdot \cos 30^\circ = 20 \cdot 0,866 = 17,32 \text{ кН}$$

$$F_y = F \cdot \sin 30^\circ = 20 \cdot 0,5 = 10 \text{ кН},$$

а равномерно распределенную нагрузку - её равнодействующей

$$Q = q \cdot CD = 1 \cdot 2 = 2 \text{ кН},$$

Равнодействующая Q приложена в середине участка CD, в точке К (рис. 2).

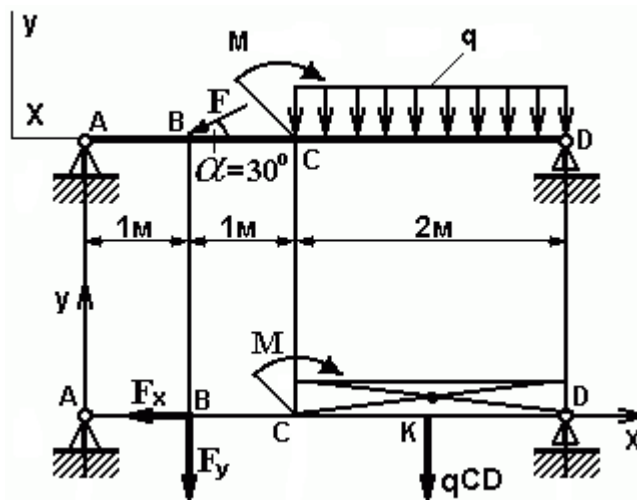


Рис. 2 - Схема преобразования заданных активных сил

4. Освобождаем балку от опор, заменив их опорными реакциями, направленными вдоль выбранных осей координат (рис 3).

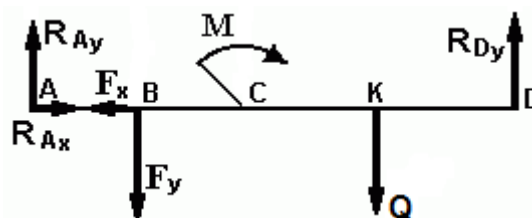


Рис. 3 - Схема реакций балки

5. Составляем уравнения равновесия статики для произвольной плоской системы сил таким образом и в такой последовательности, чтобы решением каждого из этих уравнений было определение одной из неизвестных реакций опор и определяем неизвестные реакции опор.

$$\sum M_A = 0; \quad F_y \cdot AB + M + Q \cdot AK - R_{Dy} \cdot AD = 0 \quad (1)$$

$$\sum M_D = 0; \quad R_{Ay} \cdot AD - F_y \cdot BD + M - Q \cdot KD = 0 \quad (2)$$

$$\sum F_{ix} = 0; \quad R_{Ax} - F_x = 0 \quad (3)$$

6. Определяем реакции опор балок R_{Ay} , R_{Dy} и R_{Ax} решая уравнения.

Из уравнения (1) получаем

$$R_{Dy} = F_y \cdot AB + M + Q \cdot AK / AD = 10 \cdot 1 + 10 + 2 \cdot 3 / 4 = 6,5 \text{ кН}$$

Из уравнения (2) получаем

$$R_{Ay} = F_y \cdot BD - M + Q \cdot KD / AD = 10 \cdot 3 - 10 + 2 / 4 = 5,5 \text{ кН}$$

Из уравнения (3) получаем

$$R_{Ax} = F_x = F \cdot \cos 30^\circ = 20 \cdot 0,866 = 17,32 \text{ кН}$$

7. Проверяем правильность найденных результатов:

$$\sum F_{iy} = 0; \quad R_{Ay} - F_y - Q + R_{Dy} = 5,5 - 10 - 2 + 6,5 = 0$$

Условие равновесия $\sum F_{iy} = 0$ выполняется, следовательно, реакции опор найдены верно.

Варианты

Условие к ДКР 2. Определить реакции опор двухопорной балки (рисунок 7). Данные своего варианта взять из таблицы 1

Таблица 1 - Исходные данные

Номер схемы на рисунке 7										F	q	M
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Варианты										$кН$	$кН/м$	$кНм$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	2	28
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	30	4	8
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	40	2	24

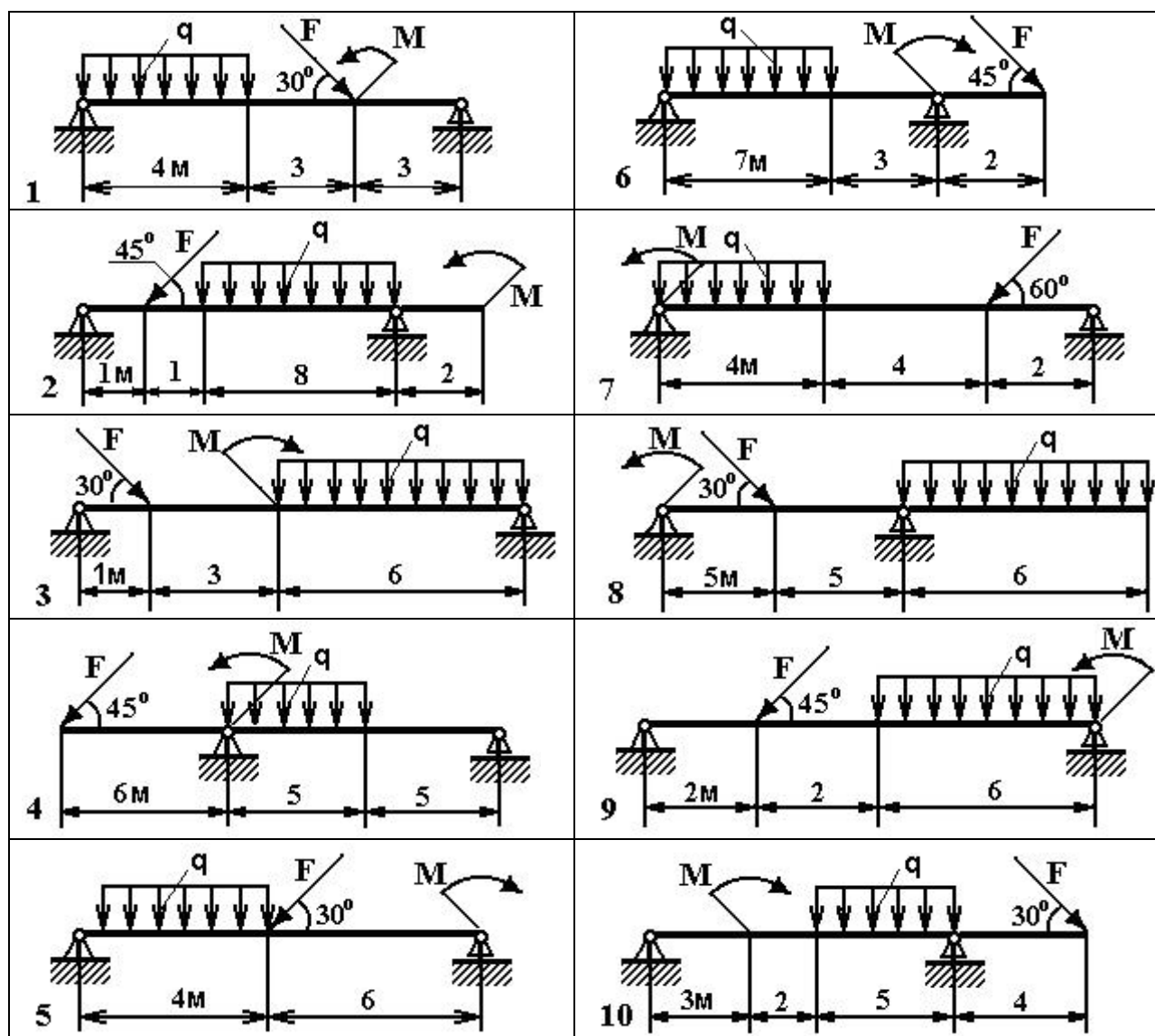


Рис. 7 - Схема задачи

ДКР №3: Определить реакции заделки
Последовательность решения задачи

Пример. Определить реакции заделки, если известно $F = 20 \text{ кН}$, $M = 10 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $q = 1 \text{ кН/м}$ (рис. 4).

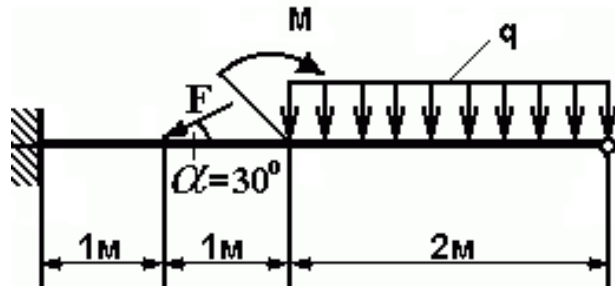


Рис. 4 - Схема задачи

Решение:

1. Изображаем балку вместе с нагрузками.
2. Выбираем расположение координатных осей, совместив ось X с балкой, а ось Y направив перпендикулярно оси X .
3. Производим необходимые преобразования заданных активных сил: силу, накопленную к оси балки под углом α , заменяем двумя взаимно перпендикулярными составляющими

$$F_x = F \cdot \cos 30^\circ = 20 \cdot 0,866 = 17,32 \text{ кН}$$

$$F_y = F \cdot \sin 30^\circ = 20 \cdot 0,5 = 10 \text{ кН},$$

а равномерно распределенную нагрузку - её равнодействующей

$$Q = q \cdot CD = 1 \cdot 2 = 2 \text{ кН},$$

Равнодействующая Q приложена в середине участка CD , в точке K (рис. 5).

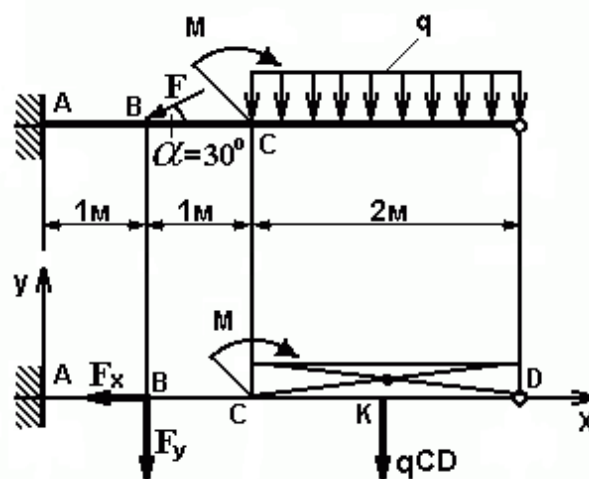


Рис. 5 - Схема преобразования заданных активных сил

4. Освобождаем балку от заделки, заменив её опорными реакциями, направленными вдоль выбранных осей координат и реактивным моментом (моментом заделки, M_3) (рис 6).

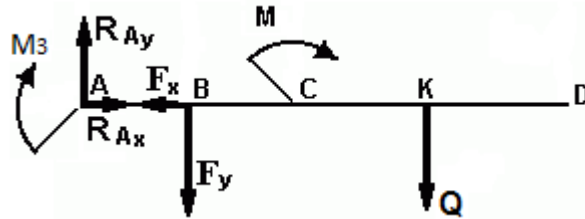


Рис. 6 - Схема реакций балки

5. Составляем уравнения равновесия статики для произвольной плоской системы сил таким образом и в такой последовательности, чтобы решением каждого из этих уравнений было определение одной из неизвестных реакций опор и определяем неизвестные реакции опор.

$$\sum M_A = 0; \quad M_3 + F_y \cdot AB + M + Q \cdot AK = 0 \quad (1)$$

$$\sum M_B = 0; \quad M_3 + R_{Ay} \cdot AB + M + Q \cdot BK = 0 \quad (2)$$

$$\sum F_{ix} = 0; \quad R_{Ax} - F_x = 0 \quad (3)$$

6. Определяем реакции опор балки R_{Ax} , R_{Ay} и момента заделки M_3 решая уравнения.

Из уравнения (1) получаем

$$M_3 = - F_y \cdot AB - M - Q \cdot AK = - 10 \cdot 1 - 10 - 2 \cdot 3 = - 26 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Из уравнения (2) получаем

$$R_{Ay} = - Q \cdot BK - M - M_3 / AB = - 2 \cdot 2 - 10 - (-26) / 1 = 12 \text{ кН}$$

Из уравнения (3) получаем

$$R_{Ax} = F_x = F \cdot \cos 30^\circ = 20 \cdot 0,866 = 17,32 \text{ кН}$$

7. Проверяем правильность найденных результатов:

$$\sum F_{iy} = 0; \quad R_{Ay} - F_y - Q = 12 - 10 - 2 = 0$$

Условие равновесия $\sum F_{iy} = 0$ выполняется, следовательно, реакции опоры найдены верно.

Условие к ДКР 3. Определить реакции заделки (рисунок 8). Данные своего варианта взять из таблицы 1

Таблица 1 - Исходные данные

Номер схемы на рисунке 8										F	q	M
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Варианты										кН	кН/м	кНм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	16	2	38
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	2	12
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	34	2	14

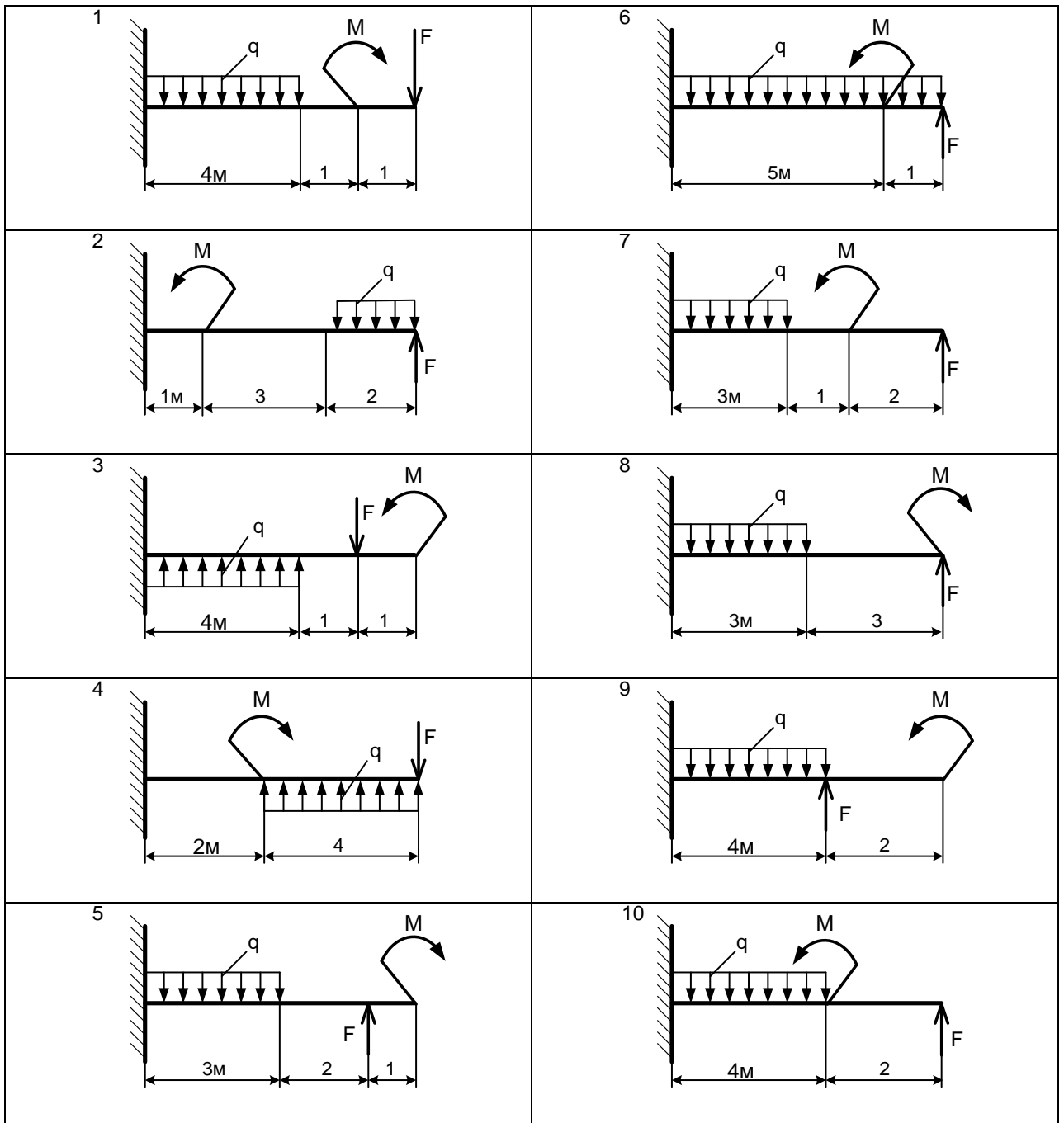
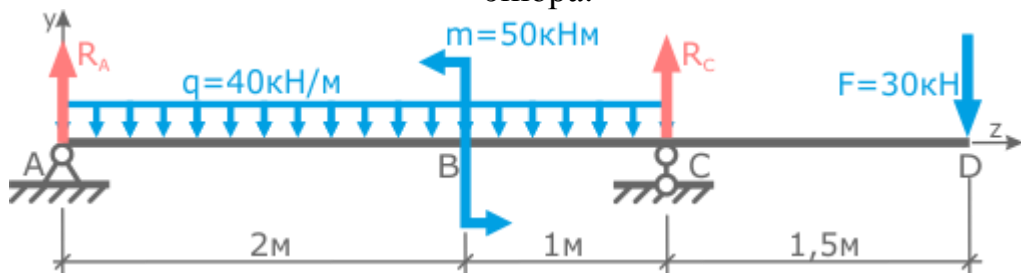


Рис. 8 - Схема задачи

ДКР №3: Определить реакции опоры балки или заделки и построение эпюра.
(Варианты заданий на схеме 9.)
Последовательность решения задачи.

Условие. Определить реакции опоры балки или заделки и построение эпюра.



1. Балка не перемещается по вертикали, т.е. сумма проекций всех сил на ось y равна нулю:

$$\sum F(y) = 0 = R_A - q \cdot 3 + R_C - F \quad (1)$$

Здесь, по правилу знаков для проекций сил на ось, нагрузки направление которых совпадает с положительным направлением оси y записываются положительными и наоборот.

2. Тот факт, что балка не вращается, говорит о том, что сумма моментов относительно любой ее точки тоже равна нулю, т.е.:

$$\sum m_A = 0 = -q \cdot 3 \cdot \frac{3}{2} + m + R_C \cdot 3 - F \cdot 4,5 \quad (2)$$

В данном уравнении, согласно правила знаков для моментов, сосредоточенные силы, моменты и распределенные нагрузки стремящиеся повернуть балку против хода часовой стрелки относительно рассматриваемой точки A записываются положительными и наоборот. Сила приложенная в точке относительно которой рассматривается сумма моментов в уравнении не участвует, так как плечо момента для нее равно нулю.

Здесь сумму моментов лучше записывать относительно точки расположенной на опоре (например, A), т.к. в этом случае соответствующая реакция R_A в уравнении не участвует.

Из выражения (2) определяем R_C :

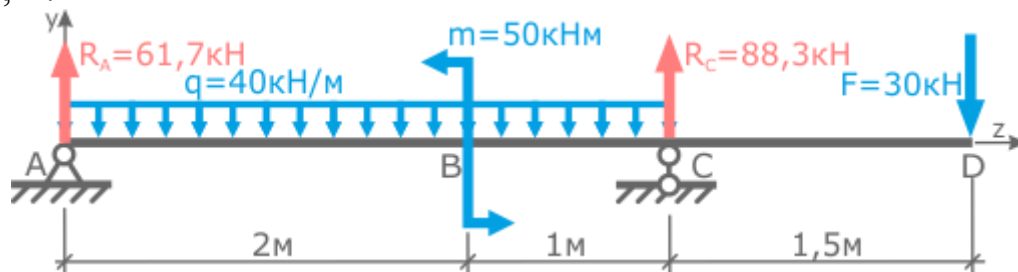
$$R_C = \frac{4,5q - m + 4,5F}{3} = \frac{4,5 \cdot 40 - 50 + 4,5 \cdot 30}{3} \approx 88,3 \text{ кН}$$

и подставив его в выражение (1) находим R_A :

$$R_A = 3q - R_C + F = 3 \cdot 40 - 88,3 + 30 = 61,7 \text{ кН}$$

Направление и величина реакций, как правило, необходимы для дальнейших расчетов балки на прочность и жесткость, поэтому во избежание возможных ошибок рекомендуется выполнять проверку найденных значений.

Проверку найденных ранее значений реакций опор можно выполнить с помощью уравнения суммы моментов относительно любой другой точки, например, B .



Если подставить полученные значения в уравнение, сумма моментов будет равна нулю, то значит, опорные реакции были найдены верно.

$$\begin{aligned} \sum m_B &= R_A \cdot 2 - q \cdot 3 \cdot \left(2 - \frac{3}{2}\right) - m - R_C \cdot 1 + F \cdot 2,5 = \\ &= 61,7 \cdot 2 - 40 \cdot 3 \cdot 0,5 - 50 - 88,3 \cdot 1 + 30 \cdot 2,5 = 0,1 \text{ кНм} \end{aligned}$$

Примечание: В уравнении суммы моментов, в отличие от сил, моменты, приложенные в точке относительно которой составляется уравнение, всегда записываются.

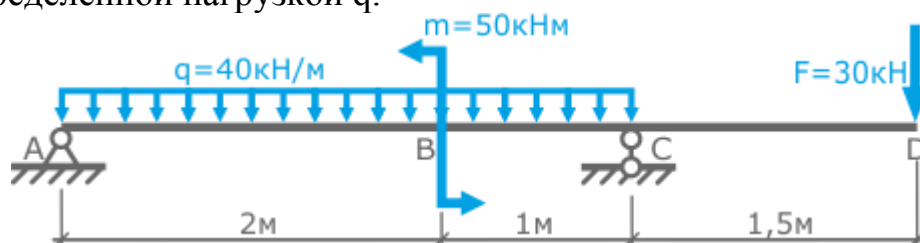
Здесь, значение 0,1 в сумме моментов получилось за счет округления значений найденных реакций до одного знака после запятой, и показывает правильность вычислений.

Положительный знак величины опорных реакций говорит о том, что их направление изначально было выбрано правильно.

Если найденное значение реакции окажется отрицательным, ее надо направить в противоположную сторону изменив знак на «+».

ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР Q И M ДЛЯ ДВУХОПОРНОЙ БАЛКИ

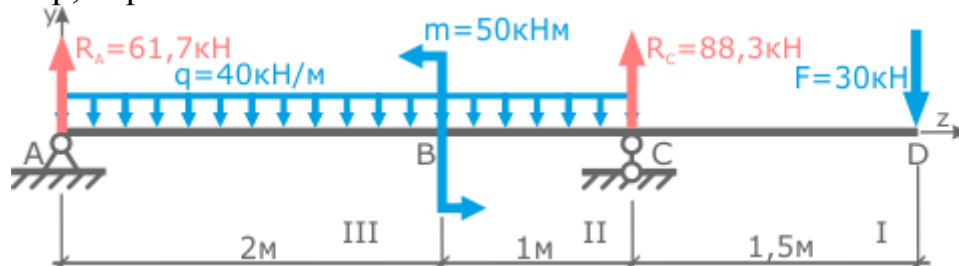
Пример решения задачи на построение эпюр внутренних поперечных сил Q_y и изгибающих моментов M_x для стальной балки на двух шарнирных опорах, нагруженной сосредоточенной силой F , моментом m и равномерно распределенной нагрузкой q .



Для заданной двухопорной балки, нагруженной силой F , моментом M и равномерно распределенной нагрузкой q построить эпюры внутренних поперечных сил Q_y и изгибающих моментов M_x .

Пример решения задачи

Балка имеет 3 силовых участка. Обозначим их римскими цифрами, например, справа налево.



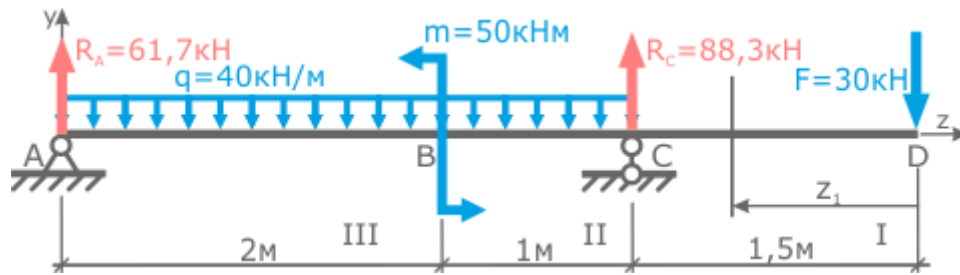
Для расчета внутренних силовых факторов по участкам балки воспользуемся методом сечений.

Расчет значений

Начнем с первого силового участка (CD).

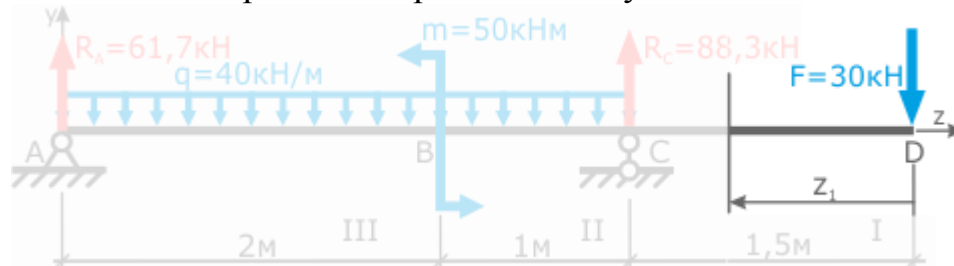
Проведем поперечное сечение в пределах участка, в любом месте между точками C и D.

Данное сечение делит балку на две части (левую и правую). Для определения внутренних факторов можно выбрать любую из них, но лучше выбирать менее нагруженную часть балки. Очевидно это будет ее правая часть.



Расстояние от правой границы участка до рассматриваемого сечения обозначим переменной z_1 , которая может принимать значения от 0 до 1,5 метров (т.е. $0 \leq z_1 \leq 1,5$).

Мысленно отбросим на время всю левую часть балки.



Поперечная сила Q в данном сечении первого участка будет равна сумме всех внешних сил приложенных к рассматриваемой части балки с учетом их знака, т.е.

$$Q_{xI} = \sum_{\text{прав}} F_i = +F = 30 \text{ кН}$$

Здесь сила F записана положительной, т.к. стремится повернуть правую часть балки по ходу часовой стрелки относительно рассматриваемого сечения.

В данном выражении отсутствует переменная z_1 , что говорит о том, что внутренняя поперечная сила будет одинакова для всех сечений этого участка.

Изгибающий момент M в рассматриваемом сечении определяется как сумма изгибающих моментов от всех внешних нагрузок выбранной части балки.

С учетом правила знаков при изгибе получаем

$$M_{xI} = \sum_{\text{прав}} m_i = -F \cdot z_1 = -30 z_1$$

Здесь сила F записана отрицательной, т.к. стремится сжать нижние слои балки.

В полученном выражении переменная z_1 является плечом момента силы F для данного сечения балки.

Как видно из полученного выражения изгибающий момент по длине участка меняется линейно (т.к. z_1 в первой степени), поэтому для построения эпюры на данном участке нам достаточно двух точек.

Этими точками будут значения изгибающего момента на границах I участка, т.е. при $z_1=0$ и при $z_1=1,5$ м

$$M_{xI}(z_1 = 0) = -30 \cdot 0 = 0$$

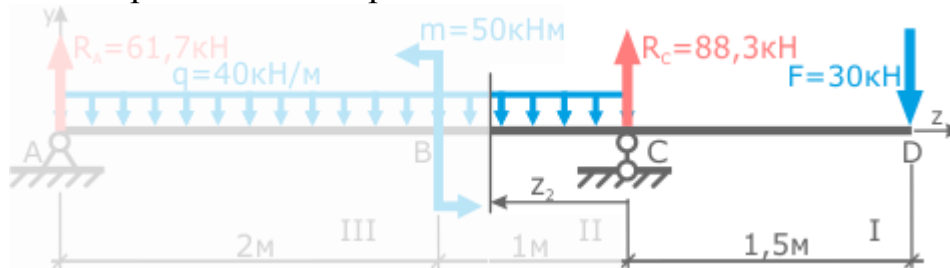
$$M_{xI}(z_1 = 1,5 \text{ м}) = -30 \cdot 1,5 = -45 \text{ кНм}$$

На первом участке внутренние усилия определены.

Переходим на второй силовой участок (BC).

Так же начинаем с того, что проводим сечение в любом месте участка и выбираем рассматриваемую часть балки. Здесь также удобнее рассмотреть правую часть балки.

Расстояние до рассматриваемого сечения от правой границы участка обозначим переменной z_2 . При этом $0 \leq z_2 \leq 1$ м.



Запишем выражения и рассчитаем граничные значения внутренней поперечной силы Q

$$Q_{yII} = \sum_{\text{прав}} F_i = F - R_C + q \cdot z_2 = 30 - 88,3 + 40z_2$$

$$Q_{yII}(z_2 = 0) = 30 - 88,3 + 40 \cdot 0 = -58,3 \text{ кН}$$

$$Q_{yII}(z_2 = 1 \text{ м}) = 30 - 88,3 + 40 \cdot 1 = -18,3 \text{ кН}$$

И изгибающего момента M

$$M_{xII} = \sum_{\text{прав}} m_i = -F(1,5 + z_2) + R_C \cdot z_2 - q \cdot z_2 \cdot \frac{z_2}{2} =$$

$$= -30(1,5 + z_2) + 88,3z_2 - 40 \frac{z_2^2}{2}$$

Здесь опорная реакция R_C положительна, потому что сжимает верхний слой, а сила F и распределенная нагрузка q отрицательны, т.к. сжимают нижний слой балки.

В выражении для M_{xII} переменная во второй степени, поэтому эпюра моментов на втором участке будет иметь вид параболы.

Как известно, для построения параболы необходимо знать положение минимум трех ее точек. Но как будет показано дальше, в некоторых случаях при построении эпюр, параболы можно вычерчивать всего лишь по двум точкам. Рассчитаем их значения:

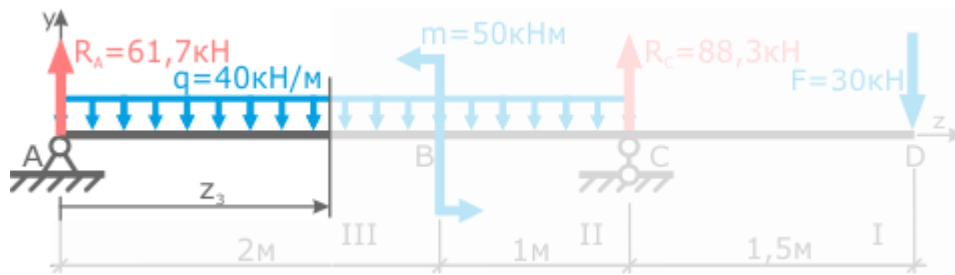
$$M_{xII}(z_2 = 0) = -30(1,5 + 0) + 88,3 \cdot 0 - 40 \frac{0^2}{2} = -45 \text{ кНм}$$

$$M_{xII}(z_2 = 1 \text{ м}) = -30(1,5 + 1) + 88,3 \cdot 1 - 40 \frac{1^2}{2} = -6,7 \text{ кНм}$$

Осталось найти внутренние усилия на III силовом участке (AB).

Рассекаем балку между точками А и В. Выбираем менее нагруженную левую часть. $0 \leq z_3 \leq 2$ м – интервал возможных положений сечения относительно левой границы участка.

Записываем выражения для Q и M и вычисляем значения в крайних точках



$$Q_{yIII} = \sum_{\text{лес}} F_i = R_A - q \cdot z_3 = 61,7 - 40z_3$$

$$Q_{yIII}(z_3 = 0) = 61,7 - 40 \cdot 0 = 61,7 \text{ кН}$$

$$Q_{yIII}(z_3 = 2 \text{ м}) = 61,7 - 40 \cdot 2 = -18,3 \text{ кН}$$

$$M_{xIII} = \sum_{\text{лес}} m_i = R_A \cdot z_3 - q \frac{z_3^2}{2} = 61,7 \cdot z_3 - 40 \frac{z_3^2}{2}$$

$$M_{xIII}(z_3 = 0) = 61,7 \cdot 0 - 20 \cdot 0^2 = 0$$

$$M_{xIII}(z_3 = 2 \text{ м}) = 61,7 \cdot 2 - 20 \cdot 2^2 = 43,4 \text{ кНм}$$

Здесь видно что выражение для Q_{yIII} — линейное, а на эпюре M_x на данном участке будет парабола.

По полученным данным строим эпюры.

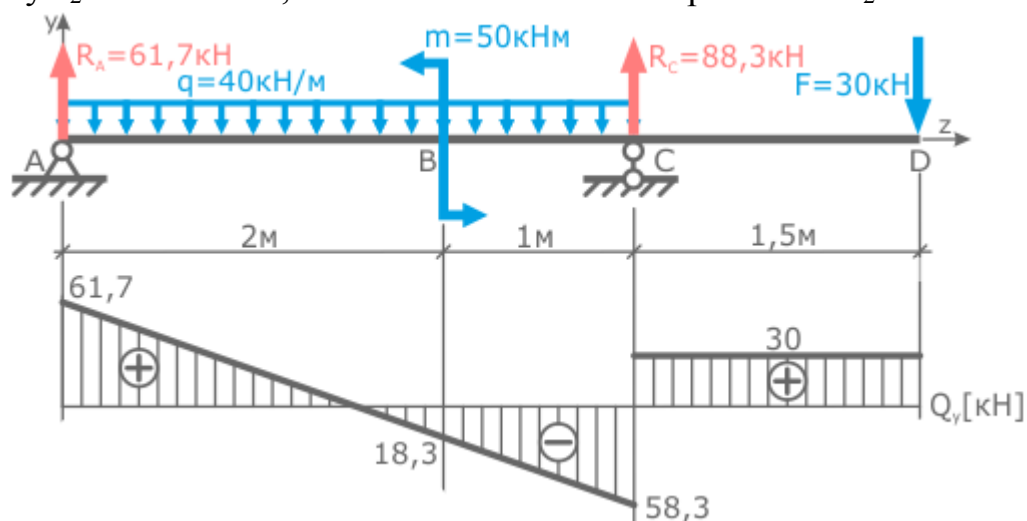
Построение эпюра

Для построения эпюр рассчитанные значения откладываем от базовой линии на соответствующих участках.

Начинаем с эпюра поперечных сил Q .

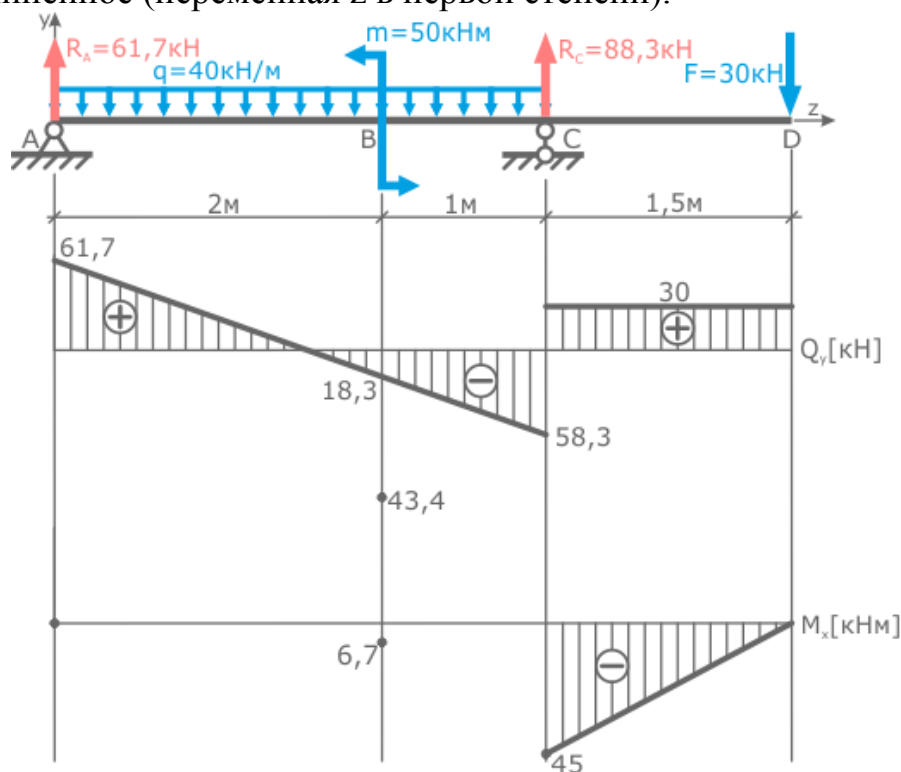
На первом участке выражение для Q не зависело от z_1 поэтому его значение будет постоянным ($Q_{yI} = \text{const}$) по длине участка, т.е. линия эпюры будет параллельна базовой.

На втором участке были получены два значения Q : $-58,3$ кН при $z_2=0$ и $-18,3$ кН при $z_2=1$ м. Переменная z_2 откладывалась от правой границы участка, поэтому $z_2=0$ в точке С, соответственно в т. В переменная $z_2=1$ м.



Аналогично откладываются значения Q на третьем участке и значения M на эпюре изгибающих моментов.

Точки на II и III участках эпюры Q и на I участке эпюры M соединяются отрезками, так как распределение внутренних сил и моментов там линейное (переменная z в первой степени).

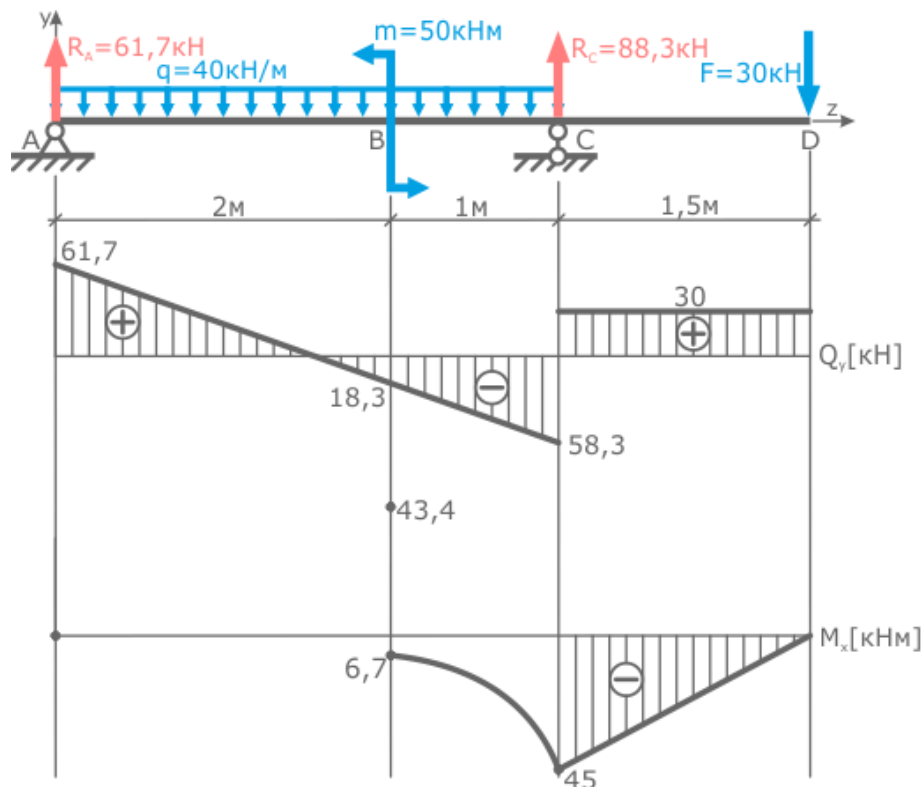


А при соединении точек эпюры M параболой, надо смотреть на эпюру Q.

Дело в том, что эпюра поперечных сил это первая производная эпюры изгибающих моментов. Поэтому в сечениях балки, где $Q=0$ на эпюре M будет экстремум.

Как видно эпюра Q пересекает нулевую линию только на третьем силовом участке балки. Поэтому, ввиду того что нас интересуют только пиковые значения изгибающих моментов, на втором участке две крайние точки достаточно соединить параболой, не имеющей экстремума, выпуклость которой направлена навстречу распределенной нагрузке.

Для более точного построения линии параболы на данном участке можно найти значения момента для промежуточных положений сечения, например при $z_2=0,5$ м.



На третьем участке, в сечении, где Q пересекает базовую линию необходимо рассчитать точку экстремума.

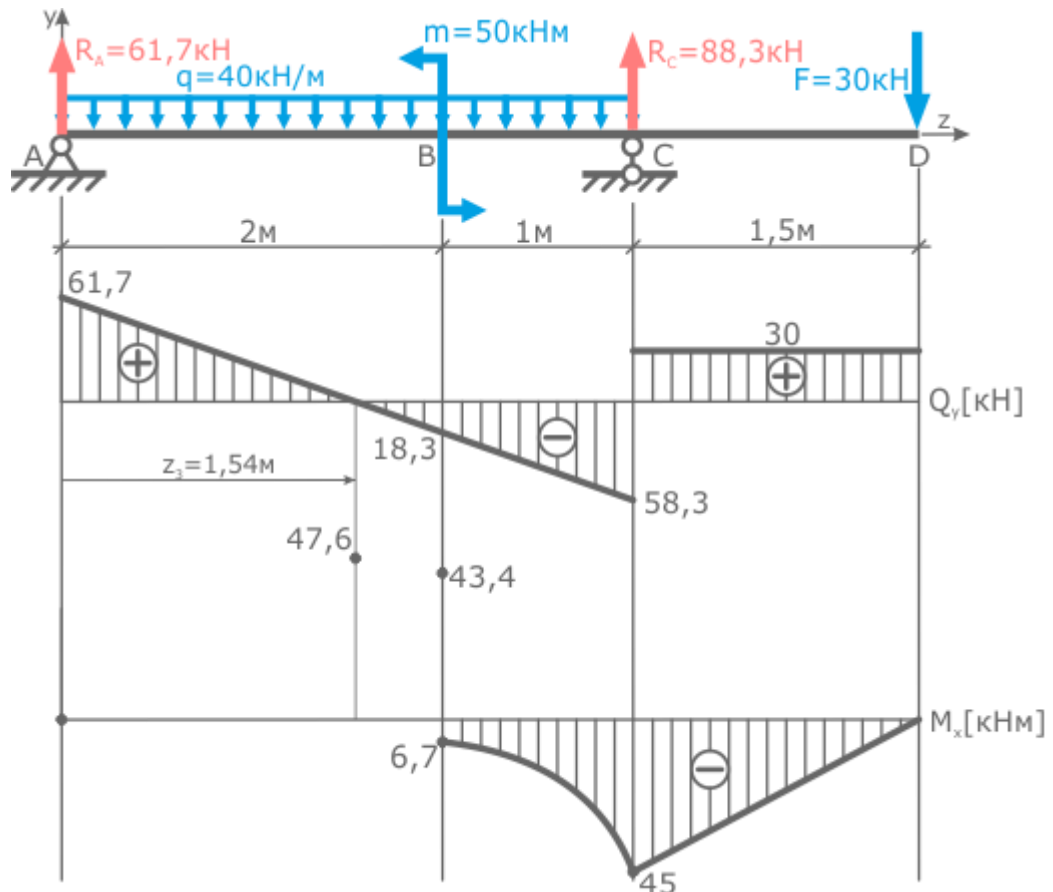
Как рассчитывать экстремум эпюры моментов:
 для этого выражение для Q_{yIII} приравнивается к нулю и рассчитывается значение z_3 , при котором изгибающий момент на участке принимает экстремальное значение. Его подставляют в выражение для M_{xIII}

$$Q_{yIII} = R_A - q \cdot z_3 = 0$$

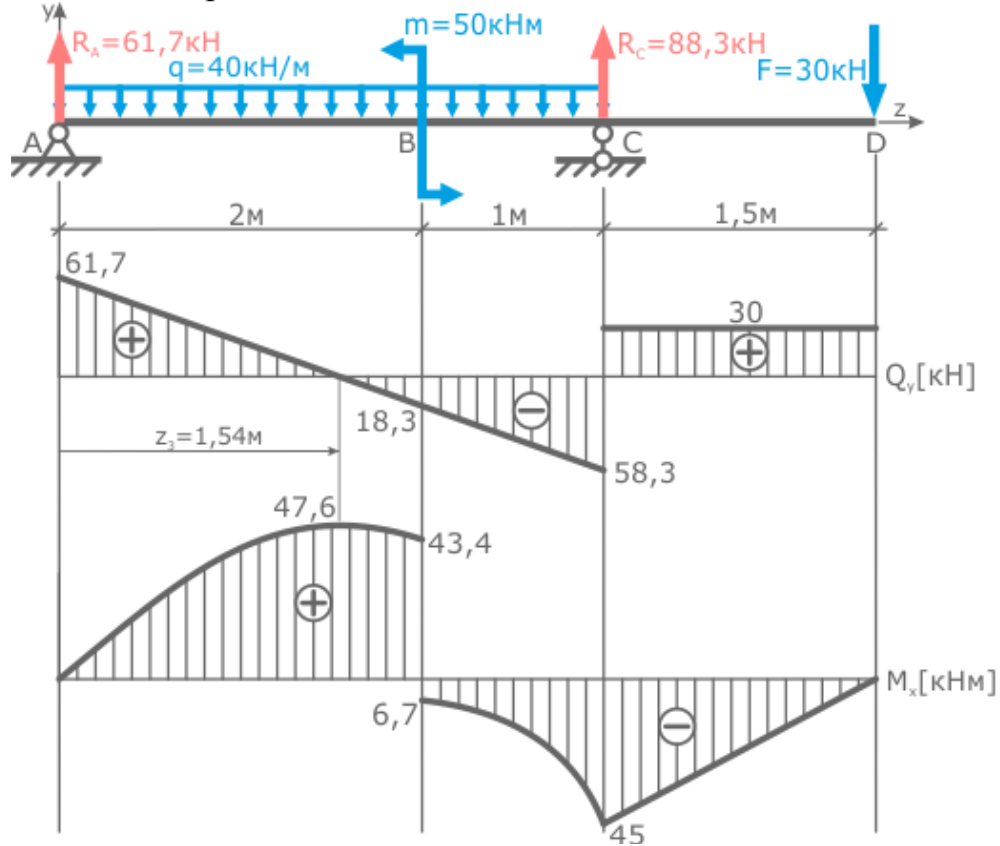
$$z_3 = \frac{R_A}{q} = \frac{61,7}{40} = 1,54 \text{ м}$$

$$M_{xIII}^{\text{экстр}}(z_3 = 1,54 \text{ м}) = 61,7 \cdot 1,54 - 40 \frac{1,54^2}{2} = 47,6 \text{ кНм}$$

Это значение откладывается на эпюре M под точкой пересечения эпюры Q с базовой линией

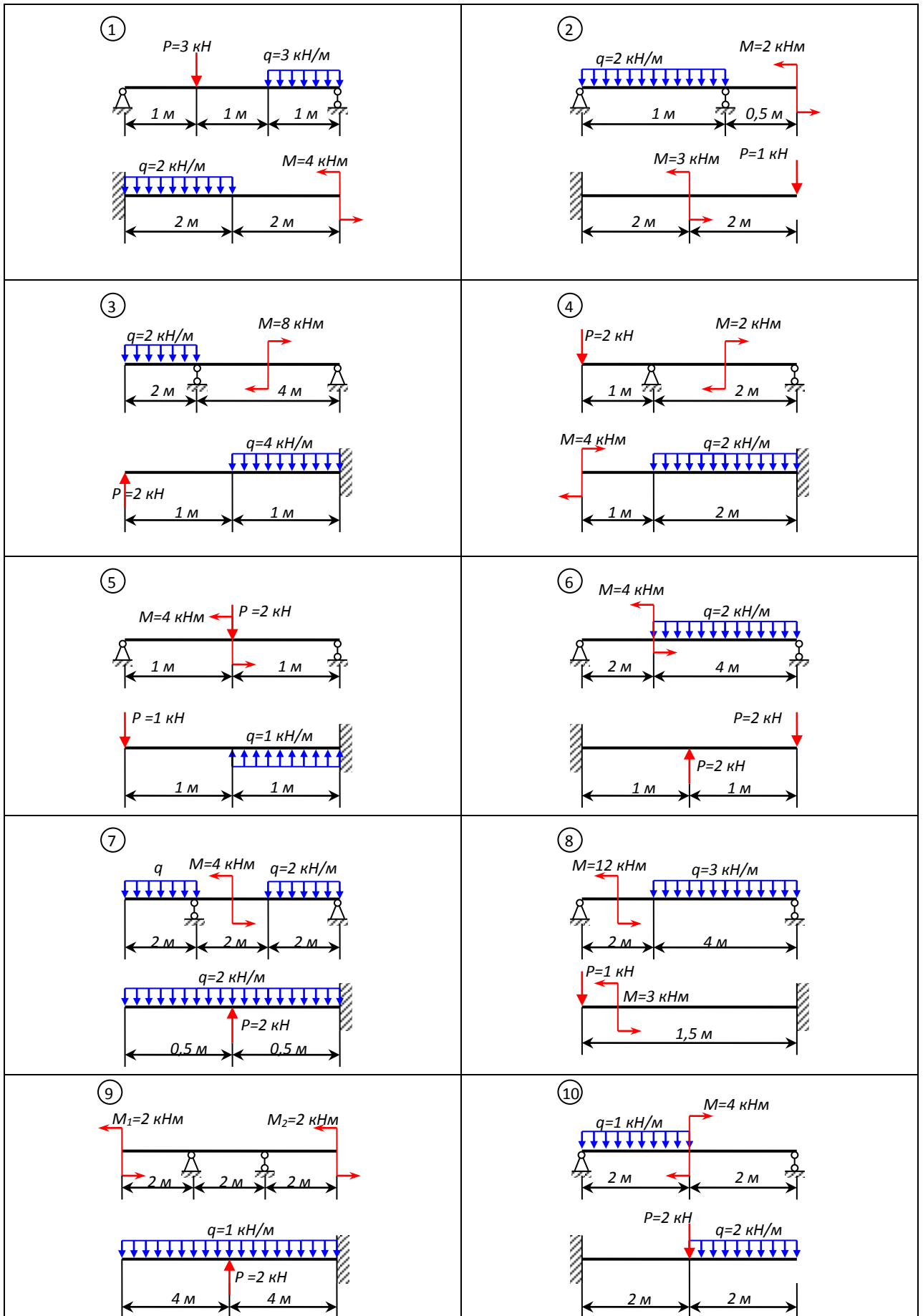


после чего три точки соединяются плавной линией.



Эпюры внутренних поперечных сил и изгибающих моментов построены.

Условие к ДКР 4. Определить реакции опоры балки или заделки и построение эпюра.



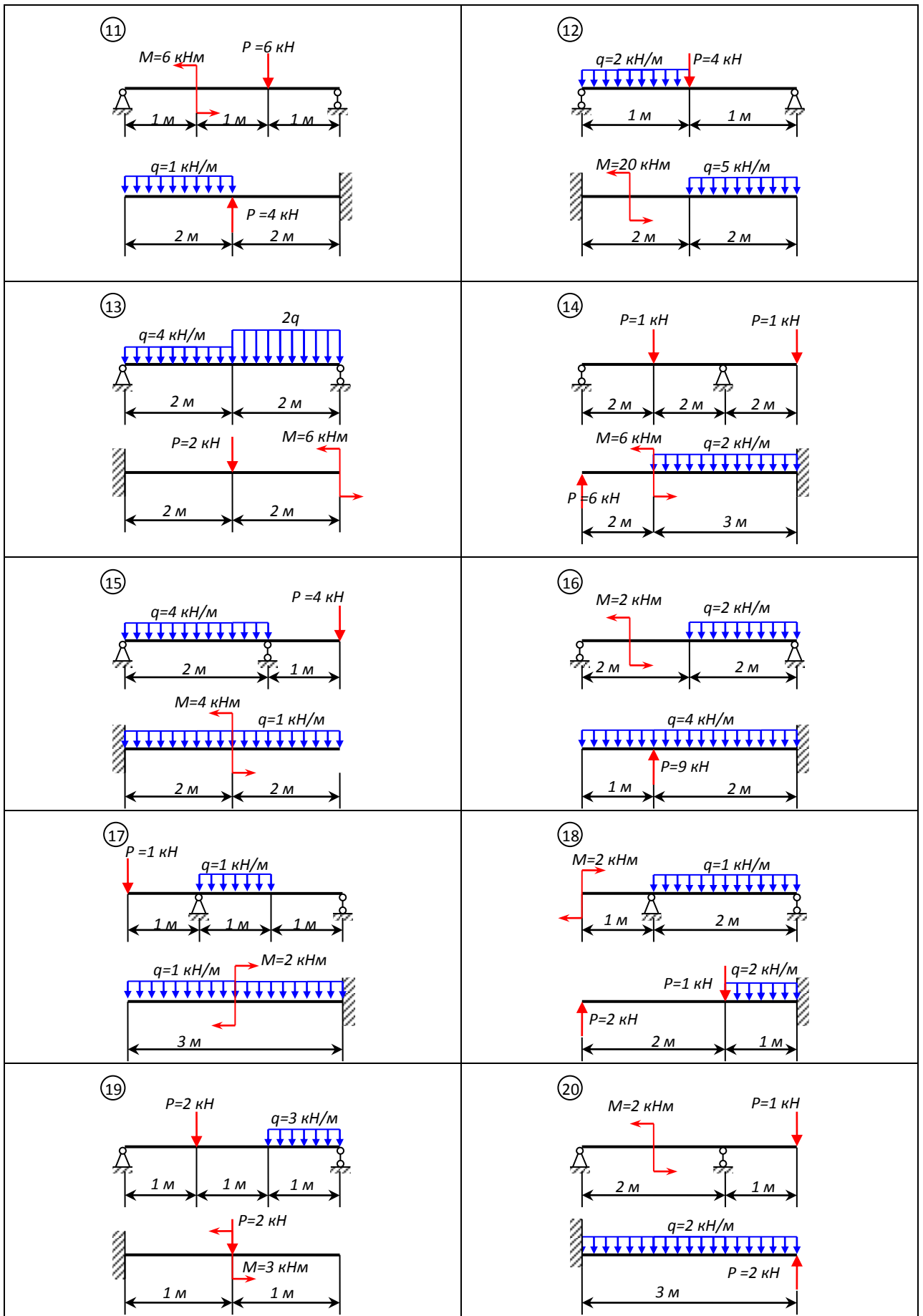


Рис. 9 - Схема задачи

ДКР №5: Построение эпюра нормальных напряжений для стержня постоянного сечения.

Двухступенчатый стальной брус, длина ступеней которого указана на схеме 10 нагружен силами F_1, F_2, F_3 . Построить Эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса. Определить перемещение Δl свободного конца бруса, приняв $E=2 \cdot 10^5$ МПа. Числовые значения F_1, F_2, F_3 , а также площади поперечных сечений ступеней A_1 и A_2 для своего варианта необходимо взять в таблице.

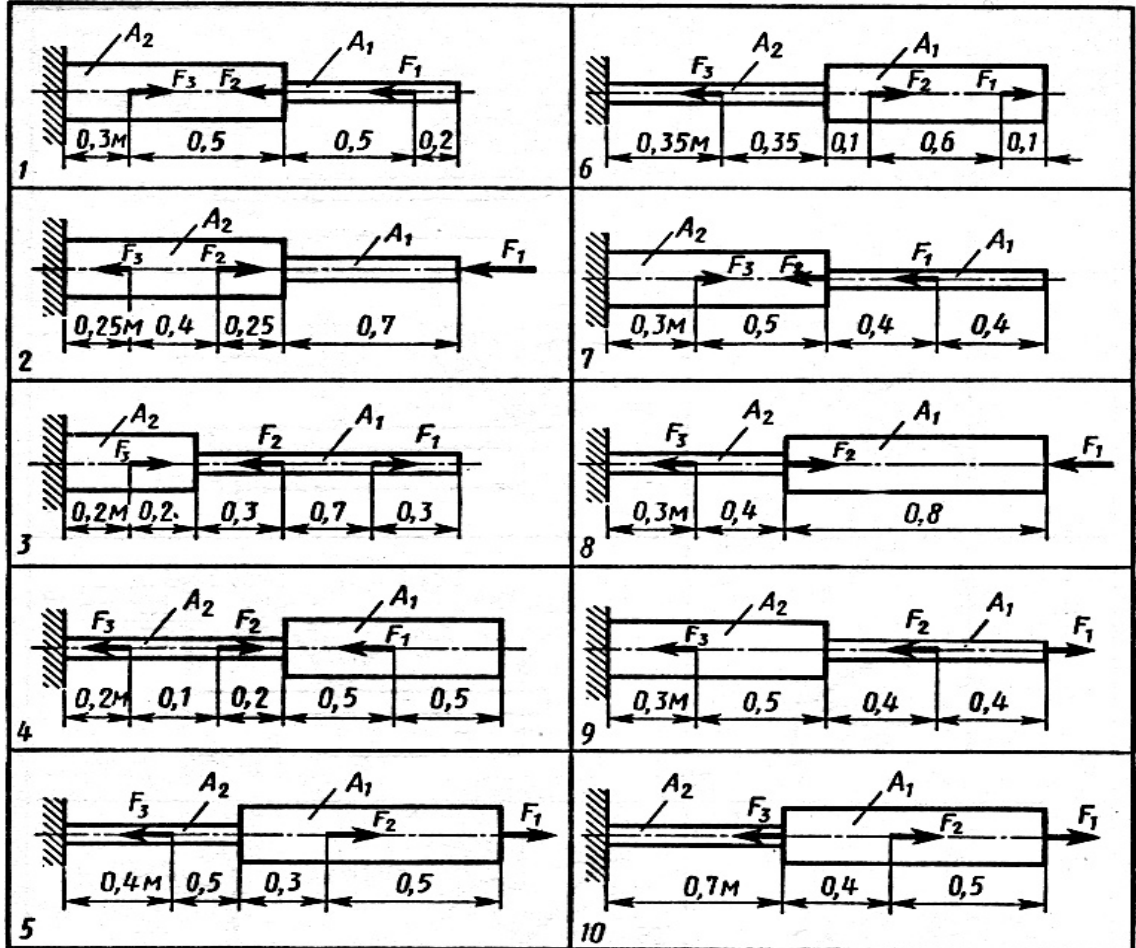


Схема 10

4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

Основные источники: Вереина Л.И. Техническая механика: учебник для студ. для СПО.-3-е изд., стер. М.:Академия, 2019.- 185с.

Дополнительные источники:

1. Опарин И.С. Основы технической механики: учебник.-8-е изд. М.: Академия, 2018.
2. Опарин И.С. Основы технической механики:рабочая тетрадь: учеб. пособие.-4-е изд. М.: Академия, 2017.

Электронные образовательные ресурсы:

<https://isopromat.ru/tehneh/prakticheskie-raboty-po-tekhneskoj-mekhanike>

Интернет-ресурсы:

1. Детали машин [Электронный ресурс] - режим доступа:свободный
http://vtk34.narod.ru/detalimashin_lek/book/soder.htm
2. Теоретическая механика, сопротивление материалов, детали машинЭлектронный учебный курс – режим доступа: свободный
<http://www.teoretneh.ru/>