



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе дисциплины)
«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ И СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА»

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки
08.03.01 СТРОИТЕЛЬСТВО

Профиль программы
«ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства
кафедра строительства

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

1.1 Результаты освоения дисциплины

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными компетенциями

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями
<p>ПК1: Способен выполнять расчеты бетонных и железобетонных конструкций, подготавливать текстовую и графическую части рабочей или проектной документации, в том числе с применением технологий информационного моделирования</p> <p>ПК-2: Способен выполнять расчеты и разрабатывать проектную документацию разделов «Металлические конструкции» и «Конструктивные решения» для зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения</p>	<p>Сопротивление материалов и строительная механика</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения и гипотезы сопротивления материалов; основные свойства материалов, используемых в строительных конструкциях; методы определения внутренних усилий в элементах конструкций при различных сочетаниях нагрузок; законы распределения нормальных и касательных напряжений в поперечных сечениях стержней; напряженно-деформированное состояние в точке; методы определения характеристик напряженного состояния конструкций; методики проведения эксперимента, основы эксперимента и основы моделирования; - виды расчетных схем и принципы их составления; виды простых и сложных деформаций элемента; возникающее в элементе напряженное состояние при различных внешних воздействиях; - основные методы определения усилий и перемещений в расчетных схемах зданий (сооружений) и их элементов; принципы и способы расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость; - классические методы расчета статически определимых и статически неопределимых систем на внешнюю нагрузку, тепловое воздействие и кинематическое смещение опор; основы теории расчета на действие динамических нагрузок. <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации перемещения;

		<ul style="list-style-type: none">- составлять расчетные схемы несущего остова зданий и сооружений, а также их конструктивных элементов;- рассчитывать усилия и перемещения расчетных схем зданий (сооружений) и их элементов; составлять и использовать в инженерных расчетах условия прочности и жесткости при различных видах напряженно-деформированного состояния элементов конструкций; решать задачи проектного характера с целью определения геометрической формы и размеров конструктивных элементов. <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none">- навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней при различных воздействиях с помощью теоретических методов; определения с помощью экспериментальных методов механических характеристик материалов;- навыками составления расчетных схем на основе схематизации работы реальных конструкций и их элементов;- навыками анализа конструктивного элемента, выбора характера закрепления узлов и соединения элементов в узлах, анализа расчетной схемы и определения ее степени статической и кинематической определимости, анализа геометрической неизменяемости расчетных схем строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения;- навыками расчета усилий и перемещений в расчетных схемах; методикой проведения проверки прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций;- навыки использования классических методов расчета статически неопределимых систем на внешнюю нагрузку, тепловое воздействие и кинематическое смещение опор; навыками расчета на действие динамических нагрузок.
--	--	---

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации относятся:

- типовые задания по расчетно-графическим работам;
- экзаменационные задания по дисциплине, представленные в виде тестовых заданий закрытого и открытого типов.

1.3 Критерии оценки результатов освоения дисциплины

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые реле-

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
			релевантные задаче данные	вантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

1.4 Оценивание тестовых заданий закрытого типа осуществляется по системе зачтено/ не зачтено («зачтено» – 41-100% правильных ответов; «не зачтено» – менее 40 % правильных ответов) или пятибалльной системе (оценка «неудовлетворительно» - менее 40 % правильных ответов; оценка «удовлетворительно» - от 41 до 60 % правильных ответов; оценка «хорошо» - от 61 до 80% правильных ответов; оценка «отлично» - от 81 до 100 % правильных ответов).

Тестовые задания открытого типа оцениваются по системе «зачтено/ не зачтено». Оценивается верность ответа по существу вопроса, при этом не учитывается порядок слов в словосочетании, верность окончаний, падежи.

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

ПК1: Способен выполнять расчеты бетонных и железобетонных конструкций, подготавливать текстовую и графическую части рабочей или проектной документации, в том числе с применением технологий информационного моделирования .

ПК-2: Способен выполнять расчеты и разрабатывать проектную документацию разделов «Металлические конструкции» и «Конструктивные решения» для зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

Тестовые задания открытого типа:

1. _____ - способность конструкции выдерживать заданную нагрузку без разрушения.

Ответ: прочность

2. Характеристика материала, показывающая отношение относительного поперечного сжатия к относительному продольному растяжению называется _____.

Ответ: коэффициентом Пуассона

3. Модуль упругости, E , при осевом растяжении/сжатии определяется по формуле...

Ответ: $E = \sigma / \varepsilon$

4. Закон, согласно которому на двух взаимно перпендикулярных площадках составляющие касательных напряжений, ортогональные их общему ребру, равны по величине и направлены оба либо к ребру, либо от него называется...

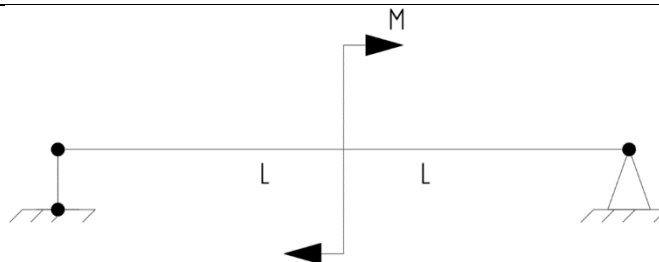
Ответ: законом парности касательных напряжений

5. Если по одной (и только по одной) площадке, проходящей через рассматриваемую точку тела, касательные и нормальные напряжения равны 0, то такое напряженное состояние называется...

Ответ: плоским, двухосным

6. Условие прочности при кручении записывается в следующем виде - ...

Ответ: $\tau_{max} \leq [\tau]$



7. Выражение для максимального значения перерезывающей силы (по модулю) для рассматриваемой балки - _____.

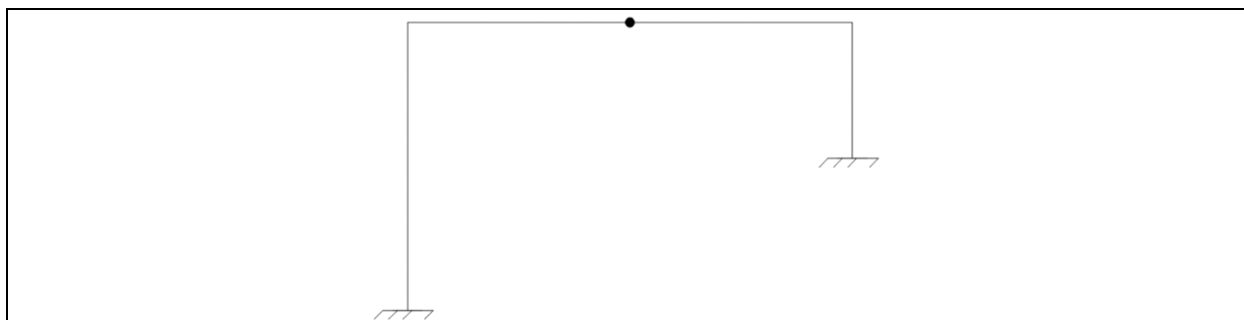
Ответ: $M/2L$

8. Вид нагружения, при котором плоскость действия изгибающего момента, возникающего в сечении, не совпадает ни с одной из главных плоскостей бруса, называется _____.

Ответ: кривой изгиб

9. Основная расчетная система с приложенными внешними нагрузками и реакциями отброшенных связей называется _____ системой.

Ответ: эквивалентной



10. Степень статической неопределимости представленной рамы - _____.

Ответ: 2

11. Общая формула для определения критических напряжений Эйлера имеет вид - _____.

Ответ: $\sigma = \frac{\pi^2 E}{\lambda}$

12. При расчете сооружений не учитывается влияние _____ свойств.

Ответ: второстепенных

13. В строительстве используются только геометрически _____ системы.

Ответ: неизменяемые

14. С точки зрения расчетов различают статически _____ сооружения.

Ответ: определимые и неопределимые

15. Степень свободы системы определяется по следующей формуле _____

Ответ: $W=3Д-2Ш-С_0$

16. Многопролетные шарнирные балки образуются посредством соединения _____ балок друг с другом шарниром

Ответ: консольных и безконсольных

17. Фермой называется стержневая система, которая остается _____ после замены жестких узлов идеальными шарнирами

Ответ: геометрически неизменяемой

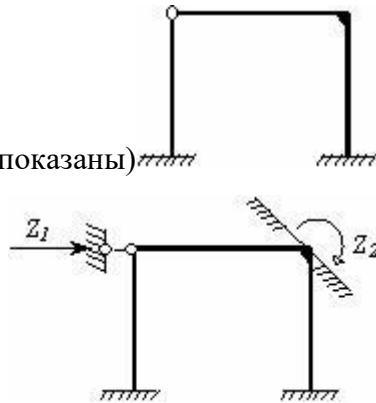
18. Способы определения усилий в ферме - _____

Ответ: способ вырезания узлов, моментной точки и проекций

19. Трехшарнирная арка является статически _____ геометрически неизменяемой системой.

Ответ: определимой

20. Для заданной системы (нагрузки не показаны) _____ основная система метода

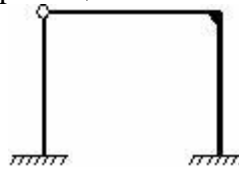


перемещений показана _____

Ответ: правильно

21. Количество неизвестных линейных перемещений системы, изображенной на рисунке,

равно _____

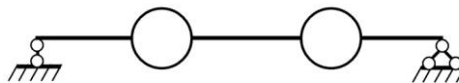


Ответ: 1

22. Резонансом называется явление, при котором _____

Ответ: частота вынужденных и собственных колебаний системы совпадают

23. . В системе, изображенной на рисунке, число степеней свободы равно _____



Ответ: 2

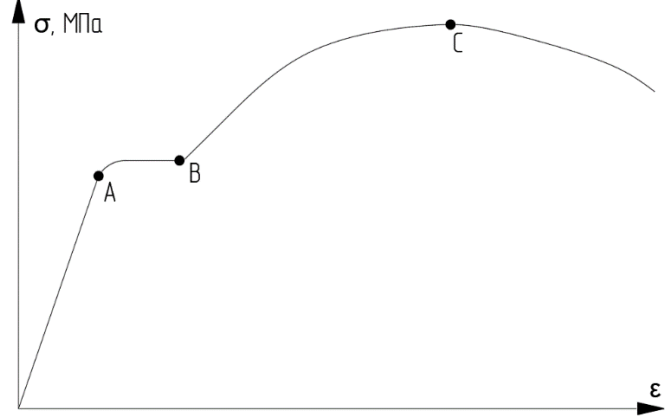
24. Впервые задача об устойчивости сжатого стержня была решена _____

Ответ: Эйлером

25. В случае потери устойчивости сжатого стержня параметр ν в функции $\varphi(\nu)$ становится _____

Ответ: критическим

Тестовые задания закрытого типа:

 <p>26. На представленном рисунке, точка, соответствующая пределу прочности – это ...</p>	1. точка А
	2. точка В
	3. точка С

27. Определение статического момента сечения относительно оси X, S_x , выполняется по формуле _____ (где A – площадь сечения; y_c – координата центра тяжести сечения относительно оси X)

1. $A \cdot y_c$

2. $\int y^2 \cdot dA$

3. $\int x \cdot y \cdot dA$

28. Центральные оси фигуры – это...

1. оси симметрии сечения

2. оси относительно которых центробежный момент инерции равен нулю, а осевые моменты инерции принимают максимальные значения

3. **оси, проходящие через центр тяжести фигуры, при которых статические моменты равны 0.**

29. Чем занимается наука «Строительная механика»?

А) Изучением устойчивости стержневых систем

В) Изучением деформаций и методов расчета сооружений на устойчивость от внешней нагрузки

С) **Изучением и применением методов и принципов статического и динамического расчетов сооружений на прочность, жесткость и устойчивость**

Д) Изучением состояния плоской деформации.

30. Какие виды сооружения различают с кинематической точки зрения.

А) Распорные сооружения

- В) Геометрически неизменяемые, геометрические изменяемые и мгновенно изменяемые
- С) Безраспорные
- Д) Плоские сооружения

31. Приведите пример геометрически неизменяемой системы.

- А) Шарнирный треугольник.
- В) Подвижные сооружения
- С) Механизмы.
- Д) Шарнирный четырехугольник.

32. Что означает выражение степень свободы больше нуля ($W > 0$)?

- А) Система геометрически неизменяемая
- В) Система мгновенно изменяемая
- С) Система геометрически изменяемая
- Д) Система устойчивая

3 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Целью *расчетно-графических работ* является практическое применение и закрепление студентами теоретических знаний, полученных при изучении дисциплины « Сопrotивление материалов и строительная механика» путем решения конкретных инженерных задач и приобретение навыков расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и конструкций в целом.

Исходные данные для выполнения расчетно-графической работы выдаются преподавателем индивидуально.

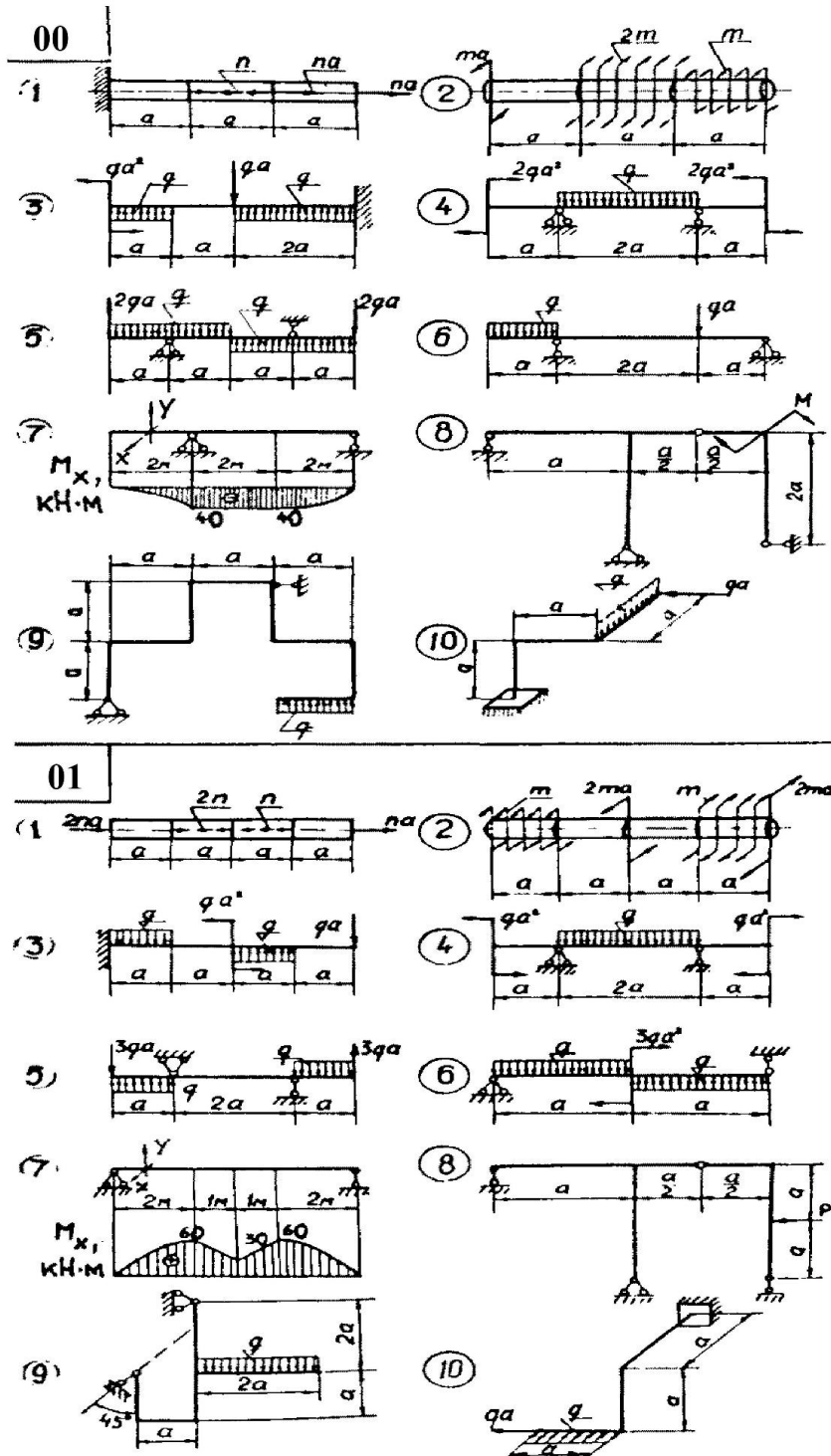
РГР №1.

Задание 1. Построение эпюр внутренних силовых факторов.

Необходимо построить эпюры:

1. Для стержня, работающего на растяжение (сжатие) (1) – эпюру нормального усилия N ;
2. Для бруса (2) – эпюру крутящих моментов $M_{кр}$;
3. Для балок, работающих на изгиб (3) - (6) эпюры перерезывающих сил (Q) и изгибающих моментов (M);
4. Для балки (7) по эпюре изгибающих моментов восстановить нагрузку, действующую на балку и построить эпюру перерезывающих сил;

5. Построить эпюры (Q), (M) и (N) для плоских рам (схемы (8) – (9)).
6. Для бруса с ломанной пространственной осью построить эпюры (N), (Q), (M) и (Mкр) (схема (10)).



Задание 2. Расчет статически определимой балки

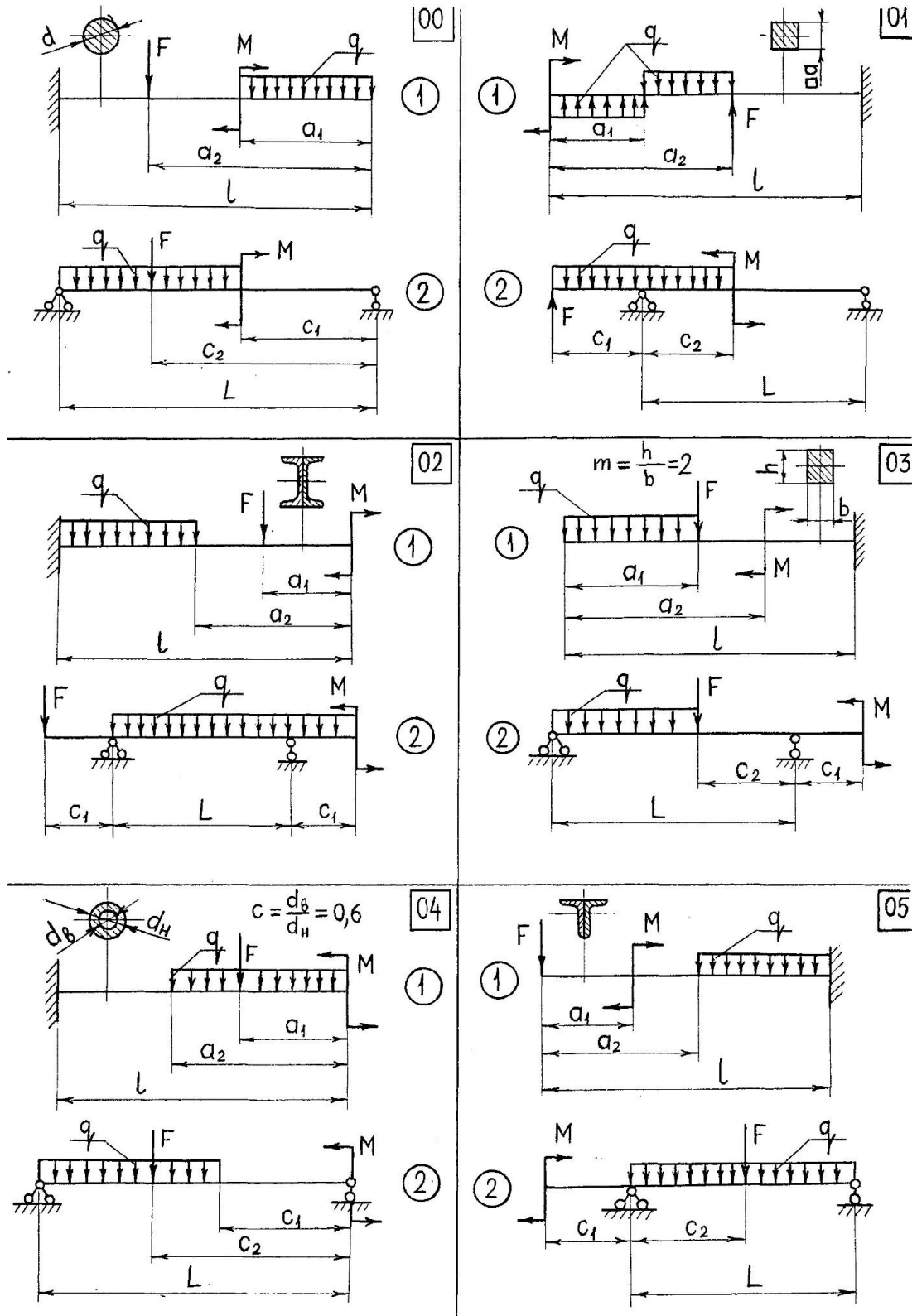
Необходимо:

1. Для консольных балок
 - а. построить эпюры перерезывающих сил и изгибающих моментов;
 - б. подобрать сечение указанной формы.
2. Для двухопорных балок
 - а. определить опорные реакции;
 - б. построить эпюры перерезывающих сил и изгибающих моментов;
 - в. подобрать двутавровую балку при допускаемых нормальных напряжениях $[\sigma]=160$ МПа;
 - г. построить эпюры нормальных и касательных напряжений по высоте двутавра для опасного сечения и сделать полную проверку прочности балки по III теории прочности;
 - д. построить эпюру прогибов (изогнутую ось балки).

Данные к заданию 2. «Расчет статически определимой балки»

а, б	№ схемы		l	$\frac{a_1}{l}$	$\frac{a_2}{l}$	L	$\frac{c_1}{l}$	$\frac{c_2}{l}$	q	P	M
-	-	-	м	-	-	м	-	-	кН/м	кН	кН·м
0	0	0	3,0	0,2	0,2	3	0,2	0,2	15	50	15
1	1	1	1,5	0,4	0,4	4	0,4	0,4	20	40	20
2	2	2	2,0	0,6	0,6	5	0,6	0,6	25	30	25
3	0	3	2,5	0,8	0,8	6	0,4	0,8	30	20	30
4	1	4	3,0	0,2	0,2	3	0,2	0,2	25	30	35
5	2	5	2,5	0,4	0,4	4	0,4	0,4	20	40	40
6	0	6	2,0	0,6	0,6	5	0,2	0,6	15	50	35
7	1	7	1,5	0,8	0,8	6	0,4	0,8	20	60	30
8	2	8	2,0	0,2	0,2	3	0,2	0,4	25	50	25
9	0	9	3,0	0,4	0,4	4	0,4	0,6	30	40	20
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а

Схемы заданию 2 «Расчет статически определимой балки»



Задание 3. Расчет статически неопределимой плоской рамы методом сил

Необходимо:

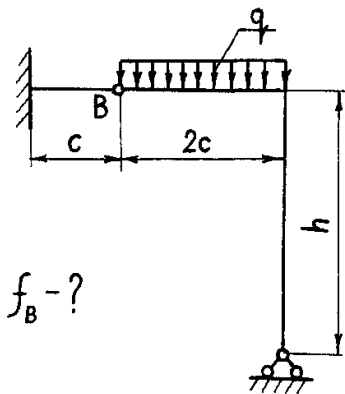
1. Определить степень статической неопределимости системы.
2. Выбрать основную систему метода сил путем удаления лишней связи.
3. Перейти к эквивалентной системе, приложив к основной заданную внешнюю нагрузку и неизвестное усилие по направлению отброшенной связи.
4. Записать каноническое уравнение метода сил $X_1 \delta_{11} + \Delta_{1f} = 0$
5. Для определения перемещений δ_{11} и Δ_{1f} построить эпюры изгибающих моментов M_1 и M_p для двух состояний: состояния «1» и состояния «F».
6. Используя формулы Симпсона или метод Верещагина, перемножить эпюры M_1 и M_f и определить коэффициенты δ_{11} и Δ_{1f} .
7. Определив неизвестное усилие X_1 , построить эпюры внутренних силовых факторов - изгибающих моментов, поперечных и продольных сил.
8. Подобрать номер профиля двутаврового сечения рамы.
9. Определить перемещение центра тяжести указанного поперечного сечения.

Данные для задания 3 «Расчет статически неопределимой плоской рамы методом сил»

а, б	№ схемы		с, м	h, м	q, кН/м	M, кН*м
	1-я цифра	2-я цифра				
1	2	9	1	2	6	30
2	1	8	2	4	8	40
3	0	7	3	6	2	50
4	2	6	4	8	4	40
5	1	5	5	2	6	20
6	0	4	1	4	8	30
7	2	3	2	6	2	40
8	1	2	3	8	4	50
9	0	1	4	6	6	20
0	2	0	5	8	8	40
	б	а	б	а	б	а

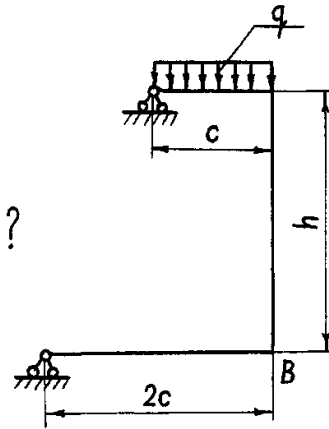
Схемы для задания 3 «Расчет статически неопределимой плоской рамы методом сил»

00



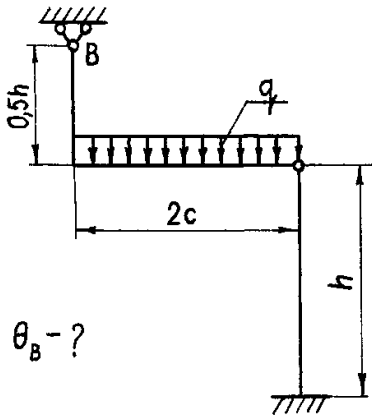
$f_B - ?$

01



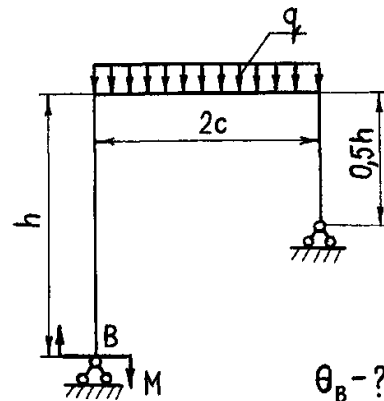
$f_B - ?$

02



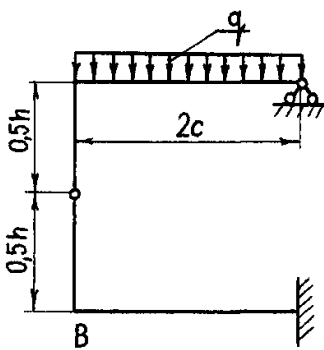
$\theta_B - ?$

03



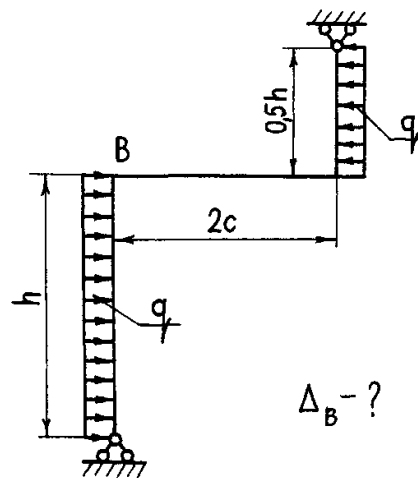
$\theta_B - ?$

04



$f_B - ?$

05



$\Delta_B - ?$

РГР №2.**Задание 1. Расчет статически определимой фермы**

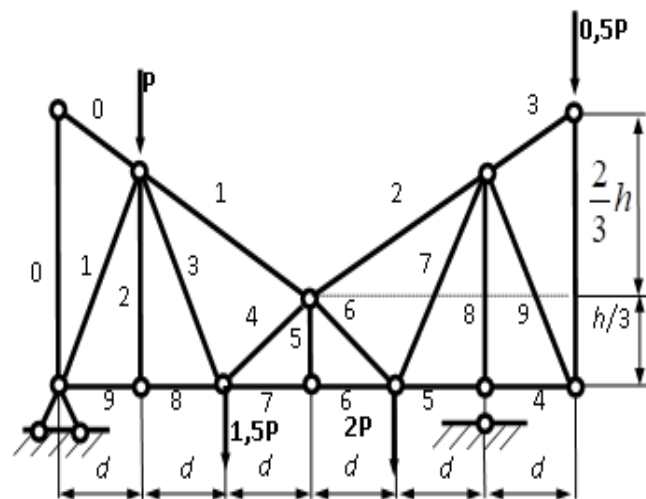
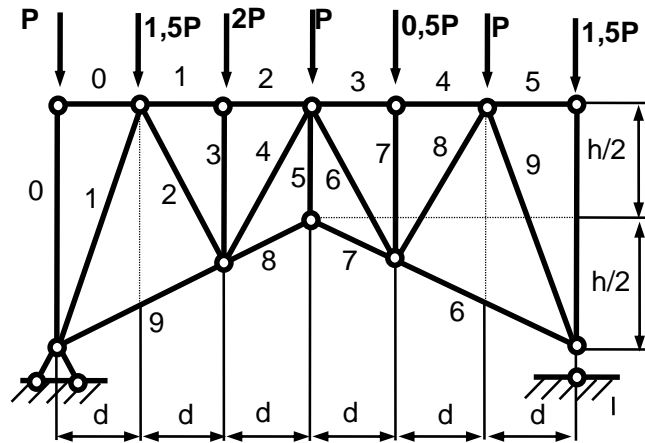
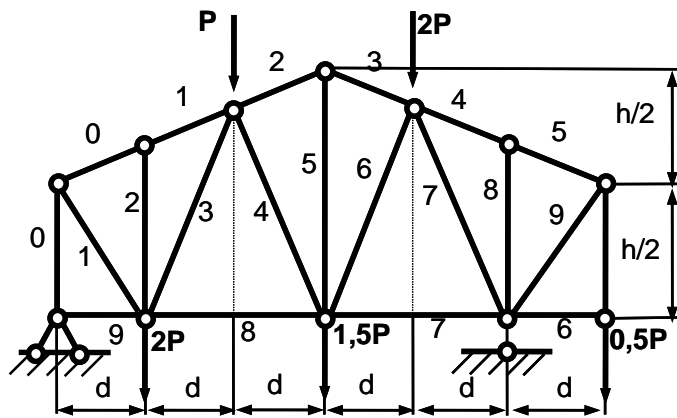
Необходимо:

1. Вычертить в масштабе схему фермы и указать ее размеры в метрах. Загрузить ферму заданной узловой нагрузкой с указанием ее величин и размерности. Показать на схеме только номера тех стержней, усилия в которых необходимо найти.
2. Вычислить опорные реакции в ферме от заданной нагрузки.
3. Определить аналитически усилия в восьми элементах фермы
4. Построить линии влияния усилий в тех же элементах, определив числовые значения их характерных ординат.
5. По построенным линиям влияния определить значения искомых усилий от заданной нагрузки и сравнить их с результатом пункта 3.

Данные для задания 1 «Расчет статически определимой фермы»

A	h, м	Q, кН	B	d, м	P, кН	C	Номера стержней в поясах	Номера стержней в решетке
1	3,3	10	1	2,5	30	1	2,5,6,8	1,4,7,9
2	4,2	15	2	2,3	38	2	0,3,5,7	2,4,5,9
3	4,5	20	3	2,0	42	3	1,3,6,9	0,3,5,8
4	2,4	30	4	2,2	28	4	3,5,6,8	1,3,4,7
5	3,6	25	5	1,5	36	5	2,4,7,9	1,3,5,8
6	4,8	35	6	1,8	24	6	1,2,5,9	4,5,6,9
7	2,7	40	7	2,1	32	7	2,3,4,7	2,5,6,7
8	3,9	45	8	1,9	20	8	2,3,5,6	0,4,5,8
9	3,0	50	9	2,4	22	9	0,2,4,8	1,2,4,6
0	5,1	55	0	1,6	34	0	1,4,6,8	2,3,6,7

Схемы для задания 1 «Расчет статически определимой фермы»



Задание 2. Расчет статически определимой трехшарнирной арки

Необходимо:

1. Разбить пролет арки на двенадцать равных участков и задаться абсциссами расчетных сечений. Ординаты сечений определить путем подстановки абсцисс в уравнение оси арки.
2. По вычисленным значениям вычертить в масштабе ось арки и загрузить ее заданной нагрузкой.
3. Определить опорные реакции в арке от заданной нагрузки.
4. Вычислить аналитически усилия M_k , Q_k и N_k от нагрузок P и q для двух заданных сечений.
5. Для одного из заданных сечений (его номер в таблице выделен жирным шрифтом) построить линии влияния изгибающего момента M_k , продольной силы N_k и поперечной силы Q_k двумя способами: способом наложения и способом нулевой точки.
6. Вычислить величины M_k , Q_k и N_k по линиям влияния от заданных нагрузок P и q и сопоставить их со значениями, полученными аналитически в п.4.

Примечание. Уравнения оси арки принять в следующем виде (начало координат на левой опоре):

- 1) уравнение квадратной параболы

$$y = \frac{4fx}{l^2} (l - x).$$

Угол наклона касательной к оси арки в произвольном сечении определяется выражением

$$\operatorname{tg} \varphi_k = dy / dx = 4f(l - 2x) / l^2;$$

- 2) уравнение окружности

$$y = \sqrt{R^2 - (0,5l - x)^2} - R + f; \quad R = f / 2 + l^2 / 8f.$$

Угол наклона касательной к оси арки

$$\sin \varphi_k = (l - 2x) / 2R; \quad \cos \varphi_k = (y + R - f) / R;$$

- 3) уравнение эллипса

$$y = \frac{1}{k} \left[\sqrt{a^2 - (x - 0,5l)^2} - a \right] + f; \quad k = a/b;$$

a – длина большой полуоси; b – длина малой полуоси.

При заданном значении k длина большой полуоси эллипса определяется выражением

$$a = (kf/2) + (l^2/8kf).$$

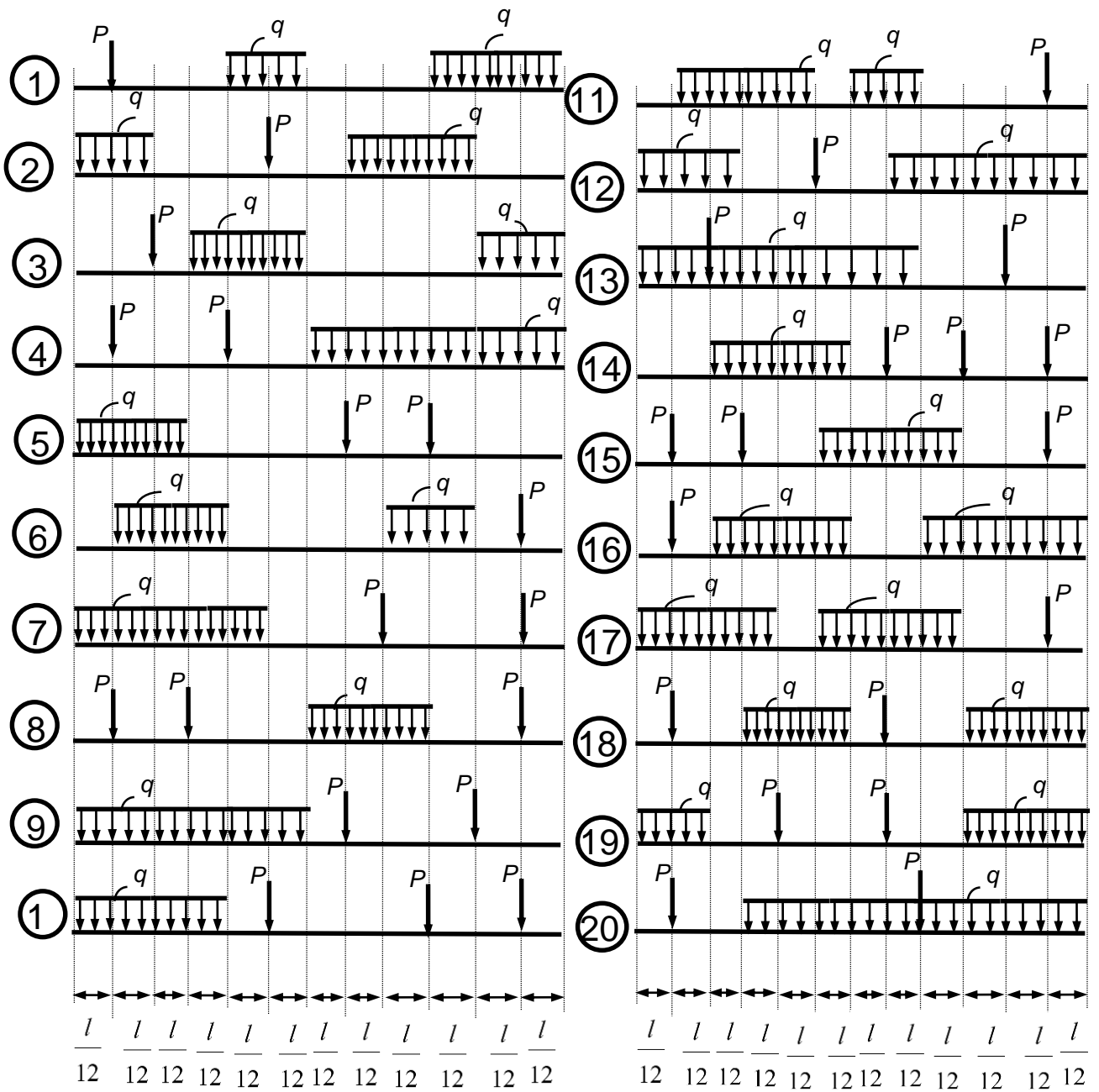
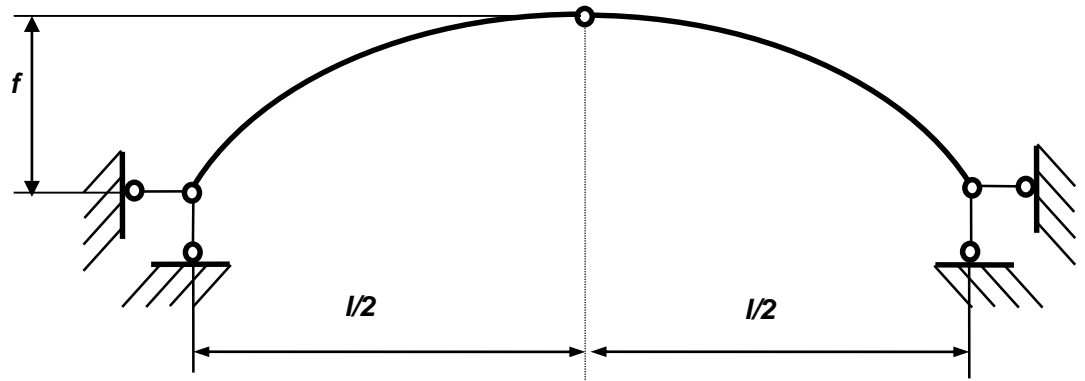
Угол наклона касательной к оси арки

$$tg\varphi_k = dy/dx = \frac{0,5l - x}{k\sqrt{a^2 - (x - 0,5l)^2}}.$$

Данные для задания 2 «Расчет статически определимой трехшарнирной арки»

A	l, м	B	Номера сечений	q, кН\м	C	Очертание оси арки	P, кН	f, м
0	18	0	1, 10	2	0	Эллипс($k=2$)	75	9
1	24	1	2, 9	4	1	Окружность	50	8
2	30	2	3, 11	3	2	Парабола	65	7
3	42	3	4, 7	5	3	Окружность	80	6
4	36	4	5, 8	6	4	Эллипс($k=1,6$)	85	5
5	48	5	1, 9	8	5	Парабола	60	7
6	24	6	2, 7	10	6	Окружность	55	9
7	36	7	3, 8	9	7	Парабола	70	8
8	18	8	4, 9	7	8	Эллипс($k=1,4$)	90	6
9	30	9	5, 10	4	9	Парабола	95	5

Схемы для задания 2 «Расчет статически определимой трехшарнирной арки»



РГР №3.

Задание 1. Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений

Необходимо:

1. Определить число неизвестных в методе перемещений по формуле

$$n = n_y + n_l.$$

2. Получить основную и эквивалентную систему метода перемещений.
3. Составить систему канонических уравнений в виде

$$\begin{cases} r_{11}z_1 + r_{12}z_2 + R_{1P} = 0; \\ r_{21}z_1 + r_{22}z_2 + R_{2P} = 0. \end{cases}$$

4. Вычислить свободные члены и коэффициенты при неизвестных канонических уравнений

$$r_{11}, r_{12}, r_{21}, r_{22}, R_{1P} \text{ и } R_{2P}.$$

5. Проверить правильность вычисления коэффициентов и свободных членов (грузовых реакций) по формулам

$$\sum r_{ij} = r_{ss}; \quad r_{ss} = \sum_{j=1}^k \int_0^{l_j} \frac{M_s^2}{EI_j} dx;$$

$$\sum R_{ip} = R_{sp}; \quad R_{sp} = - \sum_{j=1}^k \int_0^{l_j} \frac{M_s M_p}{EI_j} dx.$$

6. Решить систему канонических уравнений и проверить правильность нахождения неизвестных z_1 и z_2 .
7. Построить суммарную эпюру изгибающих моментов M_p для заданной системы на основании принципа независимости действия сил по формуле

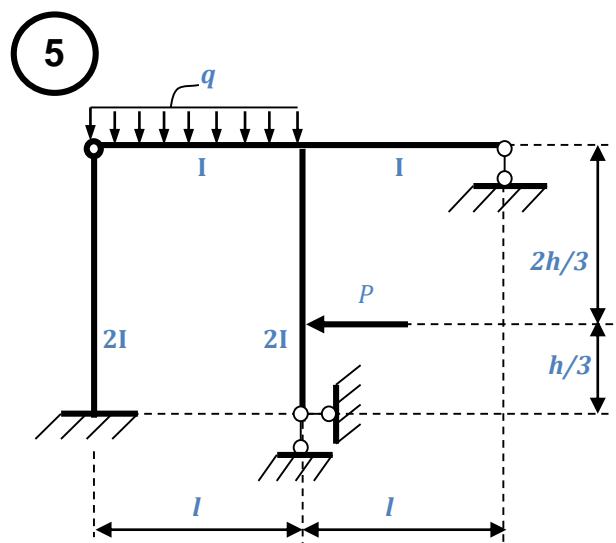
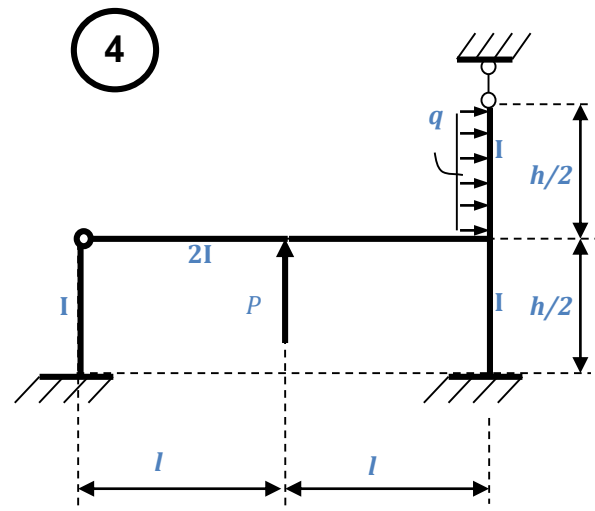
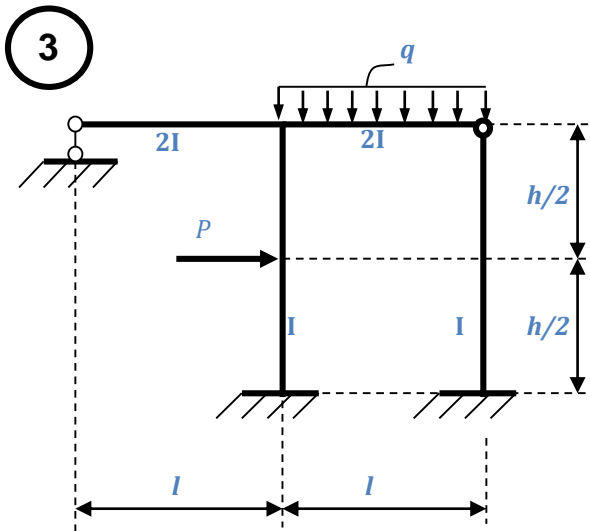
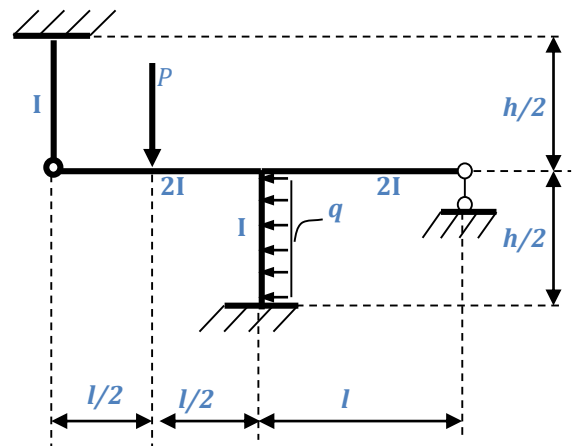
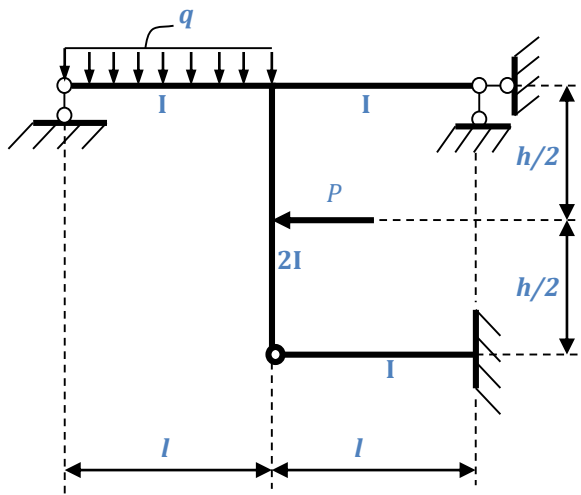
$$M_p = M_1 z_1 + M_2 z_2 + M_p^0.$$

8. Проверить правильность построения эпюры M_p с помощью статической и деформационной проверок.
9. Построить эпюру поперечных сил Q для заданной рамы по эпюре M_p .
10. Построить эпюру продольных сил N для заданной системы.
11. Произвести статическую проверку расчета рамы в целом и подобрать для опасного сечения рамы из условия прочности соответствующий номер профиля двутавровой балки.

Данные для задания 1 «Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений»

A	l, м	q, кН/м	B	h, м	C	P, кН
0	8	5	0	10	0	25
1	10	8	1	12	1	40
2	12	10	2	14	2	55
3	6	12	3	16	3	50
4	9	4	4	8	4	60
5	14	6	5	9	5	35
6	7	14	6	11	6	20
7	11	7	7	7	7	70
8	15	9	8	15	8	75
9	13	3	9	17	9	80

Схемы для задания 1 «Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений»



Задание 2. Определение частот свободных колебаний рамы

Необходимо:

1. Определить степень свободы сосредоточенных масс и составить систему частотных уравнений в виде

$$\begin{cases} \left(\delta_{11} m_1 - \frac{1}{\omega^2} \right) Y_{1K} + \delta_{12} m_2 Y_{2K} = 0, \\ \delta_{21} m_1 Y_{1K} + \left(\delta_{22} m_2 - \frac{1}{\omega^2} \right) Y_{2K} = 0. \end{cases}$$

2. Составить определитель данной системы и приравнять его нулю

$$\begin{vmatrix} \left(\delta_{11} m_1 - \frac{1}{\omega^2} \right) & \delta_{12} m_2 \\ \delta_{21} m_1 & \left(\delta_{22} m_2 - \frac{1}{\omega^2} \right) \end{vmatrix} = 0.$$

3. Вычислить коэффициенты $\delta_{11}, \delta_{12} = \delta_{21}, \delta_{22}$, которые представляют собой перемещения, вызванные единичными силами, приложенными в направлении колебаний сосредоточенных масс, по формулам

$$\delta_{11} = \sum_0^l \int \frac{M_1 M_1^0 dx}{EI}; \quad \delta_{12} = \delta_{21} = \sum_0^l \int \frac{M_1 M_2^0 dx}{EI}; \quad \delta_{22} = \sum_0^l \int \frac{M_2 M_2^0 dx}{EI}.$$

4. Определить частоты свободных колебаний ω_1 и ω_2 .
5. Проверить правильность решения системы частотных уравнений.
При правильном решении должны выполняться следующие условия

$$\begin{cases} \sum \lambda_i = S_p(D); \\ \prod \lambda_i = |D|, \end{cases}$$

где $\lambda_i = EI / (m \omega_i^2)$; $|D|$ - определитель матрицы D ; $\prod \lambda_i$ - произведение корней частотного уравнения; $S_p(D)$ - след матрицы D, составленной из коэффициентов частотного уравнения .

6. Определить амплитуды собственных колебаний сосредоточенных масс Y_{21} и Y_{12} при условии, что $Y_{11}=Y_{22}=1$.
7. Построить формы свободных колебаний сосредоточенных масс.
8. Проверить ортогональность собственных форм колебаний.
Условие ортогональности записывается в виде

$$\sum_{i=1}^n m_i Y_{ir} Y_{ik} = 0, \quad (r, k = 1, 2; \quad r \neq k).$$

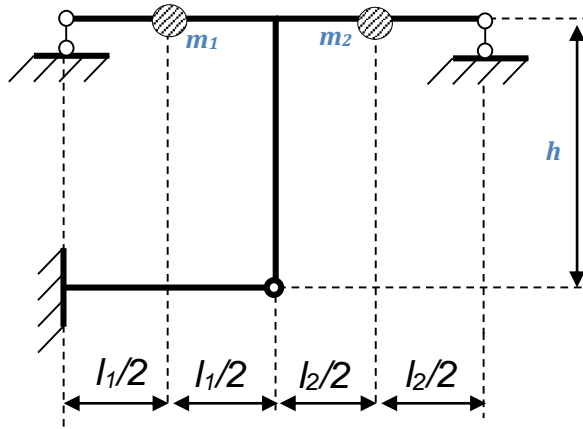
Формы колебаний должны быть ортогональны.

Данные для задания 2 «Определение частот свободных колебаний рамы»

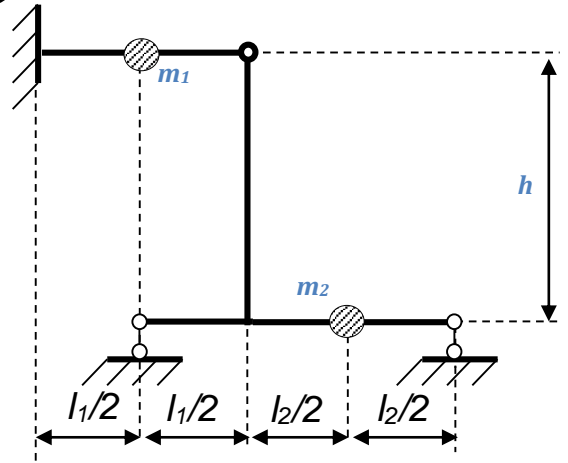
A	$m_1,$ $\frac{\text{кН} \cdot \text{с}^2}{\text{м}}$	$l_1,$ м	B	$m_2,$ $\frac{\text{кН} \cdot \text{с}^2}{\text{м}}$	$l_2,$ м	C	EI, $\text{кН} \cdot \text{м}^2$	h, м
0	2,0	4	0	1,1	6	0	3800	5
1	2,4	8	1	2,1	4	1	4600	8
2	2,2	6	2	2,7	5	2	4900	7
3	1,8	7	3	1,5	8	3	4200	6
4	1,6	5	4	2,3	9	4	4400	4
5	2,6	9	5	2,9	7	5	5000	8
6	3,0	6	6	1,7	6	6	5200	9
7	2,8	8	7	1,3	7	7	3400	6
8	1,4	4	8	2,5	5	8	3600	4
9	1,2	5	9	1,9	8	9	4800	5

Схемы для задания 2 «Определение частот свободных колебаний рамы»

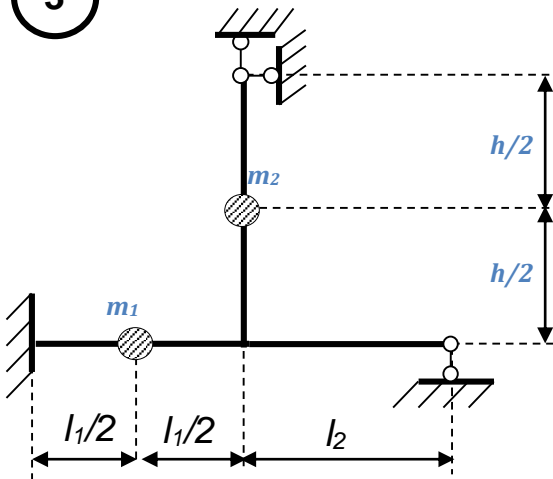
1



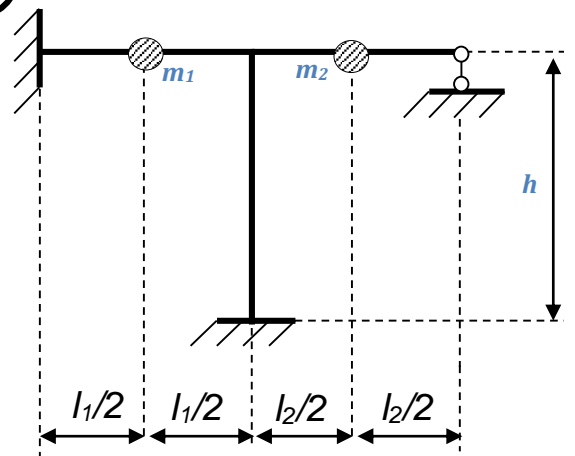
2



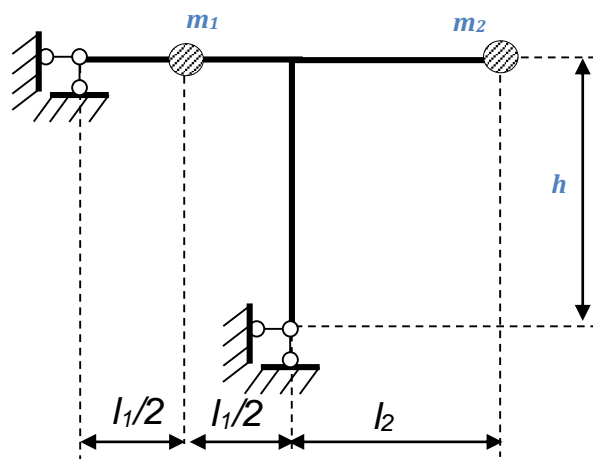
3



4



5



Защита расчетно-графической работы проводится после предоставления завершенной работы и устранения всех замечаний по расчетной и графической частям работы. Защита проводится устно в формате собеседования по материалам работы. Общее количество вопросов зависит от качества ответов студента и уровня владения материалом представленной работы.

4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Сопротивление материалов и строительная механика» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (профиль Промышленное и гражданское строительство).

Преподаватель-разработчик – д.т.н., профессор Притыкин А.И.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен заведующим кафедрой строительства.

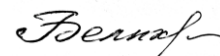
Заведующий кафедрой



И.С. Александров

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен методической комиссией ИМТЭС (протокол № 8 от 26.08.2024 г).

Председатель методической комиссии ИМТЭС



О.А. Белых