

**МПС РОССИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

---

**21/4/2**

**Одобрено кафедрой  
«Сопротивление материалов  
и строительная механика»**

**СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА  
ВАГОНОВ**

**Задания на контрольные работы № 1, 2  
для студентов IV курса**

**специальности  
150800. Вагоны (В)**



**Москва – 2003**

Рецензент – канд. техн. наук, ст. преп. каф. “Вагоны  
и вагонное хозяйство” Т.Г. Чернова

© Российский государственный открытый технический  
университет путей сообщения Министерства  
путей сообщения Российской Федерации, 2001

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

При изучении курса Строительная механика студент-заочник знакомится с методами расчета сооружений на прочность, устойчивость, жесткость и приобретает навыки в выполнении таких расчетов. Если в курсе Сопротивление материалов предметом изучения служат отдельные элементы сооружений, то в курсе Строительная механика предметом изучения являются целые сооружения (вернее расчетные схемы сооружений).

Основными документами, определяющими необходимый объем знаний студентов, являются учебные программы курсов и учебные планы по специальности.

Процесс получения студентами знаний и навыков по строительной механике складывается из самостоятельного изучения соответствующих разделов курса по учебникам [1,2] и выполнения контрольных работ.

Если при изучении курса или выполнении контрольных работ встретятся затруднения, студент может воспользоваться консультацией преподавателя в вузе, филиале, факультете.

Исходные данные для решения задач контрольных работ студент берет из таблиц, приведенных задании, в строгом соответствии со своим личным шифром. Для этого надо три последние цифры шифра написать дважды, а затем под шестью цифрами подписать буквы: *a, б, в, г, д, е*.

Например, при шифре 99-В-315437 это будет выглядеть так:

4	3	7	4	3	7
<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>	<i>д</i>	<i>е</i>

Цифра под буквой *a* укажет, какую строку следует взять из столбца *a*, над буквой *б* – из столбца *б* и т.д. в таблице исходных данных – табл. 2, 3, 4.

Контрольные работы следует выполнять в тетрадах, имеющих поля. Все расчеты рекомендуется проводить с точностью до трех значащих цифр и сопровождать необходимыми (строго

в масштабе) расчетными схемами и краткими пояснениями. Страницы тетради должны быть пронумерованы. Кроме того, в тетради должны быть указаны: домашний адрес и номер шифра студента, список используемой литературы с указанием года издания. Работа должна быть подписана студентом.

Выполненная контрольная работа должна быть сдана на факультет и зафиксирована в журнале. После этого преподаватель кафедры проверяет контрольную работу и в случае правильного решения задач ставит пометку «допущена к защите». Допущенные к зачету контрольные работы должны быть защищены студентом при собеседовании с преподавателем. При этом на обложке контрольной работы должна быть запись преподавателя «контрольная работа зачтена».

Перечень и количество контрольных работ, выполняемых студентами специальности 150800. Вагоны, указаны в табл. 1.

*Таблица 1*

Дисциплина	Номера		Срок выполнения
	контрольных работ	задач	
Строительная механика вагонов	1	1, 2	Декабрь
	2	3, 4	Апрель

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Саргсян А. Е., Дворянчиков Н. В., Джинчвелашвили Г. А. Строительная механика. Основы теории с примерами расчетов: Учебник / Под ред. А. Е. Саргсяна. – М.: АСВ, 1998. – 320 с.
2. Саргсян А. Е., Демченко А. Т., Дворянчиков Н. В., Джинчвелашвили Г. А., Строительная механика. Основы теории с примерами расчетов: Учебник / Под ред. А. Е. Саргсяна. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2000. – 416 с.

### Дополнительная

3. Леонтьев Н. Н., Соболев Д. Н., Амосов А. А. Основы строительной механики стержневых систем. – М.: АСВ, 1996. – 541 с.
4. Дарков А. В., Шапошников Н. Н. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1986. – 607 с.
5. Саргсян А. Е., Райзер В. Д., Мкртычев О. В. Методика статических испытаний при расчете строительных конструкций на надежность. – М.: РГОТУПС, 1999. – 37 с.

## ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 1

### Задача 1

#### РАСЧЕТ ПЛОСКОЙ РАМЫ МЕТОДОМ СИЛ

Для статически неопределимой рамы (рис. 1) требуется:

1. Определить количество лишних неизвестных.
2. Выбрать основную статически определимую систему, сопоставив 2-3 варианта схем основной системы.
3. Составить систему канонических уравнений метода сил. Построить единичные и грузовые эпюры.
4. Подсчитать для уравнений все коэффициенты.
5. Проверить правильность подсчета коэффициентов.
6. Определить неизвестные из канонических уравнений и проверить правильность их вычисления.
7. Построить окончательную эпюру изгибающих моментов  $M$ , произведя для нее статическую и деформационную проверки.
8. Построить эпюры  $Q$  и  $N$ , сделав необходимые расчеты для их построения, и выполнить статическую проверку равновесия рамы в целом.

Исходные данные взять из табл. 2.

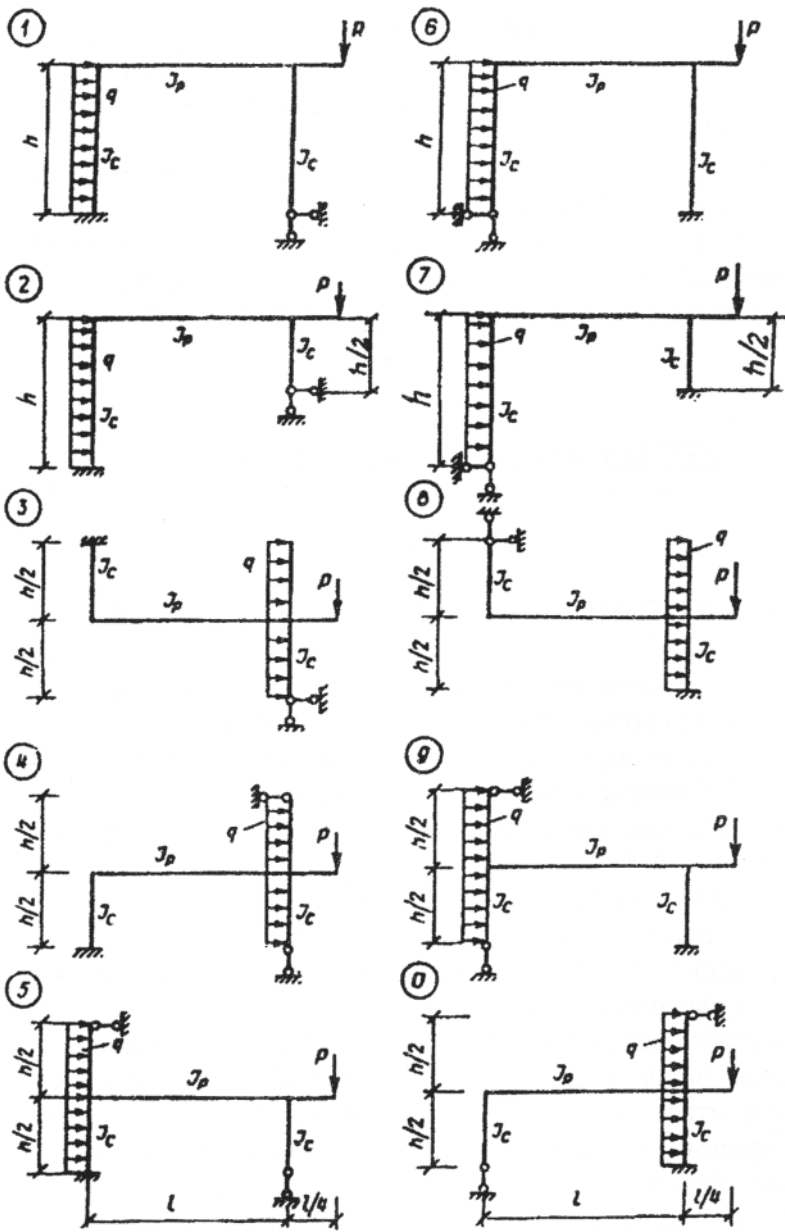


Рис. 1.

Таблица 2

Номер		$l$ , м	$h$ , м	$P$ , кН	$q$ , $\frac{\text{кН}}{\text{м}}$	$\frac{J_p}{J_c}$
Строки	схема					
1	1	5,0	3,0	30	8,0	2,0
2	2	4,5	3,2	35	10	1,8
3	3	4,2	3,4	40	12	1,6
4	4	4,0	3,5	45	14	1,5
5	5	3,8	3,6	50	15	1,25
6	6	3,6	3,8	55	16	1,2
7	7	3,5	4,0	60	18	1,0
8	8	3,4	4,2	65	20	0,8
9	9	3,2	4,5	70	22	0,75
0	0	3,0	5,0	75	24	0,5
	$e$	$a$	$b$	$v$	$z$	$d$

## Задача 2

### РАСЧЕТ ПЛОСКОЙ РАМЫ МЕТОДОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Для статически неопределимой рамы (рис. 2) требуется:

1. Определить число неизвестных и выбрать основную систему метода перемещений.
2. Построить необходимые единичные и грузовые эпюры изгибающих моментов в основной системе.
3. Записать систему канонических уравнений метода перемещений и вычислить ее коэффициенты из условий равновесия частей рамы.
4. Решить полученные системы канонических уравнений.
5. Построить окончательные эпюры изгибающих моментов  $M$ , поперечных  $Q$  и продольных  $N$  сил.
6. Проверить полученные результаты, осуществив деформационную и статическую проверки.

Исходные данные взять из табл. 3.

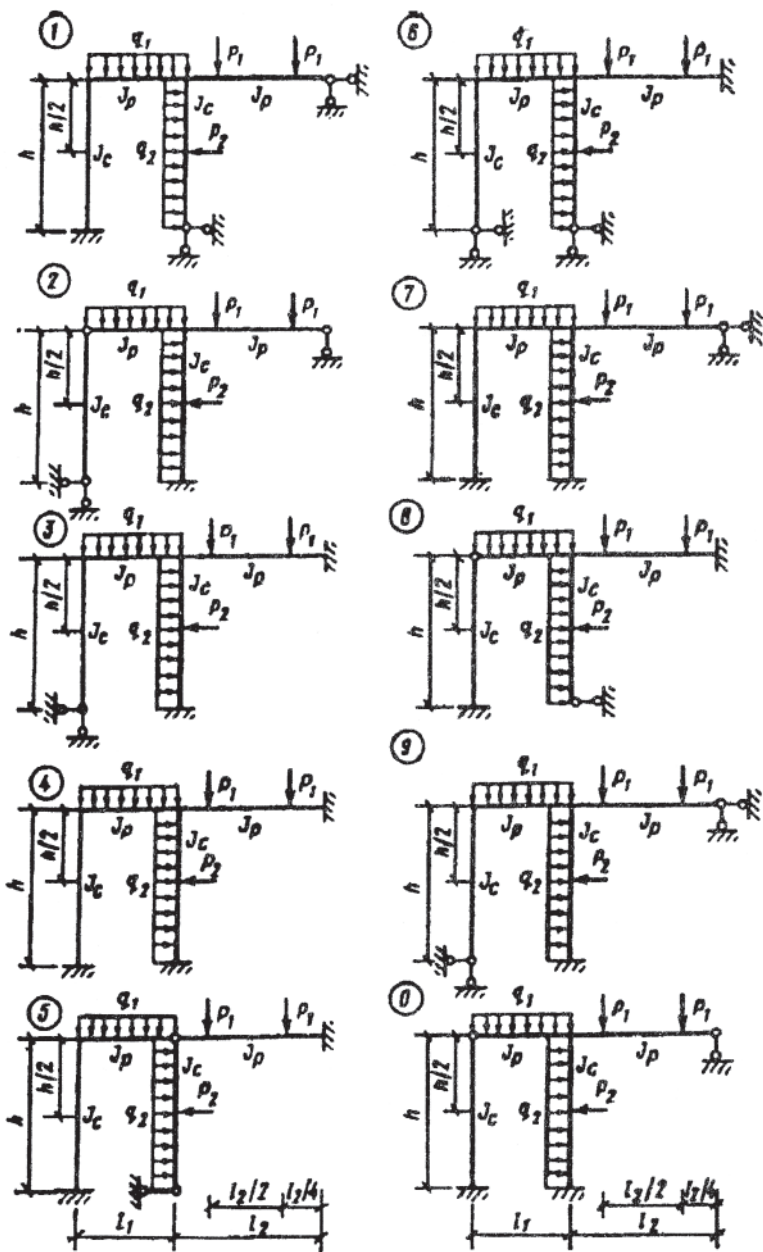


Рис. 2.



Таблица 3

Номер		$h$ ,	$l$ ,	$P$ ,	$q$ ,	$\frac{l_2}{l_1}$	$\frac{P_2}{P_1}$	$\frac{q_2}{q_1}$	$\frac{J_p}{J_c}$
строки	схема	м	м	кН	кН/м				
1	1	5,0	3,0	15	2	1,0	0,6	0,85	1,2
2	2	4,8	3,2	20	2	1,1	0,8	0,8	1,25
3	3	4,4	3,4	25	2	1,15	1,0	0,75	1,3
4	4	4,2	3,6	30	4	1,2	0,6	1,7	1,4
5	5	4,0	3,8	35	4	1,25	0,8	0,85	1,5
6	6	3,8	4,0	40	4	1,3	1,0	1,8	1,6
7	7	3,6	4,2	45	2	1,35	0,6	0,75	1,7
8	8	3,4	4,4	50	2	1,4	0,8	0,7	1,75
9	9	3,2	4,8	55	2	1,45	1,0	0,85	1,8
0	0	3,0	5,0	60	2	1,5	0,8	0,8	2,0
	$e$	$a$	$b$	$v$	$z$	$d$	$a$	$b$	$v$

**Примечание.** При решении задачи 2 в схемах на рис. 2 нагрузку на раму принимать в сочетаниях  $q_1$  с  $P_2$  или  $q_2$  с  $P_1$  (по выбору студента).

## ЗАДАЧИ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 2

### Задача 3

#### РАСЧЕТ ТОНКОСТЕННОГО СТЕРЖНЯ

Тонкостенный стержень открытого профиля (рис. 3) на одном конце закреплен против всех видов смещений, а на свободном конце нагружен сосредоточенной силой  $P_1$  или  $P_2$ . Толщина стенки и полка  $\delta = 1$  см. Модуль упругости материала стержня  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Па; модуль сдвига  $G = 8 \cdot 10^{10}$  Па.

Для заданного стержня требуется:

1. Определить площадь, положения центра тяжести и главные центральные моменты инерции поперечного сечения стержня.

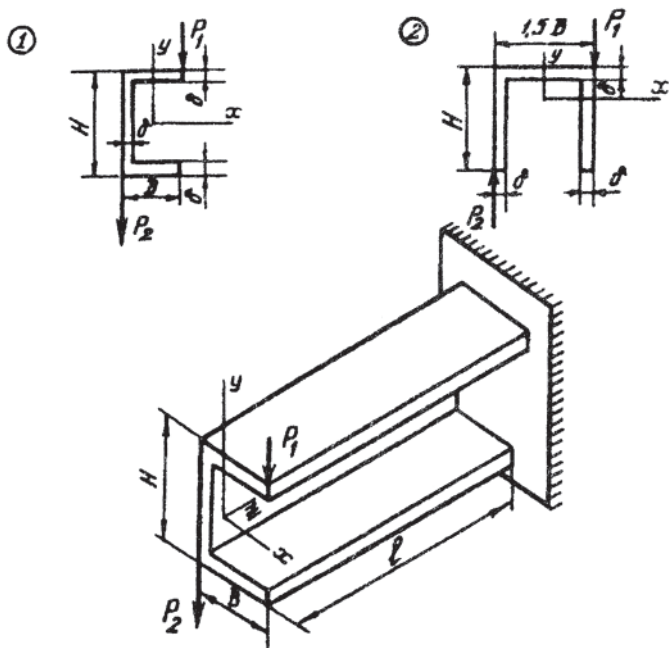


Рис. 3.

2. Найти положение центра изгиба и положение главной нулевой секторальной точки.
3. Определить момент инерции при чистом кручении  $J_{кр}$  секторальный момент инерции  $J_w$ .
4. Вычислить изгибо-крутильную характеристику поперечного сечения стержня  $\alpha = \sqrt{\frac{GJ_{кр}}{EJ_w}}$ .

5. Написать дифференциальное уравнение углов закручивания для заданного стержня и привести его решение.
6. Построить эпюры поперечных сил, изгибающих моментов, моментов чистого кручения, изгибо-крутящих моментов и бимоментов, указав их ординаты.
7. Построить эпюры нормальных напряжений  $\sigma_{из}$ ,  $\sigma_w$  и  $\sigma = \sigma_{из} + \sigma_w$ , предварительно вычислив их ординаты.

Исходные данные взять из табл. 4.

Таблица 4

Номер		$H,$	$B,$	$l,$	схема 1		схема 2	
строки	схемы	м	м	м	$P_1, \text{кН}$	$P_2, \text{кН}$	$P_1, \text{кН}$	$P_2, \text{кН}$
1	1	0,12	0,1	1,0	2,0	-	-	2,0
2	2	0,14	0,1	1,2	-	1,0	1,0	-
3	1	0,14	0,12	1,3	2,5	-	-	2,5
4	2	0,16	0,12	1,4	-	1,5	1,5	-
5	1	0,15	0,14	1,5	2,0	-	-	2,0
6	2	0,18	0,14	1,6	-	1,0	1,0	-
7	1	0,18	0,16	1,7	2,5	-	-	2,5
8	2	0,2	0,16	1,8	-	1,5	1,5	-
9	1	0,2	0,18	1,9	2,0	-	-	2,0
0	2	0,22	0,18	2,0	-	1,0	1,0	-
	$e$	$a$	$a$	$b$	$v$	$v$	$z$	$z$

### Задача 4

## ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ РАСЧЕТ РАМЫ

1. Выбрать по шифру из табл. 5 параметры плоской рамы (рис. 4) с нагрузкой, перпендикулярной к её плоскости. Сделать чертеж в аксонометрии.
2. Построить эпюры изгибающих моментов  $M_x$  и крутящих моментов  $M_{кр}$ .
3. Определить вертикальное перемещение точки  $m$ .

Рассмотреть симметричное и кососимметричное нагружение рамы и провести расчет на один из видов нагружения, учитывая одну половину схемы (сечения 1 ÷ 12 рис. 4).

Расчет  $n$  раз статически неопределимой системы провести методом сил в матричной форме

$$\vec{S} = \vec{S}_q^0 - L_S^0 (L_S^{0T} B L_S^0)^{-1} L_S^0 B_f \vec{S}_q^{0f}, \quad (1)$$



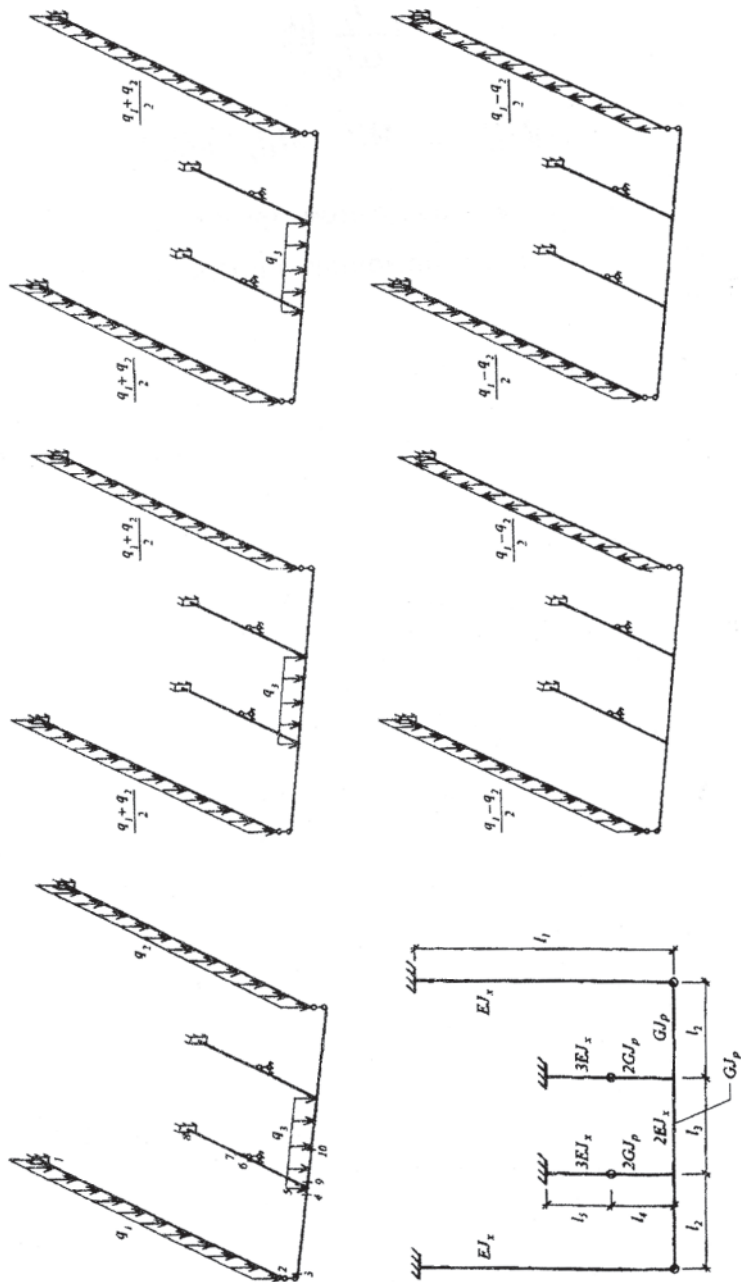


Рис. 4

$$B_j = \frac{l_j}{GJ_{pj}} [1];$$

$$\overrightarrow{S}_q^o = [M_{1q}^{uz} \quad \dots \quad M_{10q}^{uz} \quad M_{11q}^{kp} \quad M_{12q}^{kp}],$$

где  $\overrightarrow{S}_q^o$  – та же матрица с учетом стрелок эпюр от нагрузок.

Расчет провести с помощью программы Setapp.exe на ПЭВМ.

Канд. техн. наук, проф. Л.Ю. Кузьмин,  
д-р техн. наук, проф. В.Н. Чудин

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА ВАГОНОВ

### Задания на контрольные работы № 1, 2

Редактор Г. Ю. Микрюкова  
Компьютерная верстка В. В. Бебко

ЛР №020307 от 28.11.91

---

Тип. зак. <b>18.</b>	Изд. зак. 19	Тираж <b>2000</b> экз.
Подписано в печать <i>10/12.93</i>	Гарнитура NewtonС.	Офсет.
Усл. печ. л. 1,0	Уч.-изд. л. 0,75	Формат 60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>

---

Издательский центр РГОТУПС,  
125808, Москва, Часовая ул., 22/2