

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»
ПРИВОЛЖСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МАДИ

Сопротивление материалов

Методические указания
по выполнению работы работы для студентов,
обучающихся по специальности
23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства
(специализация «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и
оборудование»)

Чебоксары 2026

Содержание

1. Общие методические указания	3
2. Перечень задач для выполнения курсовой работы	4
Задача № 1	4
Задача № 2	6
Задача № 3	6
Задача № 4	8
Задача № 5	9
Задача № 6	10
Задача № 7	12
3. Оформление курсовой работы	15
3.1. Основные требования	15
3.2. Построение таблиц	15
3.3. Формулы и расчёты	15
3.4. Библиографическое описание литературы	16
4. Вопросы для подготовки к защите курсового проекта	17
Список рекомендованной литературы	18

1. Общие методические указания

Основной формой обучения студента является работа над учебным материалом. Для облегчения этой работы организованы чтение лекций, лабораторные и практические занятия. Поэтому процесс изучения дисциплины «Сопротивление материалов» состоит из следующих этапов:

- 1) проработка установочных и обзорных лекций;
- 2) самостоятельная работа над учебниками и учебными пособиями;
- 3) решение практических задач;
- 4) зачеты и экзамены.

Курсовая работа позволяет закрепить теоретический материал курса. В процессе изучения «Сопротивление материалов», студент должен рассчитать элементы конструкции по напряжениям и определить их перемещения от действия сил. В данное указание включена одна курсовая работа, которую студенты выполняют в течении семестра.

Вариант задания определяется по двум последним цифрам зачетной книжки.

При выполнении курсовой работы необходимо соблюдать следующие правила:

1) указывать на титульном листе аббревиатуру филиала, тему, наименование дисциплины, фамилию и инициалы студента;

2) работу следует выполнять аккуратно, оставляя поля для замечаний рецензента;

3) задание переписывать полностью, а заданные физические величины выписать отдельно, при этом все числовые величины должны быть переведены в систему единиц СИ;

4) решение и используемые формулы должны сопровождаться пояснениями;

5) вычисления следует проводить с помощью подстановки заданных числовых величин в расчетную формулу. Все необходимые числовые значения величин должны быть выражены в СИ;

6) проверить единицы полученных величин по расчетной формуле и тем самым подтвердить ее правильность;

7) при вычислениях, по возможности, использовать инженерный микрокалькулятор, точность расчета определять числом значащих цифр исходных данных;

8) в курсовой работе следует указывать учебники и учебные пособия, которые использовались при решении задач;

9) оформлять работу следует на белых листах формата А4 с одной стороны.

Работы, оформленные без соблюдения указанных правил, а также работы, выполненные не по своему варианту, не засчитывают. При совпадении вариантов, допустимо совместное решение задачи.

2. Перечень задач для выполнения курсовой работы

Задача № 1

«Расчет статически определимого бруса на растяжение (сжатие)»

Основные формулы

Полное (абсолютное) удлинение где Δl – изменение длины бруса; l – длина бруса	$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$
Нормальное напряжение где ΔN – внутренняя нормальная сила; ΔA – бесконечно малая площадь	$\sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow \infty} \frac{\Delta N}{\Delta A}$
Закон Гука где E – модуль продольной упругости	$\sigma = E \cdot \varepsilon$

Задание

Стальной ступенчатый брус круглого сечения ($E = 2 \cdot 10^5$ МПа) находится под действием продольных сил F и собственного веса (Рис. 1). Требуется:

- Определить максимальную внутреннюю продольную силу N .
- Определить удлинение (укорочение) свободного конца стержня.

Численные значения и номер рисунка выбрать из таблицы 1.1. Вариант задания по последней цифре зачетной книжки указан на рис.1.

Таблица 1.1 - Численные значения исходных данных

№	По предпоследней цифре зачетной книжки									
	A_1 , мм ²	A_2 , мм ²	A_3 , мм ²	F_1/M_1 , Н/кН·м	F_2/M_2 , Н/ кН·м	F_3/M_3 , Н/ кН·м	a , мм	b , мм	c , мм	q_1 , кН/м
1	70	50	100	50	550	100	50	100	70	10
2	50	150	150	150	500	150	25	90	60	20
3	90	350	200	350	450	200	35	80	50	30
4	150	450	250	450	400	250	45	70	40	40
5	100	300	300	300	450	300	40	60	50	50
6	50	100	350	100	400	350	45	50	60	45
7	200	150	400	150	300	400	50	40	70	35
8	70	350	450	350	350	450	55	30	80	25
9	400	350	500	350	300	500	60	50	90	15
0	50	400	550	400	350	550	65	80	100	5

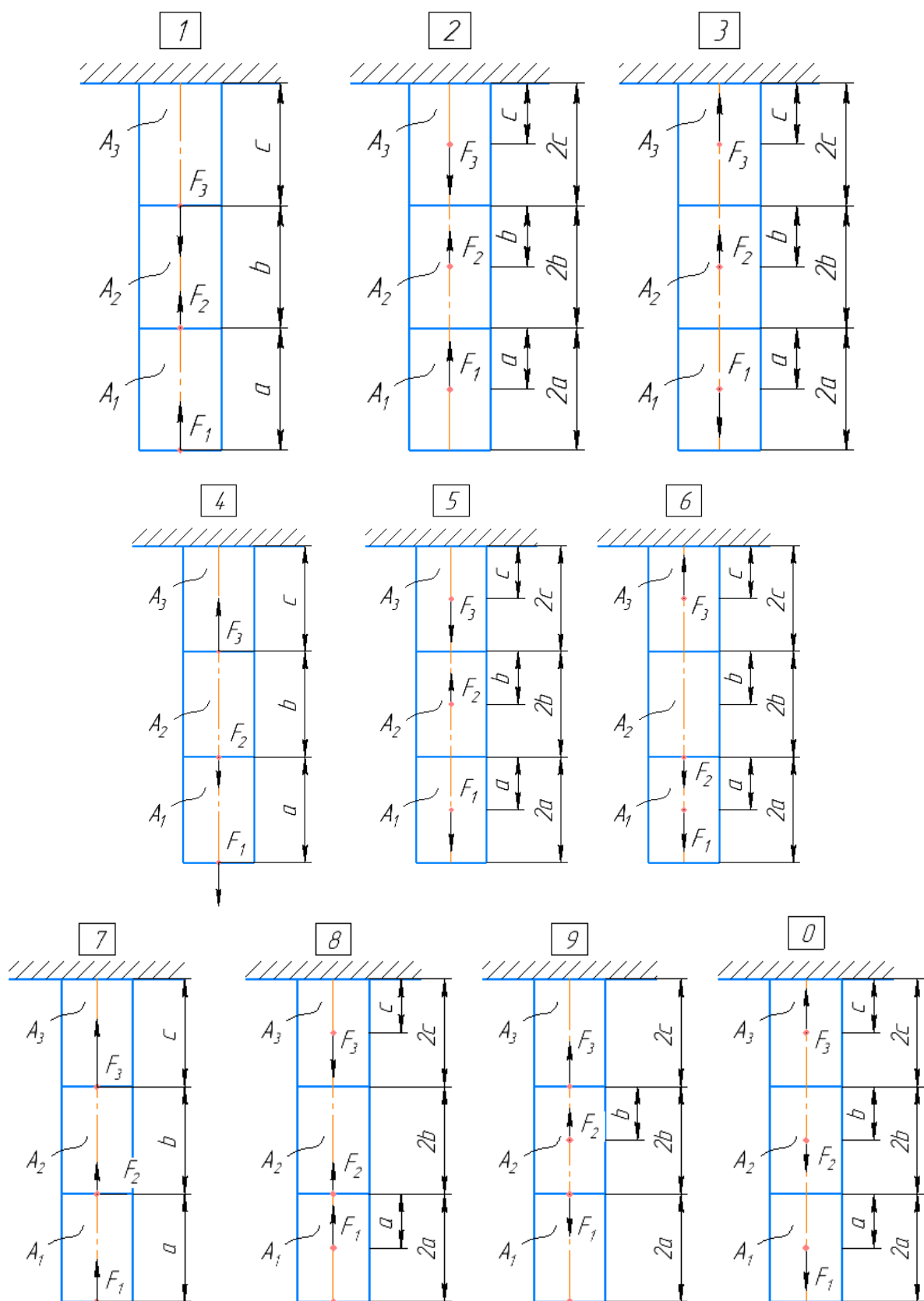


Рисунок 1 – Схема по последней цифре зачетной книжки

Задача № 2

«Расчет статически неопределимого бруса на растяжение (сжатие)»

Задание

Определить продольные силы и нормальные напряжения в статически неопределимом брус. Модуль Юнга принять $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, собственным весом пренебречь. Требуется:

- Определить внутренние продольные силы N на каждом участке.
- Подобрать необходимое сечение при запасе прочности $K=1,8$.

Исходные данные и схема сил указана в расчетно-графической задаче №1. На рис.2 изображен брус.

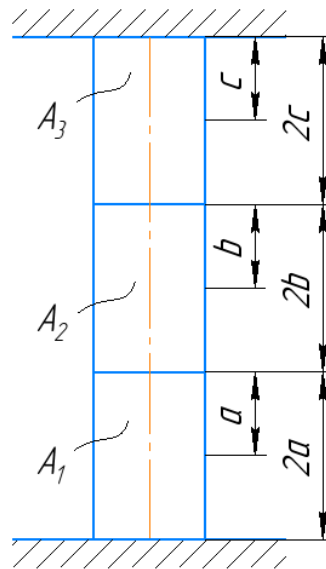


Рисунок 2 – Схема закрепленного бруса

Задача № 3

«Расчёт стержня, поддерживающего в равновесии абсолютно жесткий брус»

Задание

Подобрать сечение стальных стержней, удерживающих абсолютно жесткий брус в равновесном состоянии при запасе прочности $K=1,8$. Модуль продольной упругости принять $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Исходные данные указаны в расчетно-графической задаче №1. Схема абсолютно жесткого бруса на рис.3.

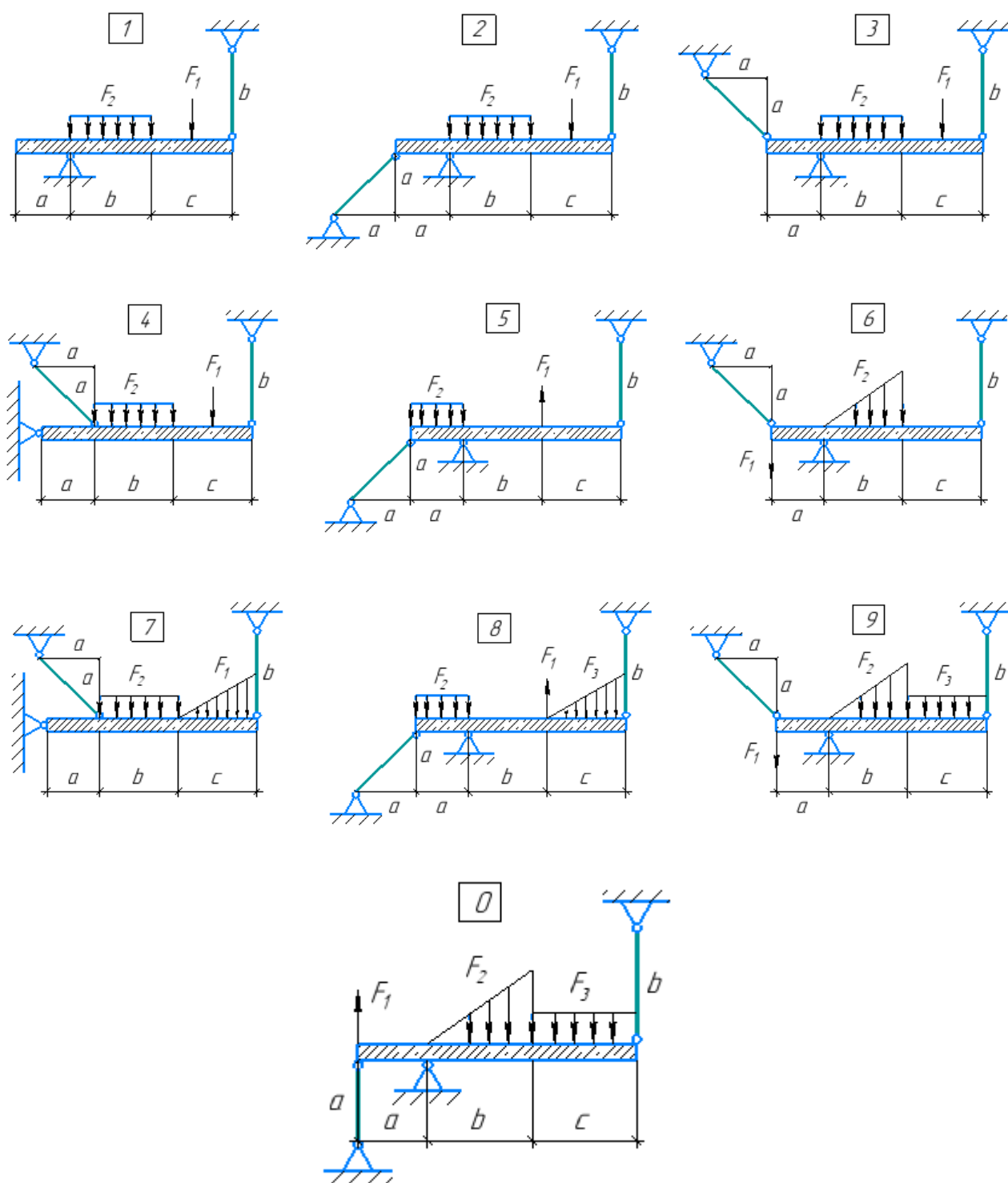


Рисунок 3 – Схема по последней цифре зачетной книжки

Задача № 4

«Кручение. Подбор сечения круглого стержня (вала)»

Основные формулы

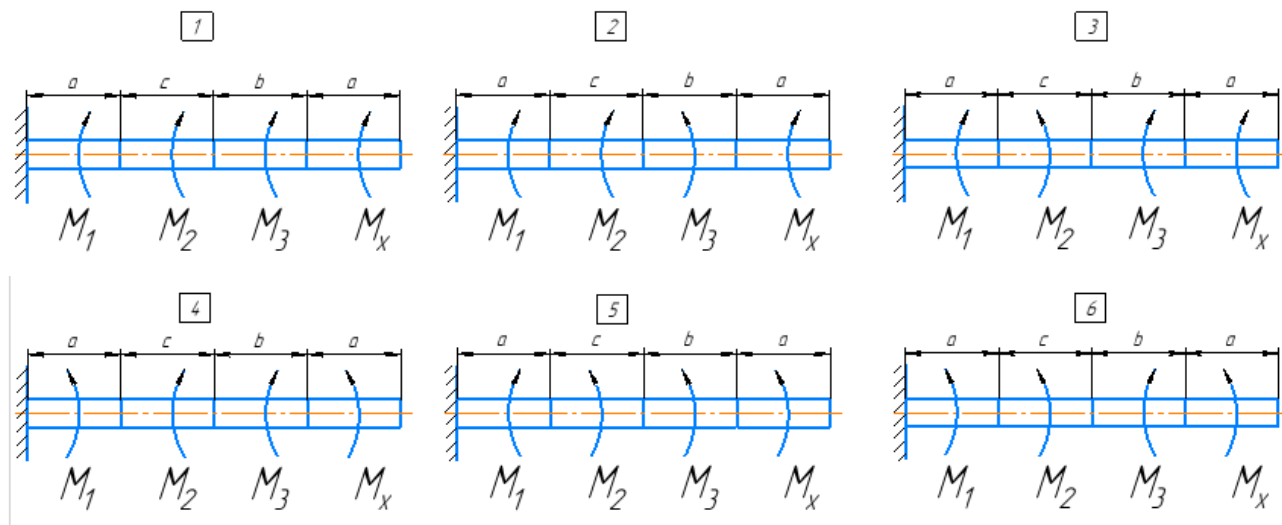
Закон Гука при сдвиге где G – модуль упругости, γ - сдвига	$\tau_R = G\gamma$
Полярный момент инерции вала где R – радиус вала	$I_\rho = \frac{\pi R^4}{2}$
Полярный момент сопротивления вала	$W_\rho = \frac{I_\rho}{R}$
Касательное напряжение где M_x – крутящий момент участка вала	$\tau_{max} = \frac{M_x}{W_\rho}$
Относительный угол закручивания	$\theta = \frac{M_x}{GI_\rho}$

Задание

К стальному валу приложены крутящие моменты M_1, M_2, M_3 на рис.4. Определить:

- При каком значении момента M_x угол поворота правого концевого вала равен нулю;
- При заданном значении $[\tau]$ определить диаметр вала при запасе прочности $K=1,8$;

Исходные данные указаны в курсовой работе №1. Схема сил и вала на рисунке 4.



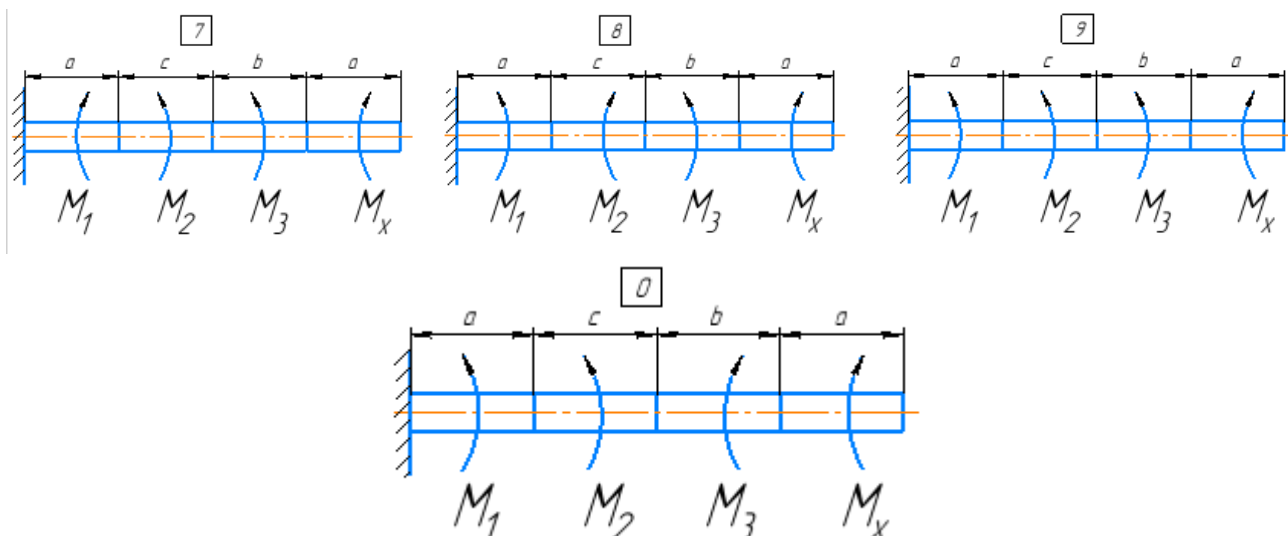


Рисунок 4 – Схема по последней цифре зачетной книжки

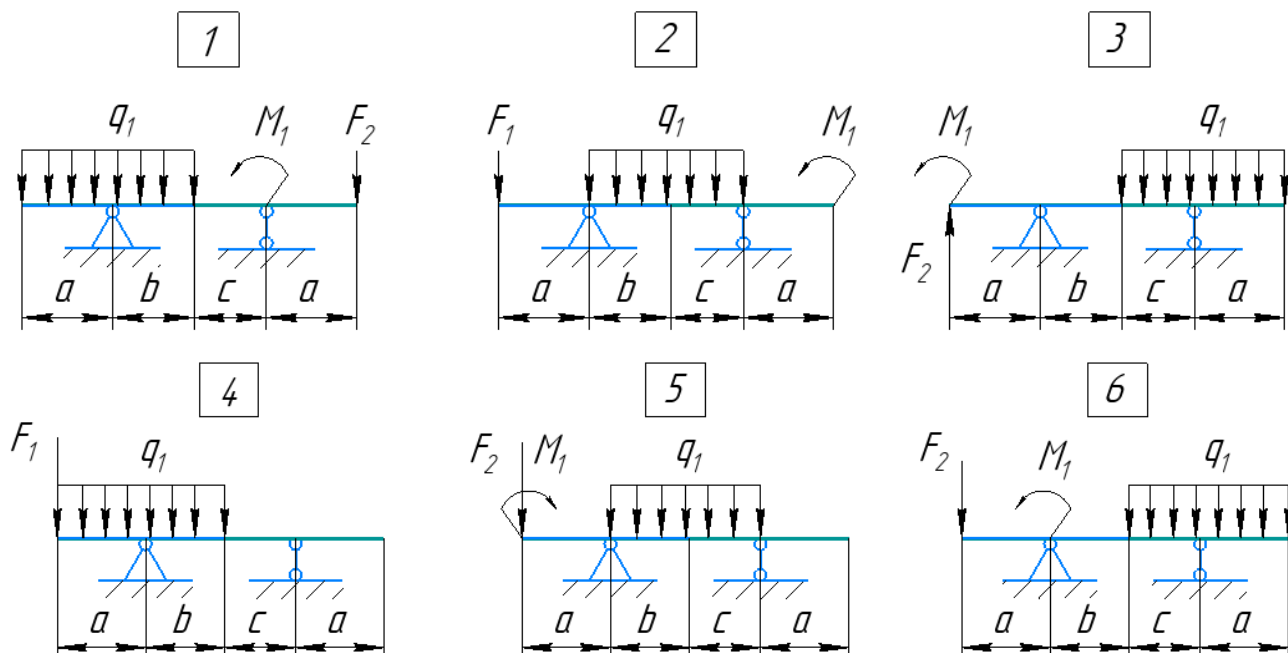
Задача № 5 «Плоский изгиб прямого бруса»

Задание

Для статически определимой балки на рис.5, нагруженной силами, требуется:

- Построить эпюры изгибающих моментов и сил;
- Подобрать балку двутаврового поперечного сечения по максимальному изгибающему моменту при $R_y=240$ МПа, коэффициент условия работы $\gamma_c=1$.

Исходные данные указаны в курсовой работе №1. Схема сил на рисунке 5.



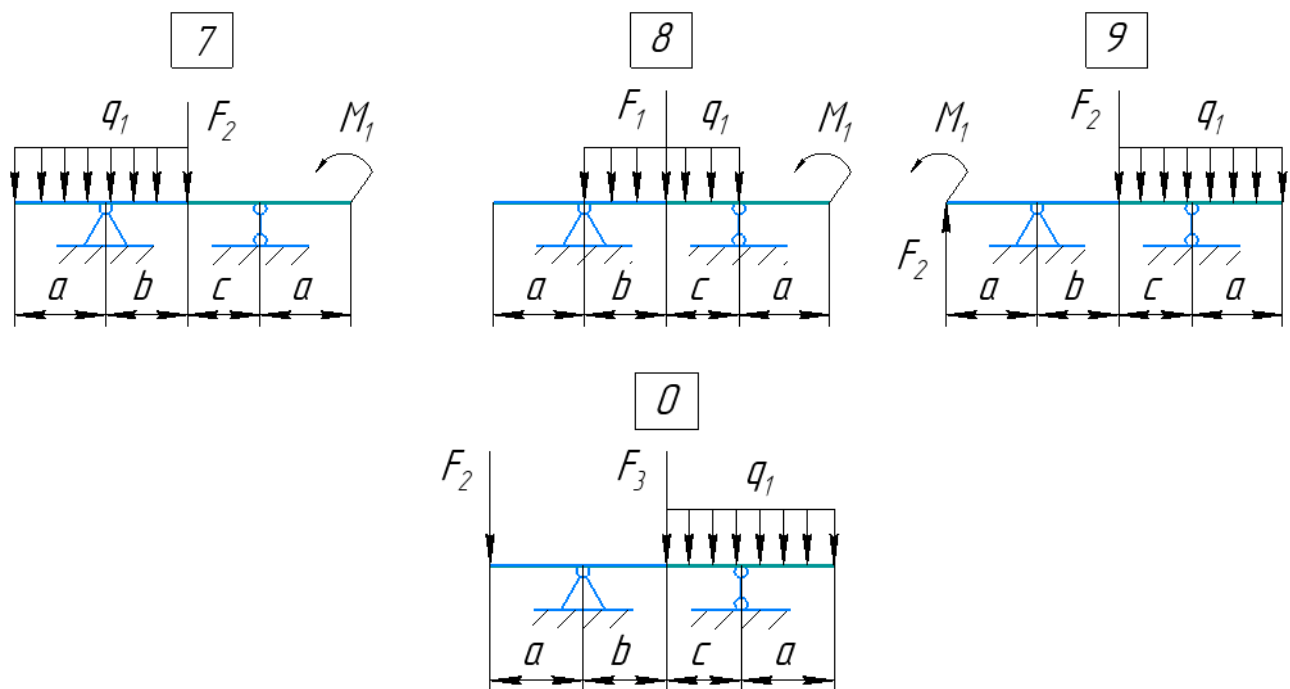


Рисунок 5 – Схема по последней цифре зачетной книжки

Задача № 6 «Расчет статически неопределимых балок»

Основные формулы

Степень статической неопределимости (n) системы где k — количество неизвестных усилий (реакций связей); m — количество уравнений равновесия, которые можно составить для данной системы.	$n = k - m$
Интеграл Мора для изгибающих моментов	$\Delta_{1F} = \sum_1^n \int_0^l \frac{\overline{M}_1 M_F dx}{EI}$

Задание

Для статически неопределимой балки на рис.5, нагруженной силами, требуется:

- Установить степень статической неопределимости;
- Определить каноническое уравнение;
- Определить внутренние усилия, действующие на балку.

Исходные данные указаны в расчетно-графической задаче №1. Схема сил на рисунке 6.

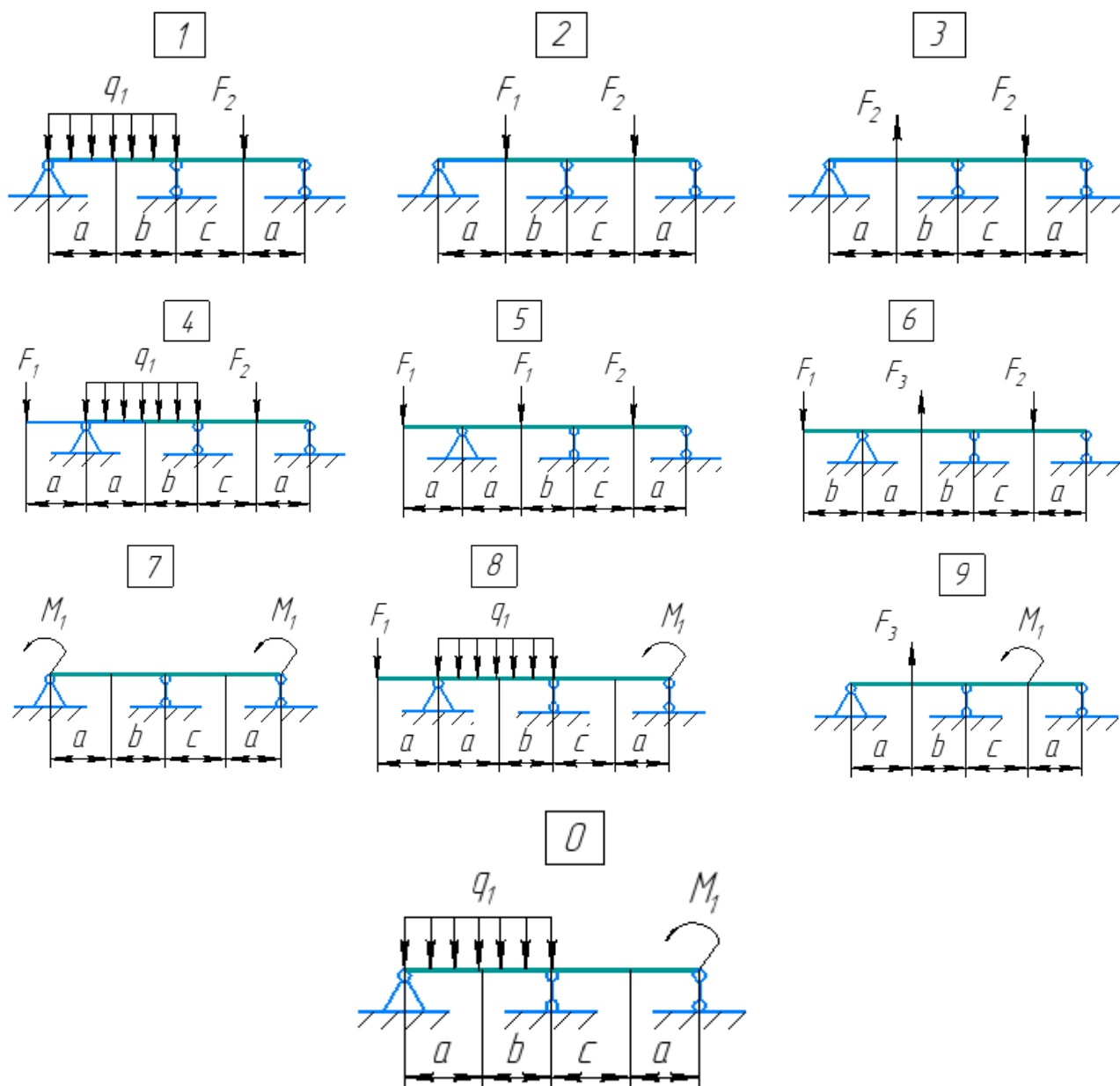


Рисунок 5 – Схема по последней цифре зачетной книжки

Задача № 7

«Расчет геометрических характеристик составного сечения»

Основные формулы

Площадь всего сечения	$A = \sum A_i$
Координата центра тяжести (по оси, перпендикулярной общей центральной). где S_i — статический момент i -й части относительно общей оси	$y_c = \frac{\sum S_i}{A}$
Теорема о параллельном переносе. где S_{i0} — статический момент относительно собственной центральной оси профиля, y_i — расстояние от главной оси профиля до новой (общей).	$S_i = S_{i0} + A_i \cdot y_i^2$
Моменты инерции относительно общей центральной оси. где I_i — момент инерции i -й части относительно её собственной центральной оси, d_i — расстояние между осями.	$I_{общ} = I_i + A_i \cdot d_i^2$
Главные центральные моменты инерции. где Q - упругий момент	$I_{max/min} = \frac{I_x + I_y}{2} \mp \sqrt{\left(\frac{I_x - I_y}{2}\right)^2 + Q}$
Осевые моменты сопротивления. где y_{max} и y_{min} — расстояния от центра тяжести до наиболее удалённых точек сечения.	$W_X = \frac{I_X}{y_{max}}, W_Y = \frac{I_Y}{y_{min}}$

Задание

Задано сложное сечение, который состоит из листа и профильного проката – швеллера или двутавра. Одна ось (X или Y) является общей центральной осью составного сечения (рис. 6), требуется:

- Привести геометрические характеристики простых составляющих сечения относительно их собственных центральных осей;
- Вычертить сечение в масштабе с указанием основных размеров в числах и обозначением центральных осей простых составляющих сечения, параллельных вспомогательным осям;
- Определить координаты центра тяжести всего сечения и построить на чертеже главные центральные оси, параллельные вспомогательным осям;
- Определить значения главных центральных моментов инерции сечения.
- Определить значения осевых моментов сопротивления (W_X , W_Y).

№ по последней цифре зачетки	Швеллер №	Двутавр №	Размеры сечения листа, см	
			h	b
1	12	10	18	0,4
2	14	12	19	0,5
3	16	14	20	0,6
4	18	16	21	0,7
5	18 ^a	18	22	0,8
6	16 ^a	18 ^a	18	0,4
7	14 ^a	14	20	0,6
8	16	16	19	0,5
9	12	12	21	0,7
0	10	10	22	0,8

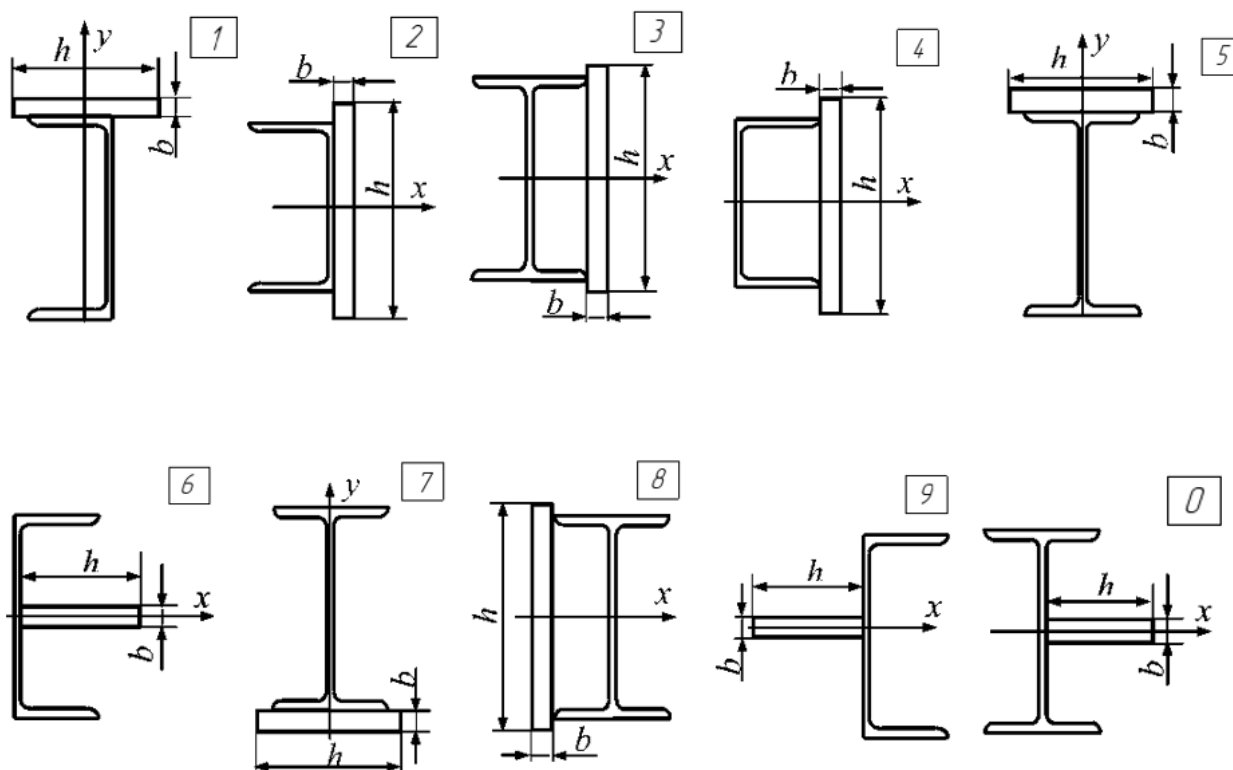


Рисунок 6 – Схема по предпоследней цифре зачетной книжки

3. Оформление курсовой работы

3.1. Основные требования

Пояснительная записка (ПЗ) оформляется по ГОСТ 2.105-91 «Общие требования к текстовым документам» и выполняется рукописным или компьютерным способом на одной стороне листа формата А-4. Все листы, кроме титульного и задания, должны иметь обведённую рамку с отступлениями на 20 мм от левого края и на 5 мм от трёх других краёв и контур основной надписи по форме 2а, в которой в отведённой графе проставляется номер страницы.

Титульный лист записки является первой её страницей. На первом листе текста заполняется основная надпись по форме 2 (40 × 185).

Текст располагается следующим образом: расстояние от рамки слева до границ текста в начале строк не менее 5 мм, в конце строк – не менее 3 мм, от верхней и нижней строк – не менее 10 мм. Высота цифр и букв не менее 2,5 мм. Число строк – не более 30.

Текст пояснительной записки разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей записки, обозначенные арабскими цифрами с точкой. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделённые точкой (например, 1.2. – второй подраздел первого раздела).

Наименования разделов и подразделов должны быть краткими. Наименования разделов записывают в виде заголовков (симметрично тексту) прописными буквами. Наименования подразделов записывают в виде заголовков (с абзаца) строчными буквами (кроме первой – прописной). Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят.

Расстояние между заголовком и текстом 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела 7 мм.

Каждый раздел рекомендуется начинать с новой страницы.

В конце записки приводится список литературы.

3.2. Построение таблиц

Таблица позволяет представить цифровой материал ПЗ в компактной форме. Для таблицы рекомендуется заголовок, раскрывающий в полной мере её содержание. Заголовок должен быть выразительным и кратким.

Таблицы нумеруют. Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера, разделённых точкой. Слово «Таблица» и номер записывают над заголовком таблицы справа у линии рамки (см. пример 1).

3.3. Формулы и расчёты

Расчёты излагаются в той последовательности, которая определяется характером решаемой задачи.

Наиболее важные из формул, на которые ссылаются в тексте, нумеруют арабскими цифрами.

Номер формулы состоит из номера раздела и её порядкового номера

разделённой точкой. Номер формулы заключают в круглые скобки. Например (3.1.), что означает первую формулу третьего раздела.

Использованные в формуле символы последовательно расшифровываются. Расшифровку начинают со слова «где», непосредственно после которого приводят первый поясняемый символ. Все последующие символы отделяют от предыдущей расшифровки точкой с запятой. Перед словом «где» после формулы ставят запятую.

Пример. Закон Гука при сдвиге [2]

$$\tau_R = G\gamma, \quad (3.1)$$

где G – модуль упругости, γ – сдвига

После основной части работы располагают «Заключение», которое является структурной неотъемлемой частью любого проекта. В нём подводятся итог работы.

Заключение должно содержать оценку результатов проекта, выводы по проделанной работе, предложения по использованию полученных результатов.

3.4. Библиографическое описание литературы

Список использованной литературы должен включать все обязательные элементы библиографического описания в установленной последовательности в соответствии с ГОСТ 7.1-84. Библиографическое описание составляется по схемам:

а) для книг, брошюр и других изданий:

Фамилии и инициалы авторов (.) Основное заглавие (:)

Сведения, относящиеся к заглавию (/) Сведения об авторах (.-)

Сведения о повторности издания (.-) Место издания (:) Издательство (,) Год издания (.) Количество страниц (.)

б) для составных частей издания (статьи):

Фамилии и инициалы авторов статьи (.) Основное заглавие (")

Сведения об издании, в котором помещена составная часть (.)

В библиографическом описании издания двух авторов приводят фамилии обоих, разделяя их запятой. Если авторов три, то в описании приводят фамилии лишь первого с добавлением слова «[и др.]». Если авторов более четырёх, фамилии их помещают после заголовка.

Место издания приводят полностью. Сокращают только названия двух городов: М (Москва) и Л (Ленинград).

Примеры библиографических описаний:

1. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / С. Н. Кривошапко. – М.: Юрайт, 2016. –413с

2. Агапов В. П. Сопротивление материалов: учебник. — М.: МИСИ–МГСУ, 2020.

В ПЗ обязательны ссылки на использованные литературные источники. Ссылки на литературные источники приводят в квадратных скобках в

соответствии с номером по списку, например: «По табл. 1.1 [4] принимаем значение $x=0,395$ ».

4. Вопросы для подготовки к защите курсового проекта

1. Какое нагружение называется центральным растяжением?
2. Как строится эпюра продольных сил?
3. Записать формулу нормальных напряжений при растяжении и сформулировать закон Гука.
4. Что называется модулем упругости и написать формулу для абсолютного удлинения.
5. Что такое относительное удлинение?
6. Какое напряжённое состояние материала возникает при кручении бруса?
7. Что такое угол закручивания?
8. Что называется полярным моментом инерции сечения и какова его размерность?
9. Что такое крутящий момент?
10. Какая связь существует между касательными и главными напряжениями чистом сдвиге?
11. Что называется плоским изгибом?
12. Какие усилия возникают в поперечных сечениях стержня при плоском изгибе?
13. Как вычисляются изгибающий момент и поперечная сила в сечении стержня?
14. Какой вид имеют эпюры поперечных сил и изгибающих моментов на участке прямолинейного стержня при действии на нем равномерно распределенной поперечной нагрузки?
15. Как изменяются эпюры поперечных сил и изгибающих моментов в сечении, в котором к стержню приложена внешняя сосредоточенная сила?
16. Как определяются максимальные и минимальные значения нормальных напряжений при изгибе? В каких точках поперечного сечения стержня они действуют?
17. Как определяются касательные напряжения при плоском изгибе?
18. Какие балки называются статически неопределимыми?
19. Каким методом рассчитывают статически неопределимые системы?
20. Что такое "условно лишние связи"?
21. Как получить основную систему?
22. Какие требования предъявляются к основной системе?
23. На чем основан принцип практического определения реакции опоры в двухпролетной балке?

Список рекомендованной литературы

1. Ахметзянов М.Х. Сопротивление материалов: учебник / М.Х. Ахметзянов, И.Б. Лазарев. - М.: Изд-во Юрайт, 2011. – 300 с.
2. Ахметзянов, М.Х. Сопротивление материалов: учебник для бакалавров / М.Х. Ахметзянов, И.Б. Лазарев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2013. – 300 с.
3. Агапов В. П. Сопротивление материалов: учебник. — М.: МИСИ–МГСУ, 2020.
4. Атапин В. Г., Пель А. Н., Темников А. И. Сопротивление материалов: учебное пособие. — Новосибирск: НГТУ, 2020
5. Ильяшенко А. В., Астахова А. Я., Леонтьев А. Н. Сопротивление материалов. Напряжённое и деформированное состояние при центральном растяжении-сжатии и изгибе стержней. — М.: МИСИ–МГСУ, 2020. — 79 с.
6. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов: лекции, семинары, расчет.-граф. работы: учеб. для бакалавров. - Москва: Юрайт, 2012. - 413 с.
7. Кривошапко, С.Н. Сопротивление материалов: лекции, семинары, расчетно-графические работы: учебник для бакалавров / С.Н. Кривошапко. - М.: Юрайт, 2013. - 413с.
8. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / С. Н. Кривошапко. – М.: Юрайт, 2016. -413с.
9. Михайлов, А.М. Сопротивление материалов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.М. Михайлов. - М.: Издательский центр "Академия", 2009. - 448 с.
10. Яранова, О.Ф. Сборник лабораторных работ по сопротивлению материалов для студентов очного и заочного отделений высшего учебного заведения / О.Ф. Яранова. – Чебоксары, Волжский филиал Московского автомобильно-дорожного института (ГТУ), 2008. – 78 с.
11. Яранова, О.Ф. Сопротивление материалов. Опорные конспекты. Методическое пособие для студентов и дневного отделений транспортных специальностей высших учебных заведений / О.Ф. Яранова, Л.Е. Силаева. – Чебоксары: Волжский филиал МАДИ, 2012. – 20 с.