|  |
| --- |
| **МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ** |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования**«ТЮМЕНСКИЙ государственный НЕФТЕГАЗОВЫЙ университет»**Институт ТранспортаКафедра «Прикладная механика» |

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

Методические указания для практических занятий и выполнению расчетно-графических заданий по дисциплинам «Сопротивление материалов», «Техническая механика», «Прикладная механика» для студентов всех технических специальностей и направлений всех форм обучения

(раздел 1)

## Тюмень

## ТюмГНГУ

2012

Утверждено редакционно-издательским советом

###### Тюменского государственного нефтегазового университета

Составители: Гуляев Б.А., к.т.н., доцент, Якубовский Ю.Е., д.т.н., профессор

* Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Тюменский государственный нефтегазовый университет» 2012 г.

# **ОГЛАВЛЕНИЕ**

 стр.

Введение……………………………………………………………..…….. 4

1. Построение эпюр продольных усилий, напряжений и перемещений при растяжении – сжатии стержня переменного поперечного сечения (задача № 1)………………………………………………………….…. 5
2. Статически неопределимые системы растяжения сжатия. Определение размеров поперечных сечений стержней при заданном допускаемом напряжении (задача № 2)……………………………………………… 8
3. Геометрические характеристики. Определение координат центра тяжести составного поперечного сечения, моментов инерции и положения главных центральных осей (задача № 3)…………...….. 11
4. Изгиб балок. Построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов. Определение размеров поперечного сечения различной формы. Расчет допускаемой нагрузки (задача № 4)…………...…….. 17

 Форма титульного листа (приложение 1)……….……………………. 41

 Литература……………………………………………………….…….. 42

## Введение

Практические занятия и контрольные работы являются неотъемлемой частью курса сопротивления материалов – инженерной науки о прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкции.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ОК - 10 использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического и компьютерного моделирования в теоретических и расчетно-экспериментальных исследованиях.

В результате практических работ студент должен:

**знать** напряженно-деформированное состояние типовых элементов конструкций при различных видах деформаций для статически определимых и неопределимых систем;

**уметь** рассчитать стержневые системы на прочность и жесткость, освоить экспериментальные методы исследования;

**демонстрировать способность** и готовность в случае необходимости рассчитать на прочность и жесткость стержневые системы и поставить эксперимент по проверке полученных результатов.

В предлагаемых методических указаниях представлены варианты заданий расчетно-графических работ. Методические указания состоят из несколько разделов. В первом разделе задания представлены по следующим темам: цель и задачи курсов и их связь с другими дисциплинами. Задачи сопромата. Допущения. Внешние силы. Внутренние усилия в поперечных сечениях бруса. Деформации и перемещения. Метод сечений. Напряжения; деформации растяжения и сжатия. Общие сведения о механических испытаниях материала. Статическое испытание на растяжение - сжатие. Коэффициент запаса прочности. Допускаемые напряжения. Расчеты на прочность при растяжении (сжатии); геометрические характеристики сечения. Статический момент сечения, моменты инерции сечения, моменты сопротивления сечения; кручение. Построение эпюр крутящих моментов. Определение напряжений в стержнях круглого сечения; изгиб прямолинейного бруса. Типы опор балок. Определение опорных реакций. Определение внутренних усилий при изгибе. Правило знаков изгибающих моментов (М) и поперечных сил (Q): зависимость между М, Q, и q (интенсивностью распределенной нагрузки). .Построение эпюр изгибающих моментов и Q. Определение нормальных напряжений при изгибе. Условия прочности при изгибе, определение размеров поперечного сечения.

Задания выдаются преподавателем и выполняются студентом самостоятельно. В процессе работы проводятся консультации в назначенное преподавателем время или в соответствии с расписанием занятий. Прием осуществляется по результатам защиты задания студентом.

1. **Построение эпюр продольных усилий, напряжений и перемещений при растяжении – сжатии стержня переменного поперечного сечения (задача № 1)**

Ступенчатый стержень находится под действием осевых сил. Построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений и перемещений. Определить перемещение сечения I-I. Стержень изготовлен из стали (МПа).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **A,CM2** | **a,M** | **b,M** | **c,M** | **F,kН** |
| **А** | **10** | **2** | **2** | **1** | **100** |
| **Б** | **12** | **2,1** | **3** | **1,1** | **120** |
| **В** | **14** | **2,2** | **2,9** | **1,2** | **13O** |
| **Г** | **16** | **2,4** | **2,7** | **1,3** | **14O** |
| **Д** | **18** | **2,6** | **2,8** | **1,4** | **15O** |
| **Е** | **15** | **2,8** | **2,4** | **1,5** | **160** |
| **Ж** | **17** | **2,8** | **2,3** | **1,6** | **170** |
| **З** | **19** | **2,7** | **2,2** | **1,7** | **180** |
| **И** | **18** | **2,9** | **2,1** | **1,8** | **180** |
| **К** | **20** | **3** | **2,5** | **2** | **200** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 12A2AcbaFFFAII | 22AcbaFFAII2A | 32A2Acba2FF1,5FAII | 41,5А2AcbaFF2FAII |
| 51,5А2AcbaF2F3FAII | 62Acba2FFAIIFA | 72AcbaF3FAII2FA | 81,5А2Acba2F3F4FAII |
| 9A2AcbaFF2F1,5AII2А | 10A2AcbaFF2F1,5AII | 11AAcbaFFAII | 12АAcbaFF2AII |
| 132А2AcbaF3FFAII | 14Acba2FFAII2FA | 152Acba2F2FAIIFA | 162АAcba3FF2AII |
| 17AAcba4FF2AII | 18A2Acba3FFF1,5AII | 192AAcba3FF2AII | 20А2AcbaF3FAIIF |
| 212АAcbaFF3FAII | 22AcbaF4FAII2F1,5A | 23AcbaFAIIFA | 24АAcbaF2FAII2F |
| 25Acba4F2F3F2AII | 262AcbaFFAII2A |

|  |
| --- |
| 2А |

273AcbaFIIFA | 282Acba3F2AII2FA |
| 292A2Acba2FFFAII | 302AAcbaF3F2AII | 311,5АAcbaF2F2AII | 321,5АAcbaF2AII2F |
| 331,5АAcbaF3FAII | 34Acba3F2F2AIIFA | 352Acba3FAII2FA | 362АAcbaF3FAII |
| 372A2AcbaF3FAII | 382A2AcbaFF3F1,5AII | 392A2Acba2F3FAII | 40Acba3F2F2AIIA |
| 412AcbaF2AII3FAF | 421,5AcbaF3FAII2F2A | 432AAcba3F1,5AIIF | 44АAcbaFF2AII3F |

**2**.**Статически неопределимые системы растяжения сжатия. Определение размеров поперечных сечений стержней при заданном допускаемом напряжении (задача № 2)**

Абсолютно жесткий брус опирается на шарнирно неподвижную опору и прикреплен к двум стержням при помощи шарниров. Подобрать, указанный в таблице профиль поперечного сечения этих стержней при заданном допускаемом напряжении.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **F,kH** | **q,kH/M**  | **a, M** | **b, M** | **c, M** | **б,МПа** | Сечение |
| **А** | **500** | **80** | **2,1** | **1** | **2** | **160** |  |
| **Б** | **600** | **70** | **2** | **1,5** | **2,5** | **150** |  |
| **В** | **1000** | **50** | **2,2** | **1,2** | **2,5** | **120** |  |
| **Г** | **800** | **40** | **2,3** | **1,4** | **2,4** | **140** |  |
| **Д** | **400** | **60** | **2,4** | **1,5** | **2,6** | **100** |  |
| **Е** | **300** | **60** | **2.8** | **2.8** | **2.8** | **160** |  |
| **Ж** | **800** | **70** | **2.6** | **2.6** | **2.6** | **150** |  |
| **З** | **500** | **70** | **2.8** | **2.8** | **2.8** | **140** |  |
| **И** | **600** | **50** | **2.5** | **2.5** | **2.5** | **120** |  |
| **К** | **100** | **80** | **2** | **2** | **2** | **120** |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  **a 2A q** **a b A c****1** |  **a q A** **2A** **a b c** **2** |  **a q A** **a** **2A** **a b c** **3** |
|  **a b c**  **3A F -A** **а с** **4** |  **2A** **a b c a**  **F a -A****5** |  **q** **-3A b c -A** **b a** **6**  |
|  **a F** **A А b c** **a****7**  |  **c a b** **F 2A**  **b A-** **8**  |  **a b c****F -A** **-2A c****9**  |
|  **b c c** **2A A F**  **a c****10** |  **-A 3A-** **c q** **a b** **11** |  **q b 2A**  **-A b** **a c****12**  |
|  **2A** **A- b c**  **b F** **c 2a** **13** |  **A- c** **b 2A- b** **a c** **F****14**  |  **A b**  **a**  **a A** **a c** **F****15** |
|  **b A** **A F** **a c**  **b c****16** |  **c -A** **A a F** **b c b****17**  |  **a b c c****F A a 3A****18**  |
|  **-2A** **2a** **A-** **a b c**  **F****19**  |  **a** **A- b F** **-A c** **a****20** |  **-A a** **c c** **b F c 3A-****21** |
|  **a -2A -A** **a b c** **22 F** |  **a 2A-** **a b**  **-A** **F a** **c** **23** |  **-2A** **-A a** **b F c** **24** |
|  **-3A b** **-A q a**  **a b c****25** |  **A-** **a 2A F** **a b c****26** |  **b -A 2A**

|  |
| --- |
| **F** |

 **a b c****27** |
|  **a A 2A** **a b c****28 F** |  **A**  **a** **F 2A c** **a b c****29** |  **A F b** **2A b** **a b c****30** |
|  **A 2A b** **F** **a b c****31** |  **q** **2A A c** **a b** **32** |  **F A b** **b** 2A **a b c a****33** |

3. **Геометрические характеристики. Определение координат центра тяжести составного поперечного сечения, моментов инерции и положения главных центральных осей (задача № 3)**

 Для заданных типов сечений требуется:

1. Вычертить в масштабе заданный профиль на миллиметровой бумаге с последующим нанесением полученных результатов на чертеж.
2. Определить положение центра тяжести сечения.
3. Вычислить моменты инерции относительно центральных осей.
4. Найти положение главных осей инерции.
5. Вычислить моменты инерции относительно главных осей.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

cечение состоит из набора прокатных профилей, сваренных между собой.

**ВАРИАНТ №1:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **A** | **B** | **C** |
| **1** | **240x10** | **№18** | **80x80x8** |
| **2** | **80x50x6** | **№18** | **№20 a** |
| **3** | **200x8** | **50x50x5** | **№18** |
| **4** | **№20** | **100x63x10** | **№20 a** |
| **5** | **№20 a** | **№20 a** | **100x63x10** |
| **6** | **№8** | **100x63x10** | **№14** |
| **7** | **70x70x6** | **300x20** | **90x56x6** |
| **8** | **70x70x6** | **100x63x6** | **№14** |
| **9** | **200x10** | **№18** | **45x45x3** |
| **10** | **100x63x10** | **№10** | **№22** |
| **11** | **200x10** | **40x40x4** | **№18** |
| **12** | **№18** | **125x80x10** | **№10** |
| **13** | **№10** | **№24 a** | **125x80x10** |
| **14** | **№10** | **63x40x5** | **№24** |
| **15** | **80x80x8** | **200x10** | **63x40x6** |
| **16** | **80x80x8** | **160x100x10** | **№22 a** |
| **17** | **№40** | **№30** | **110x70x7** |
| **18** | **400x20** | **№22** | **75x75x7** |
| **19** | **№33** | **50x32x3** | **№18** |
| **20** | **160x100x10** | **280x10** | **№10** |
| **21** | **№16 a** | **№16 a** | **90x90x7** |
| **22** | **№27** | **№14** | **40x40x3** |
| **23** | **75x50x6** | **200x125x11** | **№10** |
| **24** | **200x125x11** | **200x10** | **№18** |
| **25** | **№30** | **№12** | **50x32x4** |
| **26** | **№24** | **№12** | **160x100x14** |
| **27** | **№20** | **№10** | **70x70x5** |
| **28** | **№10** | **200x10** | **№12** |
| **29** | **№27** | **36x36x4** | **№10** |
| **30** | **70x45x5** | **№16** | **№16** |
| **ВАРИАНТ №2**  |
|  **№** | **A** | **B** | **C** |
| **1** | **250х10** | **№24** | **100х100х16** |
| **2** | **90х56х6** | **№24 а** | **№27 а** |
| **3** | **240х10** | **90х90х8** | **№20** |
| **4** | **№22** | **160х100х12** | **№27** |
| **5** | **№27** | **№27** | **160Х100Х12** |
| **6** | **№10** | **100x63x10** | **№22 а** |
| **7** | **75х75х5** | **300х10** | **100х63х6** |
| **8** | **75х75х5** | **90х56х6** | **№14 а** |
| **9** | **200х20** | **№18 а** | **70х70х5** |
| **10** | **160х100х12** | **№12** | **№20 а** |
| **11** | **240х12** | **75х75х5** | **№18 а**  |
| **12** | **№22** | **140х90х8** | **№12** |
| **13** | **№12** | **№27** | **140х90х8** |
| **14** | **№12** | **70х45х5** | **№27** |
| **15** | **90х90х6** | **240х10** | **70х45х5** |
| **16** | **90х90х6** | **160х100х12** | **№24** |
| **17** | **№36** | **№30 а** | **128х80х10** |
| **18** | **380х20** | **№24** | **80х80х6** |
| **19** | **№36** | **56х36х4** | **№18 а** |
| **20** | **180x110x12** | **300х10** | **№12** |
| **21** | **№12** | **№12** | **90х90х9** |
| **22** | **№24** | **№12** | **45х45х4** |
| **23** | **70х45х5** | **160х100х14** | **№28** |
| **24** | **160х100х14** | **220х10** | **№18 а** |
| **25** | **№27 а** | **№18 а** | **56х36х4** |
| **26** | **№18 а** | **№12** | **90х56х6** |
| **27** | **№22**  | **№12** | **75х75х7** |
| **28** | **№12** | **220х10** | **№14** |
| **29** | **№24 а**  | **32х32х4** | **№12** |
| **30** | **70х50х6** | **№16 а**  | **№20** |

# **ВАРИАНТ №3**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **A** | **B** | **C** |
| **1** | **200х8** | **№22** | **90х90х6** |
| **2** | **160х100х10** | **№22** | **№30 а** |
| **3** | **220х10** | **80х80х6** | **№22 а** |
| **4** | **№16** | **140х90х10** | **№14 а** |
| **5** | **№14 а** | **№14 а** | **140х90х10** |
| **6** | **№12** | **140х90х10** | **№24** |
| **7** | **40х40х4** | **350х10** | **125х80х12** |
| **8** | **80х80х6** | **250х160х20** | **№24** |
| **9** | **250х10** | **№20** | **40х40х4** |
| **10** | **140х90х10** | **№14** | **№24 а** |
| **11** | **280х10** | **80х80х10** | **№22** |
| **12** | **№10** | **200х125х12** | **№14** |
| **13** | **№14** | **№36** | **200х125х12** |
| **14** | **№14** | **50х32х4** | **№30** |
| **15** | **100х100х10** | **300х20** | **50 х 32 х 4** |
| **16** | **100х100х10** | **180х110х10** | **№24 а** |
| **17** | **№33** | **№22 а** | **140х90х3** |
| **18** | **360х20** | **№18** | **90х90х8** |
| **19** | **№27** | **63х40х8** | **№14** |
| **20** | **180х110х10** | **340х20** | **№16** |
| **21** | **№24** | **№22** | **100х100х10** |
| **22** | **№40** | **№20** | **63х63х4** |
| **23** | **50х32х3** | **140х90х8** | **№16** |
| **24** | **140х90х8** | **280х14** | **№10** |
| **25** | **№40** | **№20** | **75х50х6** |
| **26** | **№45** | **№18** | **80х50х5** |
| **27** | **№30** | **№20** | **50х50х3** |
| **28** | **№20** | **240х20** | **№14 а** |
| **29** | **№33** | **40х40х3** | **№18** |
| **30** | **63х40х6** | **№14** | **№16** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1 А** **B C**  | **2**  **B** **A** **C**  | **3**  **A** **B** **С** |
| **4** **B С** **A**  | **5** **A** **В С**  | **6**  **A** **C** **В** |
| **7** **A** **B C** | **8** **A**  **B** **C** | **9** **A** **C** **B**  |
| **10** **B****A**  **C** | **11** **A**  **B** **C** | **12** **A B** **C**  |
| **13** **A**  **B** **C** | **14** **A** **С** **В** | **15** **A** **B** **C**  |
| **16** **A** **B** **C** | **17** **A** **B** **C**  | **18** **A** **C** **B**  |
| **19 A** **B**  **C** | **20** **B A** **C**  | **21** **A** **B**  **C**  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **22** **B**  **A** **C** | **23** **A C** **B** | **24** **A** **B** **C** |
| **25** **A** **B**  **C** | **26** **A** **B** **C** | **27** **B** **A** **C**  |
| **28** **A**  **B** **C** | **29** **A** **B**  **C**  | **30** **A B** **C** |
| **31** **B** **A** **C** | **32** **B** **A** **C** |  |

1. **Изгиб балок. Построение эпюр перерезывающих сил и изгибающих моментов. Определение размеров поперечного сечения различной формы. Расчет допускаемой нагрузки (задача № 4)**
2. Для заданных схем балок построить эпюры перерезывающих сил Q и изгибающих моментов М.
3. В схеме №1 подобрать сечение трех типов: двутавр, круг, прямоугольник (с отношением h/b=2). Сравнить веса балок.
4. В схеме №2 подобрать сечение из двух неравнобоких уголков.
5. В схеме №5 определить величину допускаемой нагрузки.
6. В схеме №6 по заданной эпюре изгибающих моментов построить эпюру перерезывающих сил и определить величину внешней нагрузки. σadm=160 MПа.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Численные значения нагрузок и линейные размеры для схем №1-9 брать из таблицы.

 Табл.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **F1****kH** | **F2****kH** | **M1****kH\*M**  | **M2****KH\*M** | **q1**kH/M | **q2**kH/M | **a,M** | **b,M** | **с,M** | **Для****№9** |
| **1** | **50** | **30** | **20** | **10** | **10** | **20** | **4** | **1** | **1** | **I** №20 |
| **2** | **100** | **50** | **30** | **10** | **20** | **10** | **2** | **1** | **1** |  **№18** |
| **3** | **80** | **50** | **40** | **10** | **10** | **20** | **2** | **1** | **1** |  h=20cm |
| **4** | **40** | **20** | **10** | **10** | **20** | **10** | **4** | **1** | **1** | **h=20cm****b b=h/2** |
| **5** | **60** | **10** | **20** | **20** | **10** | **20** | **2** | **1** | **1** |  |
| **6** | **50** | **30** | **30** | **20** | **20** | **10** | **4** | **2** | **1** | **I №27** |
| **7** | **60** | **40** | **40** | **20** | **10** | **20** | **2** | **2** | **1** | **№16** |
| **8** | **100** | **20** | **10** | **20**  | **20** | **10** | **4** | **2** | **1** | **d=20см** |
| **9** | **20** | **10** | **20**  | **40** | **10** | **20** | **2** | **2** | **2** | **d=20см** |
| **10** | **40** | **20** | **20** | **40** | **20** | **10** | **2** | **2** | **2** | **I №24** |

## ВАРИАНТ №1 ВАРИАНТ №2

|  |  |
| --- | --- |
| **1**  **q1**  **q2** **a b a** | **1 F1** **q1** **a b**  |
| **2 M1** **F1** **a b**  | **2 M2 M1** **a b** |
| **3 M1 M2** **a b c** | **3 M1** **q1**  **a a** |
| **4 F1** **q1** **a b**  | **4 F1 F1**  **F2** **c a a c**  |
| **5 F=qa** **q** **a b** | **5 M=qa2** **q** **a b**  |
| **6** 2M 3M  **12kH\*M**  **M**  **8 kH\*M**  | **6** **2M 1M** **20kH\*M** **M** |

## ВАРИАНТ №3 ВАРИАНТ №4

|  |  |
| --- | --- |
| **1 q1 M1** **a b** | **1 M2** **F2** **a c b**  |
| **2 F1 M1**  **a b** | **2 q1** **F1** **2a b** |
| **3 M1**  **q1**  **a c** | 1. **q1**

 **F1** **2a c** |
| **4 q1 M2** **F1** **a b** | **4 q1** **a c c** |
| **5 2F F**  **a a c**  | **5 M=F\*b F** **c b b**  |
| **6** **1M 4M** **25kH\*M** **M** **20kH\*M** | **6**  **1M 4M 2M**  **20kH\*M 20kH\*M** **M** |

## ВАРИАНТ №5 ВАРИАНТ №6

|  |  |
| --- | --- |
| **1 q1 q1** **q2** **b b b** | **1 F2 F2** **F1** **с b c c**  |
| **2 M1** **q1** **a c b** | 1. **M2 q1**

 **с a**  |
| **3** **q2** **F1** **a b** | 1. **q1**

 **q1** **a c c** |
| **4** **F2**  **q1** **b b** | **4 M2** **q2** **a a**  |
| **5 F=qa** **q**  **c a c** | **5 M=q\*a2** **q**  **c a c**  |
| **6** **2M 2M 2M**  **M** **40kH\*M** | **6**  2M 2M 2M **60kH\*M 100kH\*M 60kH\*M** **40kH\*M** **M**  |

## ВАРИАНТ №7 ВАРИАНТ №8

|  |  |
| --- | --- |
| **1 M1 M2**  **b c b** | **1 M1 q1 M2** **2a**  |
| **2 M1 F1** **a a**  | **2 M2 F2** **a a**  |
| **3** **q2 F1** **b a a** | **3 M1 F2** **F1**  **b b b**  |
| **4 M1**  **q1** **a b** | **4 q1 M** **a a** |
| **5** **F** **F** **в a c** | **5 M=q\*a2** **q**  **a b** |
| **6** **10kH\*M 11,25kH\*M** **M** **2M 0,5M 1,5M** | **6** **10kH\*M 20kH\*M****M** **1M 3M** |

## ВАРИАНТ №9 ВАРИАНТ №10

|  |  |
| --- | --- |
| **1 M1 F1**  **b b b** | **1 F1 q1** **c c a**  |
| **2 M2** **q1** **2a c** | **2 M1 F1** **F2** **с c b c** |
| **3 F1** **q2** **2a b** | 1. **q2**

 **q1** **a a** |
| **4 F1** **M2 M1** **a a** | **4 M1**  **q1** **F1** **a a** |
| **5 F F**  **2F**  **b c c c**  | **5 F M=F\*a** **a c b**  |
| **6** **2M 2M 2M** **30kH\*M**M **10kH\*M 20kH\*M** | **6** 1M 2M 1M **M** **20kH\*M** |

## ВАРИАНТ №11 ВАРИАНТ №12

|  |  |
| --- | --- |
| **1 q2 q1** **F1**  **b b b** | **1 q1 F1** **F1** **a b b**  |
| **2 F1** **q1** **b c a**  | 1. **M1**

 **F1** **a c**  |
| **3 q1 F2** **q2** **a b b** | **3 q1 F1** **F2** **с c b c** |
| **4 M1 M2**  **F2** **a b c** | **4 q1 M2** **a b c** |
| **5 F=q\*a q** **a a** | **5 q M=q\*a2** **a a** |
| **6** **1M 3M**  **20kH\*M** **25kH\*M**  | **6** **2M 2M** **M** **20kH\*M 20kH\*M**  |

## ВАРИАНТ №13 ВАРИАНТ №14

|  |  |
| --- | --- |
| **1 F1 q1**  **F1** **a b b** | **1 F1 q1** **F2** **с a c** |
| **2 M1 M2**  **c a c**  | 1. **q1**

 **F1 q2** **b b c c** |
| **3 q1 F2**  **F1** **a b c** | **3 F2 M2** **F1** **с c a**  |
| **4 F1** **q1** **b a c** | **4 M1 q1** **с a** |
| **5 q M=q\*a2** **2a c** | **5 M=F\*a F** **a a**  |
| **6** **2M 1M 1M** **20kH\*M** **M** **10kH\*M 15kH\*M** | **6** **3M 2M** **40kH\*M** **M** |

## ВАРИАНТ №15 ВАРИАНТ №16

|  |  |
| --- | --- |
| **1 q1 q1** **q2**  **b b b** | **1 M1 M1 M2** **c c c c**  |
| **2 F1 q1**  **b c a**  | **2 q1 F1 F1** **a a c**  |
| **3 q1**  **q2**  **a a** | **3 M1**  **q2** **b c a** |
| **4 M1 q1**  **a a a** | **4 q1 F1** **c a b b** |
| **5 M=q\*a2**  **q** **a a** | **5 F=q\*a q** **a a**  |
| **6** **2M 2M 2M** **M****20kH\*M 60kH\*M**  | **6** **2M 2M 2M** **M** **20kH\*M** **40kH\*M**  |

## ВАРИАНТ №17 ВАРИАНТ №18

|  |  |
| --- | --- |
| **1 F1**  **q1** **a a a** | 1. **M1**

 **q1** **c a** |
| **2 M1 q1** **a b a** | **2 q1 M1** **2a** |
| **3 M1 M2** **a** | **3**  **F1** **q1** **a b c**  |
| **4 q1** **F1** **a b c** | **4 F1** **F1** **a b c**  |
| **5** **F** **F F** **C a a c**  | **5 q** **F=q\*c** **b c a** |
| **6** **1M 1M** **5kH\*M** **M** **20kH\*M** | **6** **4M** **M** **30kH\*M****50kH\*M**  |

## ВАРИАНТ №19 ВАРИАНТ №20

|  |  |
| --- | --- |
| **1 F1 F1** **F1** **b c c c** | **1** **q1** **a a** |
| **2 q1 M1**  **a b**  | **2 M1 F2** **F2** **b c a** |
| **3 F1 F2**  **q1** **b c a**  | **3 q1** **b a c**  |
| **4 q1** **q2** **a b c**  | **4 F2**  **q1** **c a c** |
| **5 q F=q\*a** **a a** | **5 q M=q\*a2** **a a** |
| **6** **1M 2M 2M** **M**  **20kH\*M**  **30kH\*M** | **6** 2M 2M 2M **M 30kH\*M**  **20kH\*M**  **10kH\*M** |

## ВАРИАНТ №21 ВАРИАНТ №22

|  |  |
| --- | --- |
| **1 q1 M1** **a** | 1. **q1**

 **F1** **a a** |
| **2 M1 M2** **a a** | 1. **F1**

 **q1** **a b** |
| **3 q2 M1**  **a a** | 1. **M1**

 **F2** **a b** |
| **4 F1** **q1**  **a b c**  | **4 M2** **q1** **a a** |
| **5 q** **2a c** | **5 F** **F** **a b c** |
| **6** **1M 4M** **20kH\*M** **M** **30kH\*M** | **6** **1M 4M** **M 20kH\*M** |

## ВАРИАНТ №23 ВАРИАНТ №24

|  |  |
| --- | --- |
| **1 q2** **F1** **a a** | 1. **F1**

 **q1**  **c b b a** |
| **2 M1 M2**  **c 2a** | **2 M1 M2** **a a** |
| **3 q1 q2** **F1** c c c c | **3 q2** **F1** **a a** |
| **4 F2** **F1** **a b c**  | **4** **q1** **F1** **a a c** |
| **5 F=q\*a q** **a b**  | **5 M=q\*a2** **q** **a a**  |
| **6** **2M 2M** **M 20kH\*M****20kH\*M 40kH\*M** | **6** **1,5M 1M**M**20kH\*M 10kH\*M** |

## ВАРИАНТ №25 ВАРИАНТ №26

|  |  |
| --- | --- |
| **1** **q1** **c a** | **1** **q1** **b a c**  |
| **2** **F1 F1** **a c c** | 1. **M2**

 **F1** **c a b**  |
| **3 F1**  **q1** **a b** | **3 F1** **F2 F1** **a b c**  |
| **4 M1** **q1** **c a** | **4 q1** **q2** **b b**  |
| **5 q M=q\*c2** **a c** | **5 q F=q\*a** **c a a** |
| **6** **2M 2M 2M** **M** **20kH\*M** | **6** **1M 2M 2M** **M****20kH\*M**  **30kH\*M**  |

## ВАРИАНТ №27 ВАРИАНТ №28

|  |  |
| --- | --- |
| **1 M1**  **q1** **a a** | **1 M1 M2** **q1** **a b c**  |
| **2 F1 M1**  **a a** | **2 M1** **F1** **a b c**  |
| **3 F2**  **F1** **a a** | **3 F1** **q1** **a b** |
| **4 q1**  **q2** **b b a**  | **4 F1 M1** **F2** **c c a**  |
| **5 F** **M=F\*a** **a b c**  | **5 q** **a b c** |
| **6** **2M 2M 2M** **20kH\*M** **M**  **40kH\*M 60kH\*M** | **6** **2M 4M 1M** **20kH\*M**  M **20kH\*M**  |

## ВАРИАНТ №29 ВАРИАНТ №30

|  |  |
| --- | --- |
| **1 F1 q1**  **a b c** | **1 M1 q1** **a b c**  |
| **2 F2** **q2**  **a b c** | **2 M2** **q2** **a b c** |
| **3 M1 q1** **a b c** | **3 F1** **q2**  **a b c** |
| **4 M1**  **q2** **a b c** | **4 q2** **F2** **a b c**  |
| **5**  **M=qa2 q** **a b c** | **5**  **q**  **F=qa** **a b c**  |
| **6** **2M 2M 2M**  **20кНм****M**  | **6** **1M 2M 2M**  **6кНм 12кНм** **M**  **4кНм 8кНм** |

Приложение 1

|  |
| --- |
| **МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ** |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ университет»**Институт ТранспортаКафедра «Прикладная механика» |

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

по **сопротивлению материалов**

 Выполнил: студент группы: ''группа''

 ''Ф.И.О.''

 Проверил: ''должность'' ''Ф.И.О.''

# Тюмень 2020

# **Литература**

**Основная:**

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. Для вузов. – М.: Наука, 2004. – 522с.

2. Степин П.А. Сопротивление материалов. – Лань, 2010. – 320с.

3.Миролюбов И.Н. Сопротивление материалов. Пособие по решению задач. - Лань, 2009. – 508с.

**Дополнительная литература:**

1. Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами теории и пластичности. – М.: Изд. АВС, 1995. – 568с.

2 Сысоев Ю.Г., Белова О.Ю. Изгиб и кручение тонкостенных стержней и стержневых систем. Учебн. Пособие. – Тюмень, 1995 – 108с.

3. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов. Учеб. Для вузов – М.: Высшая школа, 1989. – 624с.

4. Биргер И.А., Малютов Р.Р. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 560с.

5. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 1995. – 560с.

6. Методические указания к лабораторным работам и практическим занятиям.

7.Осецкий В.м. и др. Прикладная механика. – М.: Машиностроение, 1977. – 488с.

8. Ицкович Г.М. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 1982. – 383с.

9. Иосилевич Г.Б. Прикладная механика. – М.: Машиностроение, 1985. – 574с.

10. Ицкович Г.М. и др. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов. М.: Высшая школа, 2001.-592с.

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ**

Методические указания для практических занятий и выполнению расчетно-графических заданий по дисциплинам «Сопротивление материалов», «Техническая механика», «Прикладная механика» для студентов всех технических

специальностей и направлений всех форм обучения

 (раздел 1)

Составители: Гуляев Б.А., к.т.н., доцент, Якубовский Ю.Е., д.т.н., профессор

Подписано в печать\_\_\_\_\_\_\_\_\_2012 г. Формат 60х90 1/16. Усл.печ.л.\_\_\_\_\_

Тираж 36 экз. Заказ № \_\_\_\_\_\_

Издательство федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования

«Тюменский государственный нефтегазовый университет»

625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Отдел оперативной полиграфии издательства

625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.