

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

дисциплины

*Б1.О.31 «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»*

*для специальности*

*23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»*

*по специализациям:*

*«Пассажирские вагоны»*

*«Грузовые вагоны»*

*«Технология производства и ремонта подвижного состава»*

*«Локомотивы»*

*«Электрический транспорт железных дорог»*

*«Высокоскоростной наземный транспорт»*

Санкт-Петербург  
2023





## Лабораторная работа № 5 (2.2) Определение модуля сдвига

Лабораторная работа № 7(2.4) Опытная проверка напряженного состояния при плоском изгибе

**Типовая задача 1.** Расчет статически определимого стержня со ступенчатым изменением площади по участкам.

Прямоосный ступенчатый стержень нагружен осевыми силами  $F_i$ , равномерно распределенными нагрузками  $q_i$  и собственным весом.

Требуется:

1. Сделать схематический чертеж стержня по заданным размерам, соблюдая масштаб.
2. Найти функцию, определяющую изменение величины продольной силы  $N$  по длине стержня, и построить эпюру этой силы.
3. Построить эпюру изменения напряжения по длине стержня.
4. Найти перемещение заданного сечения и определить полное изменение длины стержня.

**Типовая задача 2.** Кручение валов кругового сечения.

Для нагруженного крутящими моментами вала требуется:

1. Вычертить в масштабе схему вала и указать числовые значения размеров и заданных моментов.
2. Из условия равновесия найти недостающий момент.
3. Построить эпюру крутящего момента.
4. Подобрать диаметр сплошного вала кругового сечения по условиям прочности и жесткости.
5. Подобрать диаметр полого вала по условиям прочности и жесткости при заданном отношении внутреннего диаметра к внешнему.
6. Вычислить в процентах величину экономии материала для полого вала.
7. Построить эпюру углов закручивания, приняв в качестве неподвижного левое крайнее сечение.

**Типовая задача 3.** Подбор поперечного сечения балки при плоском изгибе.

Статически определимая балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой, сосредоточенными силами и моментами.

Требуется:

1. Вычертить в масштабе схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
3. Подобрать поперечное сечение балки заданной формы.

### Тестовые задания (тесты к защите лабораторных работ)

#### Перечень и содержание тестов для очной формы обучения

Пример тестов. Тесты ТЛ-1, ТЛ-2, ТЛ-3

1. Какими свойствами наделяется твердое тело в сопротивлении материалов? Укажите все верные варианты.
  - 1) деформируемость
  - 2) абсолютная жесткость
  - 3) однородность
  - 4) неоднородность
  - 5) сплошность
  - 6) прочность
  - 7) ползучесть

2. Материал называется сплошным, если
- 1) заполняет весь предоставленный объем без пустот
  - 2) свойства материала во всех точках одинаковые
  - 3) свойства материала в разных направлениях одинаковы

3. Материал, физико-механические свойства которого во всех направлениях одинаковы, называют

- 1) Сплошной
- 2) Изотропный
- 3) Анизотропный
- 4) Однородный
- 5) Упругий

4. Установите соответствие между понятиями (указаны верные варианты)

Изотропность	Свойства материала одинаковы во всех направлениях
Анизотропность	Свойства материала различны в разных направлениях
Однородность	Свойства материала одинаковы для любой точки тела
Сплошность	Материал заполняет весь предоставленный объем без пустот

5. Максимальное напряжение, при котором еще выполняется закон Гука, называется

- а) временным сопротивлением
- б) пределом упругости.
- в) пределом пропорциональности.
- г) пределом текучести.
- д) Правильного ответа нет.

6. Напряжение, при превышении которого возникают относительные остаточные деформации, называется

- а) временным сопротивлением
- б) пределом упругости
- в) пределом пропорциональности
- г) пределом текучести
- д) Правильного ответа нет

7. Напряжение, при котором происходит пластическая деформация образца при постоянной нагрузке, называется:

- а) временным сопротивлением
- б) пределом упругости
- в) пределом пропорциональности
- г) пределом текучести
- д) Правильного ответа нет

8. Напряжение, соответствующее наибольшей нагрузке, предшествующей разрушению образца, называется

- а) временным сопротивлением
- б) пределом упругости
- в) пределом пропорциональности
- г) пределом текучести
- д) Правильного ответа нет

9. Какие внутренние усилия в поперечном сечении стержня отличны от нуля при осевом растяжении? (Укажите все верные варианты.)

- 1)  $N$ ,    2)  $Q_x$ ,    3)  $Q_y$ ,    4)  $M_x$ ,    5)  $M_z$ ,    6)  $M_y$

10. Деформация называется осевым растяжением (сжатием), если

- 1) в любом сечении стержня отлично от нуля одно внутреннее усилие – продольная сила  $N$ .

- 2) в любом сечении стержня могут быть отличны от нуля только изгибающие моменты и поперечные силы
- 3) в любом сечении возникает лишь одно внутреннее усилие – крутящий момент

### Перечень заключительных тестов (ТЗ1)

**Тест ТЗ1.** Тест заключительный (3-ий семестр для студентов очной формы обучения) содержит одну задачу

**Типовая задача 3.** Расчет на прочность статически определимой балки.

Статически определимая балка заданного сечения нагружена равномерно распределенной нагрузкой  $q$ , сосредоточенными силами  $F_i$  и моментами  $M_j$ .

Требуется:

1. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
2. Проверить выполнение условия прочности.

### **Модуль 2**

**Лабораторная работа № 9 (2.6)** Определение перемещений в балке при изгибе

**Лабораторная работа № 15 (2.14)** Определение величины опорной реакции в статически неопределимой балке

**Лабораторная работа № 16 (2.16)** Определение критической силы для сжатого стержня

**Типовая задача 4.** Определение перемещений при плоском поперечном изгибе балки заданного сечения методом Мора.

Статически определимая балка заданного сечения нагружена равномерно распределенной нагрузкой, сосредоточенными силами и моментами.

Требуется:

1. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы от заданной нагрузки.
2. Определить прогиб и угол поворота заданного сечения методом Мора.

**Типовая задача 5.** Определение грузоподъемности внецентренно сжатых или растянутых стержней большой изгибной жесткости.

На стержень заданного поперечного сечения действует внецентренно приложенная сила.

Требуется:

1. Вычертить в масштабе сечение стержня, показав положение главных центральных осей инерции.
2. Определить положение нейтральной линии и показать ее на схеме сечения.
3. Определить положение опасных точек сечения.
4. Определить величину допускаемой нагрузки.
5. Построить эпюру нормального напряжения.

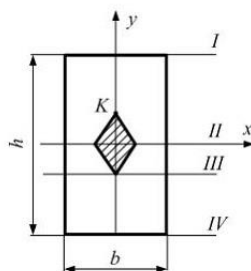
**Типовая задача 6.** Определение несущей способности центрально-сжатого стержня.

Требуется

1. Для заданной схемы сжатого стержня и поперечного сечения требуется:
2. Определить величину критической силы
3. Определить величину допускаемой нагрузки.
4. Найти коэффициент запаса устойчивости.

Тестовые задания (тесты к защите лабораторных работ)  
Перечень и содержание тестов для очной формы обучения  
 Пример тестов. Тест ТЛ-4, ТЛ-5

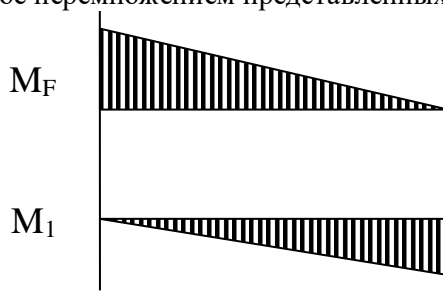
1. Как перемещаются точки оси стержня при косом изгибе?
  - 1) В плоскости нагружения
  - 2) Перпендикулярно нейтральной оси
  - 3) В плоскости, включающей в себя нейтральную ось и ось стержня
  
2. В каких точках поперечного сечения при косом изгибе действуют наибольшие по модулю нормальные напряжения?
  - 1) в точках, принадлежащих нейтральной оси
  - 2) в точках, наиболее удаленных от нейтральной оси
  - 3) в точках, наиболее удаленных от плоскости нагружения
  - 4) в точках, принадлежащих плоскости нагружения
  
3. Нормальное напряжение в центре тяжести поперечного сечения при косом изгибе...
  - 1) принимает максимальное по модулю значение
  - 2) равно нулю
  - 3) отрицательно
  - 4) положительно
  
4. В каких точках поперечного сечения при внецентренном растяжении (сжатии) действуют наибольшие по модулю нормальные напряжения?
  - 1) в точках, принадлежащих нейтральной линии
  - 2) в точках, наиболее удаленных от нейтральной оси
  - 3) в точке приложения нагрузки
  - 4) в точках, наиболее удаленных от точки приложения нагрузки
  
5. Сжимающая сила  $F$  приложена в точке  $K$  контура ядра сечения. Какое положение занимает нейтральная ось в этом случае?



- 1) Линия I
  - 2) Линия II
  - 3) Линия III
  - 4) Линия IV +
- 
6. Для каких эпюр справедливо правило Верещагина?
    - 1) для любых эпюр
    - 2) только если обе перемножаемые эпюры линейные
    - 3) если хотя бы одна из перемножаемых эпюр линейна
  
  7. Какая из приведенных формул представляет собой интеграл Мора для определения перемещений в балках при изгибе?

- 1) 
$$\Delta = \sum_{i=1}^k \int_{l_i} \frac{M_{xF} \bar{M}_{x1}}{EI_x} dz$$
- 2) 
$$\Delta = \sum_{i=1}^k \int_{l_i} \frac{M_{zF} \bar{M}_{z1}}{GI_p} dz$$
- 3) 
$$\Delta = \sum_{i=1}^k \int_{l_i} \frac{N_F \bar{N}_1}{EA} dz$$

8. Перемещение, полученное перемножением представленных эпюр, будет



- 1) положительным
- 2) отрицательным
- 3) нулевым

9. По какой формуле вычисляется критическая сила, если гибкость стержня  $\lambda > \lambda_{пр}$ ?

1)  $F_{кр} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu l)^2}$       2)  $F_{кр} = \sigma_{кр} A = A(a - b\lambda + c\lambda^2)$       3)  $F_{кр} = A\sigma_T$  или  $F_{кр} = A\sigma_B$

10. По какой формуле вычисляется критическая сила, если гибкость стержня  $\lambda_0 < \lambda < \lambda_{пр}$ ?

1)  $F_{кр} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu l)^2}$       2)  $F_{кр} = A\sigma_T$  или  $F_{кр} = A\sigma_B$       3)  $F_{кр} = \sigma_{кр} A = A(a - b\lambda + c\lambda^2)$

#### Перечень заключительных тестов (ТЗ2)

**Тест ТЗ2.** Заключительный тест (4 семестр для студентов очной формы обучения) содержит одну задачу.

**Типовая задача 4.** Определение перемещений при плоском поперечном изгибе балки заданного сечения методом Мора.

Статически определимая балка заданного сечения нагружена равномерно распределенной нагрузкой, сосредоточенными силами и моментами.

Требуется:

1. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы от заданной нагрузки.
2. Определить прогиб и угол поворота заданного сечения методом Мора.

Для заочной формы обучения (для всех специальностей, кроме «Технология производства и ремонта подвижного состава» и «Высокоскоростной наземный транспорт»).

#### Перечень и содержание лабораторных работ и контрольных работ

(СДО, раздел «Текущий контроль»)

### 3 курс

**Лабораторная работа № 1** (1.1) Исследование прочностных и пластических свойств стали при разрыве

**Лабораторная работа № 7** (2.4) Опытная проверка напряженного состояния при плоском изгибе

**Лабораторная работа № 9** (2.6) Определение перемещений в балке при изгибе

**Контрольная работа 1** включает в себя типовые задачи 1, 2 и 3.

**Типовая задача 1.** Расчет статически определимого стержня со ступенчатым изменением площади по участкам.



Прямоосный ступенчатый стержень нагружен осевыми силами  $F_i$ , равномерно распределенными нагрузками  $q_i$  и собственным весом.

Требуется:

1. Сделать схематический чертеж стержня по заданным размерам, соблюдая масштаб.
2. Найти функцию, определяющую изменение величины продольной силы  $N$  по длине стержня, и построить эпюру этой силы.
3. Построить эпюру изменения напряжения по длине стержня.
4. Найти перемещение заданного сечения и определить полное изменение длины стержня.

**Типовая задача 2.** Кручение валов кругового сечения.

Для загруженного крутящими моментами вала требуется:

1. Вычертить в масштабе схему вала и указать числовые значения размеров и заданных моментов.
2. Из условия равновесия найти недостающий момент.
3. Построить эпюру крутящего момента.
4. Подобрать диаметр сплошного вала кругового сечения по условиям прочности и жесткости.
5. Подобрать диаметр полого вала по условиям прочности и жесткости при заданном отношении внутреннего диаметра к внешнему.
6. Вычислить в процентах величину экономии материала для полого вала.
7. Построить эпюру углов закручивания, приняв в качестве неподвижного левое крайнее сечение.

**Типовая задача 3.** Подбор поперечного сечения балки при плоском изгибе.

Статически определимая балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой, сосредоточенными силами и моментами.

Требуется:

1. Вычертить в масштабе схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
3. Подобрать поперечное сечение балки заданной формы.

**Контрольная работа 2** включает в себя типовые задачи 5 и 6.

**Типовая задача 5.** Определение грузоподъемности внецентренно сжатых или растянутых стержней большой изгибной жесткости.

На стержень заданного поперечного сечения действует внецентренно приложенная сила.

Требуется:

1. Вычертить в масштабе сечение стержня, показав положение главных центральных осей инерции.
2. Определить положение нейтральной линии и показать ее на схеме сечения.
3. Определить положение опасных точек сечения.
4. Определить величину допускаемой нагрузки.
5. Построить эпюру нормального напряжения.

**Типовая задача 6.** Определение несущей способности центрально-сжатого стержня.

Требуется

1. Для заданной схемы сжатого стержня и поперечного сечения требуется:
2. Определить величину критической силы
3. Определить величину допускаемой нагрузки.
4. Найти коэффициент запаса устойчивости.

Тестовые задания (тесты к защите лабораторных работ)  
Перечень и содержание тестов для очной формы обучения

Тесты для студентов заочной формы обучения аналогичны тестам для студентов очной формы обучения (ТЛ-1, ТЛ-2).

Итоговое тестовое задание (ТЗЗ)  
Перечень и содержание заключительных тестов

**Тест ТЗЗ.** Заключительный тест по курсу сопротивления материалов для студентов заочной формы обучения (3 курс) содержит одну задачу.

**Типовая задача 4.** Определение перемещений при плоском поперечном изгибе балки заданного сечения методом Мора.

Статически определимая балка заданного сечения нагружена равномерно распределенной нагрузкой, сосредоточенными силами и моментами.

Требуется:

1. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы от заданной нагрузки.
2. Определить прогиб и угол поворота заданного сечения методом Мора.

**Материалы для промежуточной аттестации**

Перечень вопросов к экзамену

Для очной формы обучения (модуль 1)

Все вопросы проверяют освоение индикаторов ОПК-4.3.1

Вопросы к экзамену	Индикаторы достижения компетенций
1. В чем суть расчетов на прочность, жесткость, устойчивость?	ОПК-4.3.1
1. Гипотезы, принимаемые в сопротивлении материалов.	ОПК-4.3.1
2. Какое свойство тел называется упругостью?	ОПК-4.3.1
3. Какие материалы называют однородными?	ОПК-4.3.1
4. Что означает понятие «сплошность» («непрерывность») материала?	ОПК-4.3.1
5. Какие материалы называются изотропными, анизотропными?	ОПК-4.3.1
6. К каким простейшим типам с точки зрения формы сводятся различные элементы конструкций?	ОПК-4.3.1
7. Сформулируйте принципы сопротивления материалов.	ОПК-4.3.1
8. Классификация внешних сил.	ОПК-4.3.1
9. Какие опорные закрепления Вы знаете, и какие реакции в них возникают?	ОПК-4.3.1
10. Опишите метод, используемый при определении внутренних усилий.	ОПК-4.3.1
11. Как вводится понятие "внутренние силовые факторы"? Перечислите составляющие главного вектора сил и главного момента.	ОПК-4.3.1
12. Какие напряжения называют опасными (предельными) для хрупких материалов, для пластичных материалов? Почему?	ОПК-4.3.1
13. Как вводят понятие "допускаемое напряжение"?	ОПК-4.3.1
14. Какой вид деформации стержня называют осевой деформацией?	ОПК-4.3.1
15. Какая гипотеза положена в основу теории растяжения (сжатия) прямолинейных стержней, и какой закон распределения напряжений из нее вытекает?	ОПК-4.3.1
16. Сформулируйте гипотезу плоских сечений.	ОПК-4.3.1
17. Сформулируйте правило знаков для нормальной (продольной) силы.	ОПК-4.3.1
18. Сформулируйте признаки, по которым можно проверить правильность построения эпюры нормальной силы (все известные).	ОПК-4.3.1
19. Запишите формулу, по которой вычисляют напряжения в поперечном сечении стержня при осевой деформации? Запишите условие прочности при осевой деформации. Какие задачи можно решать с помощью этого условия?	ОПК-4.3.1
20. Какую величину называют жесткостью поперечного сечения стержня при осевой	ОПК-4.3.1

деформации? Приведите выражение и поясните смысл входящих в него величин.	
21. Запишите формулу, по которой вычисляют удлинение стержня, если нормальная сила и жесткость постоянны по длине стержня?	ОПК-4.3.1
22. Что такое коэффициент Пуассона? Пределы изменения для изотропных материалов.	ОПК-4.3.1
23. Что называют диаграммой растяжения образца?	ОПК-4.3.1
24. Какие материалы называют пластичными, какие хрупкими?	ОПК-4.3.1
25. Изобразите характерную диаграмму растяжения образца из пластичного материала. Изобразите характерную диаграмму растяжения образца из хрупкого материала.	ОПК-4.3.1
26. Как по диаграмме растяжения определить остаточное удлинение (показать на диаграмме)? Как по диаграмме растяжения определить упругое удлинение (показать на диаграмме)?	ОПК-4.3.1
27. Что такое площадка текучести?	ОПК-4.3.1
28. Какое отличие имеет условная диаграмма напряжений от диаграммы растяжения образца? Почему она называется условной?	ОПК-4.3.1
29. Механические характеристики прочности материалов (определения, формулы).	ОПК-4.3.1
30. Что понимают под наклепом материала? Как наклеп влияет на прочностные и пластические свойства материала?	ОПК-4.3.1
31. Перечислите упругие постоянные изотропного материала, укажите их единицы измерения. Напишите формулу, связывающую упругие постоянные.	ОПК-4.3.1
32. Какие напряжения называют нормальными, какие касательными? Как связаны между собой полное, нормальное и касательное напряжения?	ОПК-4.3.1
33. Что такое тензор напряжений? Запишите тензор напряжений и дайте полное название одной из его компонент, расположенной на главной диагонали.	ОПК-4.3.1
34. Сформулируйте свойство парности касательных напряжений и запишите соответствующую формулу.	ОПК-4.3.1
35. Какие площадки называются главными? Какие напряжения называются главными? Их обозначения, нумерация.	ОПК-4.3.1
36. Какие типы напряженных состояний в точке тела Вы знаете? По какому признаку они различаются?	ОПК-4.3.1
37. Запишите закон Гука для случая линейного напряженного состояния.	ОПК-4.3.1
38. Запишите закон Гука при чистом сдвиге.	ОПК-4.3.1
39. Запишите обобщенный закон Гука. Запишите закон Гука для случая, когда оси координат совпадают по направлению с главными осями деформаций.	ОПК-4.3.1
40. Зачем нужны гипотезы (теории) прочности? Что такое эквивалентное (расчетное) напряжение?	ОПК-4.3.1
41. Какое состояние считается опасным в соответствии I гипотезы прочности? Запишите формулу для эквивалентного (расчетного) напряжения по I гипотезе прочности в случае объемного напряженного состояния.	ОПК-4.3.1
42. Какое состояние считается опасным в соответствии II гипотезы прочности? Запишите формулу для эквивалентного (расчетного) напряжения по II гипотезе прочности в случае объемного напряженного состояния.	ОПК-4.3.1
43. Какое состояние считается опасным в соответствии III гипотезы прочности? Запишите формулу для эквивалентного (расчетного) напряжения по III гипотезе прочности в случае объемного напряженного состояния?	ОПК-4.3.1
44. Какое состояние считается опасным в соответствии IV гипотезы прочности?	ОПК-4.3.1
45. Какой вид деформации стержня называется кручением?	ОПК-4.3.1
46. Гипотезы, которые лежат в основе теории кручения круглых валов.	ОПК-4.3.1
47. По каким признакам проверяется правильность построения эпюры крутящего момента?	ОПК-4.3.1
48. Что такое депланация поперечного сечения вала?	ОПК-4.3.1
49. Какие напряжения возникают в поперечном сечении вала при кручении? По какой формуле они вычисляются?	ОПК-4.3.1
50. В каких точках поперечного сечения кругового вала возникают наибольшие касательные напряжения и как их вычисляют? Покажите эпюру распределения касательных напряжений для вала, имеющего в сечении форму круга, кольца.	ОПК-4.3.1
51. Как вводят понятие момент сопротивления при кручении (полярный момент сопротивления)?	ОПК-4.3.1

52. Запишите условие прочности при кручении для круглого вала. Какие задачи оно позволяет решать?	ОПК-4.3.1
53. Запишите формулу, по которой вычисляют угол закручивания круглого вала при постоянном по длине крутящем моменте. Что называют жесткостью поперечного сечения при кручении и какова ее размерность?	ОПК-4.3.1
54. Сформулируйте условие жесткости при кручении круглого вала. Какие задачи оно позволяет решать?	ОПК-4.3.1
55. Что такое статический момент площади относительно некоторой оси и в каких единицах он измеряется?	ОПК-4.3.1
56. Какие оси координат называют центральными, что такое центр тяжести плоской фигуры?	ОПК-4.3.1
57. Как связаны между собой статический момент и площадь фигуры? Запишите формулы, по которым определяют положение центра тяжести составной фигуры (дать пояснения).	ОПК-4.3.1
58. Как вводятся понятия осевых и центробежного момента инерции для плоской фигуры, их единицы измерения?	ОПК-4.3.1
59. Как вводится понятие "полярный момент инерции", как связаны между собой полярный и осевые моменты инерции?	ОПК-4.3.1
60. Какой вид деформации стержня называют плоским изгибом? В каком случае изгиб называется чистым, в каком – поперечным? Сформулируйте правило знаков для внутренних усилий при плоском изгибе.	ОПК-4.3.1
61. Запишите дифференциальные зависимости между распределенной нагрузкой, поперечной силой и изгибающим моментом при плоском изгибе?	ОПК-4.3.1
62. По каким признакам можно проверить правильность эпюры поперечной силы (все известные признаки)? По каким признакам можно проверить правильность эпюры изгибающего момента (все известные признаки)?	ОПК-4.3.1
63. В каких сечениях изгибающий момент достигает экстремального значения? Как определить будет ли вершина параболы на эпюре изгибающего момента?	ОПК-4.3.1
64. На каких допущениях построена теория нормальных напряжений при чистом изгибе (перечислить)?	ОПК-4.3.1
65. В чем суть гипотезы не надавливания слоев (не взаимодействия волокон)?	ОПК-4.3.1
66. Запишите формулу, по которой вычисляются нормальные напряжения при чистом изгибе.	ОПК-4.3.1
67. Что такое нейтральный слой и нейтральная (нулевая) линия? Как изменяются по высоте поперечного сечения балки нормальные напряжения при плоском изгибе (показать на рисунке)?	ОПК-4.3.1
68. Как распределены нормальные напряжения по ширине поперечного сечения при плоском изгибе (показать на рисунке)?	ОПК-4.3.1
69. Какая величина называется осевым моментом сопротивления сечения и какова ее размерность?	ОПК-4.3.1
70. Запишите условие прочности по нормальным напряжениям для балок. Какие задачи можно решать с помощью этого условия?	ОПК-4.3.1
71. Запишите формулу для вычисления касательных напряжений при поперечном изгибе, поясните смысл и размерность используемых величин.	ОПК-4.3.1
72. Как распределяются касательные напряжения по высоте балки прямоугольного поперечного сечения (показать на рисунке), чему равны максимальные касательные напряжения?	ОПК-4.3.1
73. Почему для балок из хрупких материалов нецелесообразно применять сечения, симметричные относительно нейтральной оси?	ОПК-4.3.1

### Перечень и содержание типовых экзаменационных задач

1. **Типовая задача Э-1.** Подбор сечения прямоосного ступенчатого стержня при осевой деформации.  
 Прямоосный ступенчатый стержень нагружен осевыми силами  $F_i$  и равномерно распределенной нагрузкой  $q$ .  
 Требуется:
  1. Построить эпюру продольной силы.

2. Подобрать площадь поперечного сечения каждого участка стержня.
  3. Вычислить перемещение заданной точки оси стержня.
2. **Типовая задача Э-2.** Подбор сечения круглого вала по условиям прочности и жесткости.
- Для нагруженного крутящими моментами вала требуется:
1. Из условия равновесия найти недостающий момент.
  2. Построить эпюру крутящего момента.
  3. Подобрать диаметр сплошного вала кругового сечения по условиям прочности и жесткости.
  4. Построить эпюру углов закручивания, приняв в качестве неподвижного левое крайнее сечение.

### Перечень вопросов к зачету

Для очной формы обучения (модуль 2)

Все вопросы проверяют освоение индикаторов ОПК-4.3.1

Вопросы к зачету	Индикаторы достижения компетенций
1. Что такое прогиб, угол поворота сечения при плоском изгибе? (пояснить рисунком)? Как связаны между собой прогиб и угол поворота сечения балки (указать выбор системы координат)?	ОПК-4.3.1
2. Какая величина называется жесткостью поперечного сечения балки при изгибе?	ОПК-4.3.1
3. Запишите приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки (указать выбор системы координат), назовите используемые величины и их размерность.	ОПК-4.3.1
4. Сколько постоянных интегрирования надо определять, если балка имеет n грузовых участков? Из каких условий определяются постоянные интегрирования приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки?	ОПК-4.3.1
5. Как записываются граничные условия для шарнирной опоры при интегрировании приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки?	ОПК-4.3.1
6. Как записываются граничные условия для жесткой заделки при интегрировании приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки?	ОПК-4.3.1
7. Как записывается уравнение прогиба балки по методу начальных параметров?	ОПК-4.3.1
8. Что называется сложным сопротивлением (сложной деформацией)?	ОПК-4.3.1
9. Что такое нейтральная (нулевая линия)?	ОПК-4.3.1
10. Как приложена нагрузка, под действием которой стержень находится в условиях косоугольного изгиба?	ОПК-4.3.1
11. Как связаны между собой изгибающие моменты при косоугольном изгибе?	ОПК-4.3.1
12. По какому закону изменяются нормальные напряжения при косоугольном изгибе? Как проходит нейтральная линия при косоугольном изгибе?	ОПК-4.3.1
13. Каково взаимное расположение силовой (линии нагружения) и нейтральной линий при косоугольном изгибе? Чему равно нормальное напряжение в центре тяжести поперечного сечения при косоугольном изгибе и почему?	ОПК-4.3.1
14. В каких точках поперечного сечения нормальные напряжения при косоугольном изгибе достигают максимальных значений?	ОПК-4.3.1
15. Как вычисляются перемещения при косоугольном изгибе? Как направлен вектор перемещения при косоугольном изгибе?	ОПК-4.3.1
16. При каких условиях реализуется внецентренное растяжение (сжатие)?	ОПК-4.3.1
17. Как вычисляются напряжения при внецентренном действии нагрузок? Чему равно нормальное напряжение в центре тяжести поперечного сечения при внецентренном растяжении (сжатии)?	ОПК-4.3.1
18. Как определяется положение нейтральной линии при внецентренном растяжении (сжатии)?	ОПК-4.3.1
19. Что такое "ядро сечения"? Для чего надо знать положение ядра сечения?	ОПК-4.3.1
20. Какие точки являются опасными при внецентренном растяжении (сжатии)?	ОПК-4.3.1
21. Как записывается условие прочности при внецентренном действии нагрузок для материалов, одинаково работающих при растяжении и сжатии?	ОПК-4.3.1

22. Как записывается условие прочности при внецентренном действии нагрузок для материалов, по-разному работающих при растяжении и сжатии?	ОПК-4.3.1
23. Какие точки являются опасными при изгибе с кручением стержня круглого сечения (пояснить рисунком)?	ОПК-4.3.1
24. Как записывается условие прочности при изгибе с кручением круглого стержня по III гипотезе прочности?	ОПК-4.3.1
25. Как записывается условие прочности при изгибе с кручением круглого стержня по IV гипотезе прочности?	ОПК-4.3.1
26. Что такое обобщенная сила? Что такое обобщенное перемещение? Как они связаны между собой? Приведите примеры (3-4 примера) обобщенных сил и соответствующих им обобщенных перемещений.	ОПК-4.3.1
27. Сформулируйте теорему Клапейрона. Почему в теореме Клапейрона появляется множитель 0,5?	ОПК-4.3.1
28. Как определяется потенциальная энергия упругой деформации стержня при осевой деформации, при кручении, при плоском изгибе?	ОПК-4.3.1
29. Запишите интеграл Мора в общем виде. Поясните смысл входящих в него величин.	ОПК-4.3.1
30. Как определить поворот заданного сечения балки при плоском изгибе методом Мора?	ОПК-4.3.1
31. Как определить величину прогиба в заданном сечении при плоском поперечном изгибе методом Мора?	ОПК-4.3.1
32. Какие приемы (способы) вычисления интеграла Мора Вы знаете? Запишите соответствующие формулы.	ОПК-4.3.1
33. Какие системы называются статически неопределимыми? Что такое степень статической неопределимости? Что такое "лишние связи"? С какой точки зрения они лишние?	ОПК-4.3.1
34. Какие системы называются статически неопределимыми? Что понимают под основной системой? Приведите примеры (3-4 примера) возможных основных систем для двухпролетной неразрезной балки.	ОПК-4.3.1
35. Приведите примеры нескольких возможных основных систем для балки с одним жестко заделанным концом и дополнительной шарнирно-подвижной опорой.	ОПК-4.3.1
36. Каков физический смысл канонических уравнений метода сил?	ОПК-4.3.1
37. Как проверить правильность расчета статически неопределимой системы?	ОПК-4.3.1
38. В чем заключается статическая проверка? В чем заключается кинематическая (деформационная) проверка?	ОПК-4.3.1
39. Что характерно для эпюр изгибающих моментов статически неопределимых балок?	ОПК-4.3.1
40. Какая форма равновесия называется устойчивой, неустойчивой, безразличной?	ОПК-4.3.1
41. Когда конструкция считается устойчивой? Что означает термин "потеря устойчивости"? Что такое критическая сила?	ОПК-4.3.1
42. Как определяется критическая сила, если возникающие напряжения не превосходят предела пропорциональности? Что такое "приведенная длина стержня"? От чего зависит коэффициент приведения длины?	ОПК-4.3.1
43. Что такое гибкость стержня? Как определяется предельная гибкость для материала?	ОПК-4.3.1
44. Чему равны критические напряжения, если гибкость стержня равна предельной?	ОПК-4.3.1
45. Как классифицируются стержни по их гибкости? При каких напряжениях теряют устойчивость стержни большой гибкости? По какой формуле определяется для них критическая сила?	ОПК-4.3.1
46. Можно ли пользоваться формулой Эйлера за пределом пропорциональности материала?	ОПК-4.3.1
47. Как записывается условие устойчивости сжатого стержня, и какие задачи оно позволяет решать?	ОПК-4.3.1
48. Как определяется допускаемое напряжение на устойчивость? В каких пределах находится величина коэффициента понижения основного допускаемого напряжения (коэффициент продольного изгиба), от чего этот коэффициент зависит?	ОПК-4.3.1
49. Какие поперечные сечения считаются наиболее рациональными для центрально сжатых стержней?	ОПК-4.3.1
50. Могут ли при постоянной нагрузке возникать переменные напряжения? Если да, то приведите примеры.	ОПК-4.3.1
51. Что называется усталостью? Что называется выносливостью материала?	ОПК-4.3.1
52. Что такое цикл напряжений? Какой цикл называется симметричным (проиллюстрируйте графиком)?	ОПК-4.3.1
53. Что такое цикл напряжений? Какой цикл называется знакопостоянным	ОПК-4.3.1

(проиллюстрируйте графиком)?	
54. Что такое цикл напряжений? Какой цикл называется знакопеременным (проиллюстрируйте графиком)?	ОПК-4.3.1
55. Что такое цикл напряжений? Какой цикл называется отнулевым (проиллюстрируйте графиком)?	ОПК-4.3.1
56. Перечислите основные параметры цикла. Запишите соотношения, связывающие характеристики цикла напряжений	ОПК-4.3.1
57. Что такое коэффициент асимметрии цикла? Какие циклы считаются подобными?	ОПК-4.3.1
58. Что называют кривой Вёлера? Укажите её вид.	ОПК-4.3.1
59. Что называется пределом выносливости материала?	ОПК-4.3.1
60. Может ли предел выносливости быть равным пределу текучести, пределу прочности?	ОПК-4.3.1
61. Какие факторы влияют на величину предела выносливости?	ОПК-4.3.1
62. Как влияют абсолютные размеры поперечного сечения детали на величину предела выносливости?	ОПК-4.3.1
63. Как влияет качество обработки поверхности на величину предела выносливости детали?	ОПК-4.3.1

### Перечень и содержание задач на зачете

#### 3. Типовая задача 3-1. Определение перемещений при изгибе балки методом Мора.

Статически определимая балка заданной изгибной жесткости нагружена равномерно распределенной нагрузкой, сосредоточенными силами и моментами.

Требуется:

1. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы от заданной нагрузки.
2. Подобрать поперечное сечение балки в виде двутавра.
3. Определить прогиб и угол поворота заданного сечения, используя графоаналитические приемы вычисления интеграла Мора (прием Верещагина, формулы трапеций и Симпсона).

### Перечень вопросов к экзамену и зачету

Для заочной формы обучения (3 курс)

Все вопросы проверяют освоение индикаторов ОПК-4.3.1.

В список вопросов к экзамену и зачету для студентов заочной формы обучения входят вопросы 3 и 4 семестров для студентов очной формы обучения.

Тестовые задания к защите лабораторных работ, включают тесты ТЛ-1, ТЛ-2 для студентов очной формы обучения

#### **3. Описание показателей и критериев оценивания индикаторов достижения компетенций, описание шкал оценивания**

Показатель оценивания – описание оцениваемых основных параметров процесса или результата деятельности.

Критерий оценивания – признак, на основании которого проводится оценка по показателю.

Шкала оценивания – порядок преобразования оцениваемых параметров процесса или результата деятельности в баллы.

Показатели, критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля приведены в таблице 3.1 – 3.4.

Т а б л и ц а 3.1 Для очной формы обучения (модуль 1)

№ п/п	Материалы необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Лабораторный практикум: Лабораторные работы №№1-5,7 Типовые задачи 1, 2, 3	Выполнение всех лабораторных работ и всех типовых задач	Все работы выполнены, все задачи решены	60
2	Тесты к защите лабораторных работ ТЛ-1, ТЛ-2, ТЛ-3	Прохождение компьютерного тестирования	Все тесты пройдены	
Итого количество баллов за выполнение лабораторного практикума с защитой (тесты)				<b>60</b>
3	Заключительный тест ТЗ1	Правильность решения теста (задачи)	Задача решена	10
			Задача не решена	0
			Задача решена частично	1-9
Итого максимальное количество баллов за заключительный тест				<b>10</b>
<b>ИТОГО максимальное количество баллов</b>				<b>70</b>

Т а б л и ц а 3.2 Для очной формы обучения (модуль 2)

№ п/п	Материалы необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Лабораторный практикум: Лабораторные работы №№ 9, 15, 16 Типовые задачи 4, 5, 6	Выполнение всех лабораторных работ и всех типовых задач	Все работы выполнены, все задачи решены	60
2	Тесты к защите лабораторных работ ТЛ-4, ТЛ-5	Прохождение компьютерного тестирования	Все тесты пройдены	60
Итого количество баллов за выполнение лабораторного практикума с защитой (тесты)				
3	Заключительный тест ТЗ2	Правильность решения теста (задачи)	Задача решена	10
			Задача не решена	0
			Задача решена частично	1-9
Итого максимальное количество баллов за заключительный тест				<b>10</b>
<b>ИТОГО максимальное количество баллов</b>				<b>70</b>

Т а б л и ц а 3.3

Для заочной формы обучения (для всех специальностей, кроме «Технология производства и ремонта подвижного состава», «Высокоскоростной наземный транспорт») (3 курс, модуль 1)

№ п/п	Материалы необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Контрольные работы КР1	Правильность решения задач	Все контрольные работы сданы	60
2	Лабораторные работы 1	Выполнение лабораторных работ	Все работы выполнены	
	Тесты к защите лабораторных работ ТЛ-1	Прохождение компьютерного тестирования	Все тесты пройдены	
Итого количество баллов за выполнение контрольных работ, лабораторных работ и их защиту				<b>60</b>
3	Итоговое тестовое задание	Правильность решения	Задача решена	10



	ТЗЗ (задача)	задачи	Задача не решена	0
			Задача решена частично	1-9
Итого максимальное количество баллов за заключительный тест				<b>10</b>
<b>ИТОГО максимальное количество баллов</b>				<b>70</b>

Т а б л и ц а 3.4

Для заочной формы обучения (для всех специальностей, кроме «Технология производства и ремонта подвижного состава», «Высокоскоростной наземный транспорт») (3 курс, модуль 2)

№ п/п	Материалы необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Контрольные работы КР2	Правильность решения задач	Все контрольные работы сданы	60
2	Лабораторные работы 7, 9	Выполнение лабораторных работ	Все работы выполнены	
	Тесты к защите лабораторных работ ТЛ-2	Прохождение компьютерного тестирования	Все тесты пройдены	
Итого количество баллов за выполнение контрольных работ, лабораторных работ и их защиту				<b>60</b>
3	Итоговое тестовое задание ТЗЗ (задача)	Правильность решения задачи	Задача решена	10
			Задача не решена	0
			Задача решена частично	1-9
Итого максимальное количество баллов за заключительный тест				<b>10</b>
<b>ИТОГО максимальное количество баллов</b>				<b>70</b>

Процедура защиты контрольных работ осуществляется в форме тестовых заданий СДО. Тестовые задания СДО содержат вопросы, указанные в Материалах для текущего контроля для заочной формы обучения.

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов достижения компетенций

Процедура оценивания индикаторов достижения компетенций представлена в таблицах 4.1 – 4.4.

##### Формирование рейтинговой оценки по дисциплине

Т а б л и ц а 4.1 Для очной формы обучения (модуль 1)

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль	Лабораторные работы Типовые задачи Тесты к защите лабораторных работ Заключительный тест	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к экзамену ≥ 50 баллов
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов к экзамену	30	– получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов; – получены достаточно полные

			ответы на вопросы – 20...24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...20 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Отлично» - 86-100 баллов «Хорошо» - 75-85 баллов «Удовлетворительно» - 60-74 баллов «Неудовлетворительно» - 59 и менее		

Т а б л и ц а 4.2 Для очной формы обучения (модуль 2)

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
<b>1. Текущий контроль</b>	Лабораторные работы Типовые задачи Тесты к защите лабораторных работ Заключительный тест	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.2 Допуск к зачету ≥ 50 баллов
<b>2. Промежуточная аттестация</b>	Перечень вопросов к зачету	30	– получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы – 20...24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...20 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Зачтено» - 60 баллов и более «Незачтено» - менее 59 баллов (вкл.)		

Т а б л и ц а 4.3. Для заочной формы обучения (для всех специальностей, кроме «Технология производства и ремонта подвижного состава» и «Высокоскоростной наземный транспорт»). (3 курс, модуль 1)

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
<b>1. Текущий контроль</b>	Контрольные работы КР1 Лабораторные работы Тесты к защите лабораторных работ Итоговое семестровое задание	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.3. Допуск к экзамену ≥ 50 баллов

<b>2. Промежуточная аттестация</b>	Перечень вопросов к экзамену	30	– получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы – 20...24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...20 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Отлично» - 86-100 баллов «Хорошо» - 75-85 баллов «Удовлетворительно» - 60-74 баллов «Неудовлетворительно» - 59 и менее		

Т а б л и ц а 4.4. Для заочной формы обучения (для всех специальностей, кроме «Технология производства и ремонта подвижного состава» и «Высокоскоростной наземный транспорт»). (3 курс, модуль 2)

<b>Вид контроля</b>	<b>Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции</b>	<b>Максимальное количество баллов в процессе оценивания</b>	<b>Процедура оценивания</b>
<b>1. Текущий контроль</b>	Контрольные работы КР2 Лабораторные работы Тесты к защите лабораторных работ Итоговое семестровое задание	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.4 Допуск к экзамену ≥ 50 баллов
<b>2. Промежуточная аттестация</b>	Перечень вопросов к зачету	30	– получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы – 20...24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...20 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Зачтено» - 60 баллов и более «Незачтено» - менее 59 баллов (вкл.)		

Процедура проведения экзамена/зачета осуществляется в форме:

- письменного ответа по вопросам билета (по расписанию сессии);
- тестовых заданий СДО (ликвидация академических задолженностей)

Билет на экзамен/зачет содержит теоретические вопросы и решение практического задания (задачи) по темам из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2.

Тестовые задания СДО (ликвидация академических задолженностей) содержат вопросы по темам из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2.

Разработчик оценочных материалов, доцент

\_\_\_\_\_

*С.А. Видюшенков*