

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.21 «ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»**

*для специальности*

**23.05.04 «Эксплуатация железных дорог»**

*по специализациям*

«Магистральный транспорт»

«Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта»

«Грузовая и коммерческая работа»

«Транспортный бизнес и логистика»

Санкт-Петербург  
2023

**1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения основной профессиональной образовательной программы**

Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения основной профессиональной образовательной программы, приведены в п.2 рабочей программы.

**2. Задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижения компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Перечень материалов, необходимых для оценки индикатора достижения компетенций, приведен в таблицах 2.1 и 2.2.

Т а б л и ц а 2.1. Для очной формы обучения (все специализации)

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
<b>ОПК-4.</b> Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов		
<b>ОПК-4.1</b> Знает требования нормативных документов для выполнения проектирования и расчета транспортных объектов;	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— основные понятия и аксиомы статики, соотношения кинематики, законы динамики материальной точки и твёрдых тел;</li> <li>— основные гипотезы и допущения, принятые в расчетах элементов конструкций на прочность;</li> <li>— закон Гука для упругой среды;</li> <li>— принципы освобождаемости от связей, суперпозиции, Сен-Венана, Д'Аламбера, Лагранжа;</li> <li>— основные характеристики прочности и пластичности материалов,</li> <li>— классические теории прочности и пластичности;</li> <li>— метод плоских сечений для определения внутренних усилий в элементах конструкций;</li> <li>— основные экспериментальные методы механики деформируемого твердого тела.</li> </ul>	Тестовые задания 1-8; Вопросы к зачету 1-47
<b>ОПК-4.2</b> Умеет выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами	<p>Обучающийся <i>умеет</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— составлять уравнения равновесия плоской и пространственной систем сил;</li> <li>— определять реакции связей</li> <li>— применять метод сечений при расчете на прочность элементов конструкций, работающих на растяжение-сжатие, сдвиг, изгиб, кручение, кривой изгиб, внецентренное растяже-</li> </ul>	Расчетно-графические работы 1,2,3,4,5,6,7

	<p>ние-сжатие;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять расчёты элементов конструкций на прочность при простейших видах нагружения статическими силами, в расчетах на устойчивость и ударную нагрузку.</li> </ul>	
--	---	--

Т а б л и ц а 2. 2. Для заочной формы обучения (все специализации)

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции</b>
<b>ОПК-4.</b> Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов		
<p><b>ОПК-4.1</b> Знает требования нормативных документов для выполнения проектирования и расчета транспортных объектов;</p>	<p>Обучающийся <i>знает</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия и аксиомы статики, соотношения кинематики, законы динамики материальной точки и твёрдых тел;</li> <li>– основные гипотезы и допущения, принятые в расчетах элементов конструкций на прочность;</li> <li>– закон Гука для упругой среды;</li> <li>– принципы освобожденности от связей, суперпозиции, Сен-Венана, Д’Аламбера, Лагранжа;</li> <li>– основные характеристики прочности и пластичности материалов,</li> <li>– классические теории прочности и пластичности;</li> <li>– метод плоских сечений для определения внутренних усилий в элементах конструкций;</li> <li>– основные экспериментальные методы механики деформируемого твердого тела.</li> </ul>	<p>Вопросы к зачету № 1-47</p>
<p><b>ОПК-4.2</b> Умеет выполнять необходимые расчеты по проектированию транспортных объектов, в соответствии с нормативными документами</p>	<p>Обучающийся <i>умеет</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять уравнения равновесия плоской и пространственной систем сил;</li> <li>– определять реакции связей</li> <li>– применять метод сечений при расчете на прочность элементов конструкций, работающих на растяжение-сжатие, сдвиг, изгиб, кручение, кривой изгиб, внецентренное растяжение-сжатие;</li> <li>– выполнять расчёты элементов конструкций на прочность при простейших видах нагружения статическими силами, в расчетах на устойчивость и ударную нагрузку.</li> </ul>	<p>Контрольные работы 1,2; Типовая задача</p>

## Материалы для текущего контроля

Для проведения текущего контроля по дисциплине обучающийся должен выполнить следующие задания:

### Перечень и содержание расчетно-графических работ (очная форма обучения)

#### **Расчетно-графическая работа № 1**

*Определение опорных реакций закреплённого стержня.*

Для заданной схемы: а) определить объект равновесия и, используя принцип освобожденности от связей, заменить связи опорными реакциями; б) определить количество неизвестных реакций; в) выполнить кинематический анализ системы; г) составить уравнения равновесия и определить опорные реакции; д) изобразить на схеме действие опорных реакций.

#### **Расчетно-графическая работа № 2**

*Определение параметров движения вращающегося тела.*

По заданному закону вращательного движения твёрдого тела: а) найти функции угловой скорости и углового ускорения б) вычислить максимальное значение углового ускорения; в) вычислить максимальную линейную скорость конца вращающегося стержня.

#### **Расчетно-графическая работа № 3**

*Определение геометрических характеристик сечения.*

Для заданного стержня требуется: а) определить положение центра тяжести сечения; б) вычислить значение главных осевых моментов инерции.

#### **Расчетно-графическая работа № 4**

*Напряжения и перемещения в центрально сжато-растянутых стержнях, нагруженных системой сосредоточенных сил.*

Для заданного стержня: а) найти продольные усилия, возникающие в каждой части стержня и построить эпюру усилий; б) нормальные напряжения, возникающие в каждой части стержня, и построить эпюру нормальных напряжений  $\sigma$ ; в) оценить прочность стержня из условия, по заданному допускаемому напряжению материала; г) найти функцию абсолютной деформации стержня и построить эпюру удлинений  $\Delta l$ ; г) определить потенциальную энергию деформации стержня и работу приложенных к стержню внешних сил; д) оценить правильность вычислений, используя закон сохранения механической энергии.

#### **Расчетно-графическая работа № 5**

*Подбор сечений, определение деформации и перемещения в статически определимых шарнирно-стержневых системах.*

Для заданных стержневых систем требуется: а) пользуясь условием прочности, подобрать размеры поперечных сечений стальных стержней, входящих в состав конструкций; б) определить удлинения (укорочения) стержней.

#### **Расчетно-графическая работа № 6**

*Подбор сечения балок в условиях сложного деформирования при действии поперечной и продольной нагрузки*

Для заданной схемы нагружения: а) построить эпюры продольной и поперечной сил и изгибающего момента; б) определить положение наиболее нагруженного сечения; в) подобрать размеры поперечного сечения.

#### **Расчетно-графическая работа № 7**

*Расчёт сжатых стержней на устойчивость.*

Для заданной схемы сжатого стержня и поперечного сечения определить: а) величину критической силы; б) допускаемой нагрузки; в) коэффициент запаса устойчивости.

В электронной информационно-образовательной среде ПГУПС (sdo.pgups.ru) размещены примеры решения задач, входящих в расчетно-графические работы.

### Тесты по дисциплине (очная форма обучения)

(вопрос с одиночным выбором, даны варианты ответа, в задании - 10 вопросов)

#### ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ №1

**1. В чем измеряются относительные деформации?**

1) они безразмерные; 2) в метрах; 3) в Паскалях.

**2. В чем измеряются поперечные деформации?**

1) они безразмерные; 2) в метрах; 3) в Паскалях.

**3. В чём измеряются механические напряжения?**

1) они безразмерные; 2) в метрах; 3) в Паскалях.

**4. Статические моменты плоского сечения вычисляются по формуле:**

1)  $J_x = W_x y^{\max}$ ,  $J_y = W_y x^{\max}$ ; 2)  $S_x = y_c A$ ,  $S_y = x_c A$ ; 3)  $W_x = \frac{J_x}{y^{\max}}$ ,  $W_y = \frac{J_y}{x^{\max}}$ .

**5. При поперечном изгибе в сечениях балки возникают:**

- 1) только изгибающие моменты  $M$ ;
- 2) только поперечные силы  $Q$ ;
- 3) изгибающие моменты и поперечные силы.

**6. Формула Журавского:**

1)  $J_{x1} = J_x + Aa^2$ ; 2)  $\tau = \frac{Q \cdot S_x^{\text{отс}}}{J_x b_y}$ ; 3)  $\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{J_p} \rho$ .

**7. Статические моменты  $S_x$ ,  $S_y$  равны нулю относительно:**

1) главных осей инерции; 2) центральных осей инерции; 3) декартовых осей координат.

**8. При кручении круглого стержня при упругих деформациях касательные напряжения максимальны:**

1) на контуре сечения; 2) в центре тяжести сечения; 3) во всех точках сечения одинаковы.

**9. Напряжения и усилия при сдвиге связаны соотношением:**

1)  $\sigma = \frac{N}{A}$ ; 2)  $\tau = G\gamma$ ; 3)  $\tau = \frac{Q}{A}$ .

**10. Удлинение участка стержня при растяжении:**

1)  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ ; 2)  $\varepsilon' = -\nu\varepsilon$ ; 3)  $\Delta l = \frac{Nl}{EA}$ .

#### ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ №2

**1. Какие силы из нижеперечисленных являются объемными:**

1) собственный вес; 2) линейно распределенная нагрузка; 3) сосредоточенные силы.

**2. Условие статической эквивалентности при растяжении-сжатии:**

$$1) N = \int_A \sigma_z dA; \quad 2) Q_x = \int_A \tau_{zx} dA; \quad 3) Q_y = \int_A \tau_{zy} dA.$$

**3. Одну реакцию имеет опора:**

- 1) шарнирно-подвижная; 2) шарнирно-неподвижная; 3) заделка.

**4. В чем измеряются касательные напряжения?**

- 1) они безразмерные; 2) в Ньютонах; 3) в Паскалях.

**5. Нормальные напряжения при изгибе определяются по формуле:**

$$1) \sigma = \frac{N}{A} y; \quad 2) \sigma = \frac{M}{J_x} y; \quad 3) \tau = \frac{M_{кр}}{J_p} \rho.$$

**6. Условие прочности при кручении:**

$$1) \frac{N}{A} \leq [\sigma]; \quad 2) \tau_{кр}^{max} = \frac{M_{кр}^{max}}{W_p} \leq [\tau]; \quad 3) \tau = \frac{Q}{A} \leq [\tau].$$

**7. Эюра нормальных напряжений при изгибе:**

- 1) постоянна; 2) линейна; 3) ограничена параболой.

**8. Приближённое дифференциальное уравнение упругой линии балки:**

$$1) \frac{1}{\rho} = \frac{M}{EJ_x}; \quad 2) \frac{1}{\rho} = \pm \frac{v'''}{\sqrt{(1+v'^2)^3}}; \quad 3) v''' = \frac{M}{EJ_x}.$$

**9. Нормальные напряжения при внецентренном растяжении/сжатии:**

$$1) \sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x; \quad 2) \sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y; \quad 3) \sigma = \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x.$$

**10. Закон Гука при сдвиге:**

$$1) \sigma = E\varepsilon; \quad 2) \tau = \frac{Q}{A}; \quad 3) \tau = G\gamma.$$

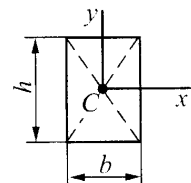
**ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ №3**

**1. При растяжении стержня нормальные напряжения максимальны:**

- 1) на контуре сечения; 2) в центре тяжести сечения; 3) во всех точках сечения одинаковы.

**2. Осевой момент инерции  $J_x$  изображенного сечения:**

$$1) J_x = \frac{hb^3}{12}; \quad 2) J_x = \frac{bh^3}{12}; \quad 3) J_x = \frac{bh^3}{12}$$



**3. Распределенная нагрузка и изгибающий момент связаны зависимостью:**

$$1) q_z = -\frac{d^2 M}{dz^2}; \quad 2) Q = \frac{dM}{dz}; \quad 3) q_z = -\frac{dQ}{dz}.$$

**4. В каких пределах изменяется коэффициент Пуассона?**

- 1)  $-0,5 \leq v \leq 0$ ; 2)  $0 \leq v \leq 1$ ; 3)  $0 \leq v \leq 0,5$ .

**5. Полный угол закручивания:**

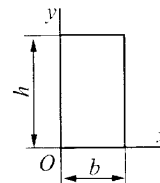
1); 2)  $\varphi = \frac{M_{кр} l}{GJ_p}$ ; 3)  $\varphi_{рад} = \frac{\pi \varphi_{гр}}{180}$ .

**6. Нормальные напряжения при внецентренном растяжении-сжатии:**

1)  $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x$ ; 2)  $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y$ ; 3)  $\sigma = \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x$ .

**7. Осевой момент инерции  $J_y$  изображенного сечения:**

1)  $J_y = \frac{hb^3}{12}$ ; 2)  $J_y = \frac{hb^3}{3}$ ; 3)  $J_y = \frac{hb^3}{2}$ .



**8. Условие статической эквивалентности при кручении:**

1)  $M_x = \int_A \sigma_z y dA$ ; 2)  $M_y = \int_A \sigma_z x dA$ ; 3)  $M_z = \int_A (\tau_{zy} x - \tau_{zx} y) dA$ .

**9. При растяжении стержня возникает:**

- 1) продольная сила  $N$ ; 2) поперечная сила  $Q$ ; 3) изгибающий момент  $M_x$ .

**10. Потенциальная энергия деформации при растяжении:**

1)  $U = \frac{N^2 l}{2EA}$ ; 2)  $U = k \frac{Q^2}{2GA}$ ; 3)  $U = \frac{M_{кр}^2 l}{2GJ_p}$

**ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ №4**

**1. Нормальные напряжения при косом изгибе:**

1)  $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x$ ; 2)  $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y$ ; 3)  $\sigma = \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x$ .

**2. Жесткость поперечного сечения при растяжении:**

- 1)  $EA$ ; 2)  $GA$ ; 3)  $GJ_p$ .

**3. Связь напряжений и внутренних усилий при кручении:**

1)  $\sigma = \frac{N}{A}$ ; 2)  $\tau = G\rho\varphi$ ; 3)  $\tau = \frac{M_{кр}}{J_p} \rho$ .

**4. Полное напряжение на площадке с нормалью  $n$ :**

1)  $\sigma = \frac{E}{\rho} y$ ; 2)  $\tau = G\rho\varphi$ ; 3)  $p_n = \sqrt{\sigma_n^2 + \tau_n^2}$ .

**5. В чем измеряются нормальные напряжения?**

- 1) в ньютонах; 2) в Паскалях; 3) безразмерные.

**6. Распределенная нагрузка и поперечная сила связаны формулой:**

1)  $q_z = -\frac{d^2 M}{dz^2}$ ; 2)  $Q = \frac{dM}{dz}$ ; 3)  $q_z = -\frac{dQ}{dz}$ .

**7. Касательные напряжения при плоском поперечном изгибе:**

1)  $\sigma = \frac{E}{\rho} y$ ;    2)  $\tau = \frac{Q \cdot S_x^{\text{отс}}}{J_x b_y}$ ;    3)  $\tau = \frac{Q}{A}$ .

**8. Эюра касательных напряжений при изгибе:**

1) постоянна; 2) линейна; 3) ограничена параболой.

**9. Максимальные нормальные напряжения при изгибе:**

1)  $\tau_{\text{кр}}^{\text{max}} = \frac{M_{\text{кр}}^{\text{max}}}{W_p}$ ;    2)  $\sigma_{\text{max}} = \frac{N^{\text{max}}}{A_{\text{нетто}}}$ ;    3)  $\sigma = \frac{M^{\text{max}}}{W_x}$

**10. При чистом изгибе в поперечных сечениях балки возникают:**

1) только изгибающие моменты; 2) только поперечные силы; 3) изгибающие моменты и поперечные силы.

**ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ №5**

**1. Ориентация главной площадки при сдвиге:**

1)  $\alpha = 90^\circ$ ;    2)  $\alpha = 0^\circ$ ;    3)  $\alpha = 45^\circ$ .

**2. Условие статической эквивалентности при плоском поперечном изгибе:**

1)  $M_z = \int_A (\tau_{zy}x - \tau_{zx}y) dA$ ;    2)  $Q_y = \int_A \tau_{zy} dA$ ;    3)  $M_x = \int_A \sigma_z y dA$ .

**3. Нормальные напряжения при внецентренном растяжении-сжатии:**

1)  $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x$ ;    2)  $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y$ ;    3)  $\sigma = \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x$ .

**4. Если  $N < 0$ , то участок стержня:**

1) растянут;    2) сжат;    3) недеформирован.

**5. Потенциальная энергия деформации при сдвиге:**

1)  $U = \frac{M_{\text{кр}}^2 l}{2GJ_p}$ ;    2)  $U = \frac{N^2 l}{2EA}$ ;    3)  $U = k \frac{Q^2}{2GA}$ .

**6. Условие прочности при сдвиге:**

1)  $\sigma^{\text{max}} = \frac{M^{\text{max}}}{W_x} \leq [\sigma]$ ;    2)  $\sigma^{\text{max}} = \frac{N^{\text{max}}}{A_{\text{нетто}}} \leq [\sigma]$ ;    3)  $\tau_{\text{кр}}^{\text{max}} = \frac{M_{\text{кр}}^{\text{max}}}{W_p} \leq [\tau]$ .

**7. Максимальные касательные напряжения при изгибе возникают:**

1) в центре поперечного сечения; 2) на внешних волокнах; 3) во внутренних волокнах.

**8. Критическое напряжение по Эйлеру:**

1)  $\sigma = \frac{N^{\text{max}}}{A}$ ;    2)  $\sigma = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$ ;    3)  $\sigma = \frac{M^{\text{max}}}{W_x}$ .

**9. Динамический коэффициент при продольном ударе:**

1)  $\mu_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2h}{\Delta_{st}}}$ ; 2)  $\mu_d = 1 + \frac{a}{g}$ ; 2)  $\mu_d = 1 + \frac{(1+V)l}{EA}$ ;

**10. Усталость материала вызывается:**



1) тепловым движением молекул; 2) накоплением повреждений и образованием трещины 3) утомляемостью материала

#### ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ №6

##### 1. Размерность объемной силы:

1) кН; 2) кН/м<sup>3</sup>; 3) кГ; 4) кГ/м<sup>3</sup>.

##### 2. Условие статической эквивалентности при растяжении-сжатии:

$$1) N = \int_A \sigma_z dA; \quad 2) Q_x = \int_A \tau_{zx} dA; \quad 3) Q_y = \int_A \tau_{zy} dA.$$

##### 3. Третья теория прочности:

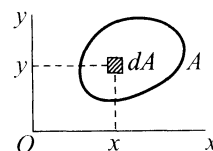
1)  $\sigma_{\text{экв}} = \sigma_1 \leq [\sigma]$ ; 2)  $\sigma_{\text{экв}} = \sigma_1 - \nu(\sigma_2 + \sigma_3) \leq [\sigma]$ ; 3)  $\sigma_{\text{экв}} = \sigma_1 - \sigma_3 \leq [\sigma]$ ;

##### 4. Одну реакцию имеет опора:

1) шарнирно-подвижная; 2) шарнирно-неподвижная; 3) заделка.

##### 5. Центробежный момент инерции:

$$1) J_x = \int_A x^2 dA; \quad 2) J_y = \int_A y^2 dA; \quad 3) J_{xy} = \int_A xy dA.$$



##### 6. Условие прочности при кручении:

$$1) \frac{N}{A} \leq [\sigma]; \quad 2) \tau_{\text{кр}}^{\text{max}} = \frac{M_{\text{кр}}^{\text{max}}}{W_p} \leq [\tau]; \quad 3) \tau = \frac{Q}{A} \leq [\tau].$$

##### 7. Эюра нормальных напряжений при изгибе:

1) постоянна; 2) линейна; 3) ограничена параболой.

##### 8. Дифференциальное уравнение упругой линии балки:

$$1) \frac{1}{\rho} = \frac{M}{EJ_x}; \quad 2) \frac{1}{\rho} = \pm \frac{v'''}{\sqrt{(1+v'^2)^3}}; \quad 3) v'' = \frac{M}{EJ_x}.$$

##### 9. Нормальные напряжения при внецентренном растяжении-сжатии:

$$1) \sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x; \quad 2) \sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y; \quad 3) \sigma = \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x.$$

##### 10. Закон Гука при сдвиге:

$$1) \sigma = E\varepsilon; \quad 2) \tau = \frac{Q}{A}; \quad 3) \tau = G\gamma.$$

#### ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ №7

##### 1. Нормальные напряжения при косом изгибе:

$$1) \sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x; \quad 2) \sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y; \quad 3) \sigma = \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x.$$

##### 2. Жесткость поперечного сечения при растяжении:

1) EA; 2) GA; 3) GJ<sub>p</sub>.

##### 3. Связь напряжений и внутренних усилий при кручении:

$$1) \sigma = \frac{N}{A}; \quad 2) \tau = G\rho\varphi; \quad 3) \tau = \frac{M_{кр}}{J_p} \rho.$$

**4. Полное напряжение на площадке с нормалью  $n$ :**

$$1) \sigma = \frac{E}{\rho} y; \quad 2) \tau = G\rho\varphi; \quad 3) p_n = \sqrt{\sigma_n^2 + \tau_n^2}.$$

**5. В чем измеряются статические моменты фигуры  $S_x, S_y$ ?**

1) безразмерные; 2)  $m^4$ ; 3)  $m^3$

**6. Распределенная нагрузка и поперечная сила связаны формулой:**

$$1) q_z = -\frac{d^2 M}{dz^2}; \quad 2) Q = \frac{dM}{dz}; \quad 3) q_z = -\frac{dQ}{dz}.$$

**7. Касательные напряжения при плоском поперечном изгибе:**

$$1) \sigma = \frac{E}{\rho} y; \quad 2) \tau = \frac{Q \cdot S_x^{отс}}{J_x b_y}; \quad 3) \tau = \frac{Q}{A}.$$

**8. При чистом изгибе в поперечных сечениях действуют:**

- 1) только нормальные напряжения  $\sigma$ ;
- 2) только касательные напряжения  $\tau$ ;
- 3) нормальные и касательные напряжения ( $\sigma$  и  $\tau$ ).

**9. Эюра касательных напряжений при изгибе:**

1) постоянна; 2) линейна; 3) ограничена параболой.

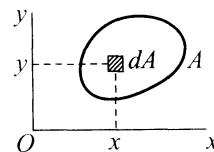
**10. Если  $N < 0$ , то участок стержня:**

1) растянут; 2) сжат; 3) недеформирован.

ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ №8

**1. Момент инерции относительно оси  $x$ :**

$$1) J_x = \int_A y^2 dA; \quad 2) S_x = \int_A y dA; \quad 3) W_x = \frac{J_x}{y_{\max}}.$$



**2. При сдвиге возникают:**

- 1) касательные напряжения  $\tau$ ;
- 2) нормальные напряжения  $\sigma$ ;
- 3) нормальные и касательные напряжения ( $\sigma$  и  $\tau$ ).

**3. Закон Гука при растяжении-сжатии:**

$$1) \sigma = E\varepsilon; \quad 2) \sigma = \frac{N}{A}; \quad 3) \varepsilon = \frac{\sigma}{E} + \alpha T.$$

**4. Эюра  $M$  имеет скачок в сечении, в котором действует:**

- 1) внешняя сосредоточенная сила;
- 2) внешний изгибающий момент;
- 3) распределенная нагрузка.

**5. При косом изгибе нейтральная линия проходит:**

- 1) вне сечения;
- 2) через центр тяжести сечения;

3) пересекая сечение, но вне центра тяжести.

#### 6. Критическое напряжение по Эйлеру:

$$1) \sigma = \frac{N^{\max}}{A}; \quad 2) \sigma = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}; \quad 3) \sigma = \frac{M^{\max}}{W_x}.$$

#### 7. В чем измеряются касательные напряжения?

1) безразмерные; 2) в Ньютонах; 3) в Паскалях.

#### 9. Нормальные напряжения при внецентренном растяжении-сжатии:

$$1) \sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x; \quad 2) \sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{J_x} y; \quad 3) \sigma = \frac{M_x}{J_x} y + \frac{M_y}{J_y} x.$$

#### 10. Полное напряжение на площадке с нормалью $n$ :

$$1) \sigma = \frac{E}{\rho} y; \quad 2) \sigma = \frac{N}{A}; \quad 3) p_n = \sqrt{\sigma_n^2 + \tau_n^2}.$$

### Контрольные работы (заочная форма обучения)

#### Контрольная работа № 1

*Задача 1 – Расчет прямого ступенчатого стержня на осевое действие сил.*

Прямоосный ступенчатый стержень нагружен осевыми силами и распределенной нагрузкой. Требуется: а) сделать схематический чертеж стержня по заданным размерам; б) построить эпюру продольной силы; в) подобрать площадь поперечного сечения каждого участка стержня; г) вычислить перемещение заданной точки и удлинение стержня.

*Задача 2 – Статически определяемая шарнирно-стержневая система.*

Статически определяемая шарнирно-стержневая система нагружена осевой силой и равномерно распределенной нагрузкой. Требуется: а) выполнить чертеж конструкции по заданным размерам; б) определить величину продольной силы в каждом стержне; в) определить размеры поперечных сечений заданной формы; г) вычислить удлинение каждого стержня.

*Задача 3 – Кручение валов кругового сечения.*

Для заданной схемы нагружения требуется: а) найти  $\varphi$ ; б) построить эпюру крутящего момента; в) подобрать диаметр сплошного вала по условиям прочности и жесткости; г) подобрать диаметр полого вала по условиям прочности и жесткости; д) вычислить величину экономии материала для полого вала; е) построить эпюру угла закручивания.

#### Контрольная работа № 2

*Задача 1 – Плоский поперечный изгиб стержня.*

Статически определяемая балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой, сосредоточенными силами и моментами. Требуется: а) вычертить в масштабе схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок; б) построить эпюры поперечной силы и изгибающего момента; в) подобрать поперечное сечение балки в виде двутавра; г) проверить прочность балки.

*Задача 2 – Устойчивость сжатых стержней.*

Для заданной схемы стержня требуется: а) величину критической силы; б) величину допускаемой нагрузки; в) коэффициент запаса устойчивости.

### Типовая задача (заочная форма обучения)

Статически определяемая балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой, сосредоточенными силами и моментами. Требуется: а) вычертить схему балки и указать число-

вые значения размеров и нагрузок; б) построить эпюры поперечной силы и изгибающего момента; в) подобрать поперечное сечение балки в виде двутавра.

В электронной информационно-образовательной среде ПГУПС ([sdo.pgups.ru](http://sdo.pgups.ru)) размещены примеры решения задач, входящих в контрольные работы.

**Материалы для промежуточной аттестации**  
Перечень вопросов к зачету (все формы обучения)

Вопросы	Индикатор достижения компетенций
1. Цель и задачи курса “Прикладная механика”. 2. Твердое тело: основные гипотезы, принципы механики 3. Внешние силы. Связи реакции связей 4. Моменты сил, теоремы статики, простейший вид системы сил 5. Уравнения равновесия, кинематические соотношения поступательного и вращательного движения. 6. Основной закон динамики, принцип кинетостатики 7. Внутренние силы. Метод сечений. Понятие о механических напряжениях. 8. Внутренние усилия в стержне и простейшие виды деформации. 9. Закон Гука для упругой среды. 10. Диаграмма растяжения материала. Характеристики прочности и пластичности.	ОПК-4.1.2
11. Нормальное напряжение в стержне при осевом растяжении-сжатии. 12. Принцип Сен-Венана. 13. Условие прочности. Допускаемое напряжение. Коэффициент запаса. 14. Типы задач, решаемых с помощью условия прочности. 15. Упругие деформации при растяжении-сжатии. 16. Формула для абсолютного удлинения при растяжении-сжатии. 17. Тензор напряжений. Главные площадки и напряжения. Виды напряженного состояния. 18. Линейное напряженное состояние. 19. Плоское напряженное состояние. 20. Теории прочности.	ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1
21. Геометрические характеристики плоских фигур и виды моментов инерции. 22. Зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей.	ОПК-4.1.2
23. Чистый сдвиг. 24. Главные напряжения при сдвиге. 25. Закон Гука и перемещение при чистом сдвиге. 26. Внутреннее усилие при кручении и его эпюра. 27. Касательные напряжения в сечении круглого вала. Условия прочности и жесткости. 28. Виды изгиба и опорных закреплений балки. 29. Внутренние усилия при плоском изгибе. 30. Дифференциальные зависимости между $M$ , $Q$ , $q$ . 31. Нормальные напряжения в сечении балки при чистом изгибе.	ОПК-4.2.1

32. Условие прочности при плоском чистом изгибе. 33. Касательные напряжения при поперечном изгибе. 34. Эпюра касательных напряжений для прямоугольного сечения. 35. Перемещения при плоском изгибе балки. 36. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его общий интеграл. 37. Перемещения в балке с несколькими участками.	
38. Понятие о сложном сопротивлении. 39. Общий случай действия сил на стержень большой жесткости. 40. Косой изгиб. 41. Внецентренное растяжение–сжатие стержней.	ОПК-4.1.2, ОПК-4.2.1
42. Расчет сжатых стержней на устойчивость. Формула Эйлера для критической силы. 43. Влияние способа закрепления концов стержня на величину критической силы. 44. Пределы применимости формулы Эйлера. 45. Устойчивость за пределом пропорциональности. График критических напряжений. 46. Динамический коэффициент при продольном центральном ударе 47. Кривая усталости	ОПК-4.2.1

### 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 таблицах 3.1 и 3.2.

Т а б л и ц а 3.1. Очная форма обучения

№ п/п	Материалы необходимые для оценки знаний, умений и навыков	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Расчетно-графические работы № 1 -7	Правильность решения	Работы выполнены правильно	60
			Работа выполнена с ошибками	0
2	ТЗ № 1 ТЗ8	Правильность решения	Работа выполнена правильно	10
			Работа выполнена с ошибками	
Итого количество баллов за расчетно-графические работы (60+10)				<b>70</b>
Всего максимальное количество баллов				<b>70</b>

Т а б л и ц а 3.2. Заочная форма обучения

№ п/п	Материалы необходимые для оценки знаний, умений и навыков	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Контрольная работа № 1	Правильность решения	Работа выполнена правильно	25
			Работа выполнена с ошибками	0
2	Контрольная работа № 2	Правильность решения	Работа выполнена правильно	25
			Работа выполнена с ошибками	0
Итого количество баллов за контрольные работы				<b>50</b>
3	Типовая задача	Правильность решения	Работа выполнена правильно	20
			Работа выполнена с мелкими ошибками	10
			Работа выполнена с грубыми ошибками	0
Итого максимальное количество баллов за типовую задачу				<b>20</b>
Всего максимальное количество баллов				<b>70</b>

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

Процедура оценки индикаторов достижения компетенций представлена в табл.4.1 и 4.2.

#### Формирование рейтинговой оценки по дисциплине

Т а б л и ц а 4.1. Очная форма обучения

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценивания	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
<b>1. Текущий контроль</b>	Расчетно-графическая работа № 1,-7; Тестовое задание	70	Количество баллов определяется в соответствии с табл.3.1 Допуск к зачету $\geq 60$ балла
<b>2. Промежуточная аттестация</b>	Перечень вопросов к зачету	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• получены полные ответы на вопросы – 25-30 баллов;</li> <li>• получены достаточно полные ответы на вопросы – 20-24 балла;</li> <li>• получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11-20 баллов;</li> <li>• не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0 баллов.</li> </ul>
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Зачтено» – 60-100 баллов «Не зачтено» –59 баллов и менее		

Т а б л и ц а 4.2. Заочная форма обучения

<b>Вид контроля</b>	<b>Материалы, необходимые для оценивания</b>	<b>Максимальное количество баллов в процессе оценивания</b>	<b>Процедура оценивания</b>
<b>1. Текущий контроль</b>	Контрольная работа № 1,2; Типовая задача	70	Количество баллов определяется в соответствии с табл.3.2 Допуск к зачету $\geq 50$ баллов
<b>2. Промежуточная аттестация</b>	Перечень вопросов к зачету	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>• получены полные ответы на вопросы – 25-30 баллов;</li> <li>• получены достаточно полные ответы на вопросы – 20-24 балла;</li> <li>• получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11-20 баллов;</li> <li>• не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0 баллов.</li> </ul>
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Зачтено» – 60-100 баллов «Не зачтено» – 59 баллов и менее		

Промежуточная аттестация (зачет) осуществляется в форме устного ответа на вопросы билета. Билет содержит 5 вопросов из перечня вопросов к зачёту. Итоговая оценка ставится в соответствии с таблицей 4.1 (очная форма) или 4.2 (заочная форма).

Разработчик оценочных материалов,  
профессор

Г.Н. Ширунов

11 апреля 2023 г.