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.24 «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»
для направления подготовки /специальности
23.05.06 «*Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей*»

по специализациям
«*Строительство магистральных железных дорог*»,
«*Управление техническим состоянием железнодорожного пути*»,
«Мосты»,
«Тоннели и метрополитены»

Форма обучения – очная, заочная

«Строительство дорог промышленного транспорта»

Форма обучения – очная

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

Индикатор достижения компетенции	**Планируемые результаты обучения**	**Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции**
ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования		
ОПК-1.2.1. **Умеет** решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук.	*Обучающийся умеет:* – определять внутренние силовые факторы при различных видах деформаций элементов строительных конструкций и строить их эпюры; – проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость простейших стержневых систем для проектирования строительных конструкций, при различных видах деформации при действии статических и динамических сил, подбирать оптимальные размеры и формы поперечных сечений стержней. – проводить анализ напряженно – деформированного состояния строительных конструкций в точке тела, применять критерии прочности и пластичности.	Итоговые семестровые тесты №1, №2. Вопросы к экзамену № 1 – 45, 86 – 131 (модуль 1), 1-51 (модуль 2) РГР №5 РГР № 1, 2, 3, 4, 5, 6. Вопросы к экзамену № 22 – 45, 74, 86 – 131 (модуль 1), 1-107 (модуль 2) Итоговый семестровый тест №1, №2. Вопросы к экзамену № 60 – 85 (модуль 1); 1 – 4, 9 – 14, 18 – 22, 27,28 (модуль 2) РГР № 2, Итоговый семестровый тест №1.

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
ОПК-1.3.1. **Владеет** навыками решения инженерных задач в профессиональной деятельности.	*Обучающийся владеет навыками:* экспериментально определять, упругие постоянные материала, механические характеристики прочности и пластичности, твердость материала, напряжения и деформации в элементах строительных конструкций, критическую силу.	Тесты по лабораторным работам ТЛ 1, 2, 3, 4, 5, 6. Итоговые семестровые тесты №1, 2. Вопросы к экзамену № 46 – 59 (модуль 1), № 61, 89 (модуль 2).

Таблица 2.2

Для заочной формы обучения

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования		
ОПК-1.2.1. **Умеет** решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук.	*Обучающийся умеет:* – определять внутренние силовые факторы при различных видах деформаций элементов строительных конструкций и строить их эпюры; – проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость простейших стержневых систем для проектирования строительных конструкций, при различных видах деформации при действии статических и динамических сил, подбирать оптимальные размеры и формы поперечных сечений стержней. – проводить анализ напряженно – деформированного состояния строительных конструкций в точке тела, применять критерии прочности и пластичности.	Вопросы к экзамену № 1 – 45, 86 – 131 (модуль 1), 1-51 (модуль 2). Итоговые семестровые тесты №1, 2. Контрольные работы №1, 2, 3, 4. Вопросы к экзамену № 22 – 45, 74, 86 – 131 (модуль 1), 1-107 (модуль 2) Итоговые семестровые тесты №1, 2. Контрольные работы №1, 2, 3, 4. РГР №1, 2. Вопросы к экзамену № 60 – 85 (модуль 1); 1 – 4, 9 – 14, 18 – 22, 27,28 (модуль 2)

Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции
ОПК-1.3.1. **Владеет** навыками решения инженерных задач в профессиональной деятельности.	*Обучающийся владеет навыками:* – экспериментально определять, упругие постоянные материала, механические характеристики прочности и пластичности, твердость материала, напряжения и деформации в элементах строительных конструкций, критическую силу.	Вопросы к экзамену № 46 – 59 (модуль 1), № 61, 89 (модуль 2). Итоговый семестровый тест №1.

Материалы для текущего контроля

Для проведения текущего контроля по дисциплине обучающийся должен выполнить следующие задания

Перечень и содержание расчетно-графических работ

Очная форма обучения, модуль 1

1. **РГР №1** «Расчет на прочность стержней и стержневых систем, работающих в условиях осевой деформации» (РГР 1 содержит задачи 1.1 и 1.2 или 1.3 и 1.2.)

1.1. Расчет статически определимого стержня со ступенчатым изменением площади по участкам.

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

Требуется:

1. Сделать схематический чертеж стержня по заданным размерам, соблюдая масштаб.
2. Построить эпюры продольной силы и нормального напряжения.
3. Найти перемещение заданного сечения и определить полное изменение длины стержня.

1.2. Расчет статически определимой шарнирно-стержневой системы.

Статически определимая шарнирно-стержневая система нагружена силой $\boldsymbol{F}$ и равномерно распределенной нагрузкой $\boldsymbol{q}$.

Требуется:

1. Выполнить чертеж конструкции по заданным размерам.
2. Определить величину продольной силы в каждом стержне.
3. Определить размеры поперечных сечений заданной формы.
4. Вычислить удлинение каждого стержня и перемещение заданной точки.

1.3. Расчет статически определимого ступенчатого стержня

Бетонный стержень (стойка, колонна), выполненный в виде ступенчатого стержня, находится под действием собственного веса и сосредоточенных сил, заданных параметром **F**.

1. Направить вдоль стержня ось **z**. Изобразить схему стержня, соблюдая масштаб по длине.
2. Вычислить интенсивность осевой распределенной нагрузки $\mathbf{q_z}$ для каждого участка стержня и принять значение параметра **F** равным весу стержня.
3. Определить реакцию опоры. Указать на схеме стержня положение и величину нагрузок.

4. Получить выражения нормальной силы **N** на участках стержня и вычислить значения **N** на границах участков. Построить эпюру **N.** Проверить правильность построения эпюры **N.**

5. Построить график изменения нормальных напряжений σ_z по длине стержня. Выполнить **проверку прочности**.

6. Определить **грузоподъемность** стержня **[F]** (допустимое значение параметра **F**). Построить эпюру нормальной силы при **F= [F].**

7. Определить изменения длин участков стержня и построить график (эпюру) перемещений при **F= [F]**. Вычислить наибольшее по модулю относительное удлинение ε_z.

2. РГР №2 «Геометрические характеристики плоских фигур. Плоский поперечный изгиб»

2.1. Определение геометрических характеристик плоской фигуры.

Для плоской фигуры заданной формы и размеров требуется:

1. Вычертить в масштабе фигуру и показать все размеры.
2. Определить положение центра тяжести.
3. Определить положение главных центральных осей инерции, вычислить главные моменты инерции, радиусы инерции и моменты сопротивления.

2.2. Подбор поперечного сечения балки при плоском изгибе.

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

Требуется:

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

2.3. Определение несущей способности и проверка прочности балок.

Для статически определимой балки с заданным типом поперечного сечения требуется:

1. Вычертить схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюры поперечной силы и изгибающего момента.
3. Определить величину допускаемой нагрузки.
4. Построить эпюры распределения нормальных и касательных напряжений по высоте опасного сечения балки.
5. Проверить прочность по балки по классическим теориям прочности.

3. РГР №3 «Определение перемещений при изгибе. Кручение»

(РГР 3 содержит задачи 3.1 и 3.2 или 3.3 и 3.2.)

3.1. Определение прогибов и углов поворотов в балках с использованием приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки.

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

Требуется:

1. Вычертить схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюры поперечной силы и изгибающего момента.
3. Составить уравнения изогнутой оси и углов поворота и определить величину прогиба и угла поворота заданного сечения.

3.2. Кручение валов кругового сечения.

Для загруженного крутящими моментами вала требуется:

1. Вычертить 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.

3.3. Составная балка закреплена от смещения в плоскости минимально необходимым количеством связей. Поперечное сечение имеет заданную форму.

1. Подобрать сечение балки на основании условия прочности и проверить выполнение условия жесткости.
2. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы. Построить график функции прогибов.

Очная форма обучения, модуль 2.

4. РГР №4 «Сложное сопротивление»

(РГР 4 содержит задачи 4.1, 4.2, 4.3 или задачи 4.4, 4.5, или задачи 4.4, 4.6.)

4.1. Подбор поперечного сечения балки при косом изгибе.

Для статически определимой балки заданного типа поперечного сечения от нагрузки, действующей в плоскости, отклоненной от вертикали на угол α, требуется:

1. Вычертить схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюру изгибающих моментов в плоскости действия сил.
3. Определить размеры поперечного сечения и вычертить сечение в масштабе.
4. Определить положение нейтральной оси.
5. В опасном сечении построить эпюру нормальных напряжений.

4.2. Определение грузоподъемности внецентренно сжатых или растянутых стержней большой изгибной жесткости.

На стержень заданного поперечного сечения действует внецентренно приложенная сила.

Требуется:

1. Вычертить 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.

4.3. Совместное действие изгиба и осевого растяжения-сжатия.

Требуется:

1. Вычертить схему стержня и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюры продольной и поперечной сил, изгибающего момента.
3. Вычислить в опасном сечении наибольшие растягивающие и наибольшие сжимающие нормальные напряжения и построить эпюру нормальных напряжений.
4. Проверить прочность по допускаемым нормальным напряжениям.

4.4. Для балки заданного сечения определить величину допускаемой нагрузки (параметр $\boldsymbol{q}$), действующей в вертикальной плоскости:

1. Определить положение главных центральных осей инерции сечения и связать с ними систему координат. Вычислить геометрические характеристики сечения.
2. Разложить нагрузки на составляющие в полученной системе координат и сделать заключение о названии соответствующего типа загружения стержня.
3. Построить эпюры усилий, выразив ординаты через параметр $\boldsymbol{q}$, и определить опасное сечение балки.
4. Получить выражение наибольшего по абсолютной величине напряжения и из условия прочности определить допустимое значение параметра $\boldsymbol{q}$.

5. Определить положение нейтральной оси и построить эпюру напряжений для опасного сечения.
6. Вычислить полное перемещение центра тяжести опасного сечения. Вычертить в масштабе схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.

4.5. Для стержня заданного сечения определить величину допускаемой растягивающей (или сжимающей) силы ***F***, приложенной в точке **A:**

1. Указать положение главных центральных осей инерции сечения и связать с ними систему координат. Вычислить геометрические характеристики сечения.
2. Получить выражение наибольшего по абсолютной величине напряжения через параметр ***F*** и из условия прочности определить грузоподъемность.
3. Определить положение нейтральной оси и построить эпюру напряжений в сечении стержня.

4.6. Совместное действие изгиба и осевого растяжения-сжатия.

Колонна несет нагрузку от веса крыши здания и внецентренную нагрузку от мостового крана. Считая, что швеллеры, составляющие колонну, жестко соединены между собой, определить допускаемую нагрузку от мостового крана и построить эпюру нормальных напряжений в поперечном сечении колонны при найденном значении силы.

или

Из условия прочности алюминиевой рамы определить допустимую силу обжатия, создаваемого бытовой струбциной. Определить положение нейтральной оси и построить эпюру напряжений

или

При сверлении детали на шпиндель А передается осевое давление 60 кН.

Подобрать сечение стальной стойки из расчета, что нормальные напряжения, вызванные указанной нагрузкой, не должны превышать 120 МПа. Определить положение нейтральной оси и построить эпюру напряжений**.**

5. **РГР №5.** «Метод Мора. Расчет один раз статически неопределимой балки методом сил» (РГР 5 содержит задачи 5.1, 5.2, 5.3 или две задачи 5.4.)

5.1. Определение перемещений при плоском поперечном изгибе балки методом Мора.

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

Требуется:

1. Вычертить схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы от заданной нагрузки.
3. Определить прогиб и угол поворота заданного сечения, используя графоаналитические приемы вычисления интеграла Мора (прием Верещагина, формулы трапеций и Симпсона).

5.2. Определение перемещений точек статически определимой рамы методом Мора.

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

Требуется:

1. Вычертить схему рамы и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюры изгибающего момента, нормальной и поперечной силы от заданной нагрузки.
3. Определить прогиб и угол поворота заданного сечения, используя графоаналитические приемы вычисления интеграла Мора (прием Верещагина, формулы трапеций и Симпсона).

5.3. Метод сил. Расчет один раз статически неопределимой балки на прочность по допускаемым напряжениям.

Для заданной схемы балки требуется:

1. Вычертить схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Раскрыть статическую неопределимость задачи с помощью метода сил.
3. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
4. Определить опорные реакции.
5. Сделать деформационную и статическую проверки.
6. Подобрать поперечное сечение балки в виде двутавра.

5.4. Метод сил. Расчет один раз статически неопределимой балки

Для заданных статически неопределимых балок (схемы 1 и 2) построить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил, определить усилия в опорных связях и подобрать двутавровое сечения.

Для раскрытия статической неопределимости использовать метод сил:

– определить степень статической неопределимости;
– выбрать основную систему (ОСМС), приняв в качестве лишней неизвестной для одной из схем - момент в опорном сечении балки, а для другой - опорную реакцию;
– записать каноническое уравнение метода сил;
– коэффициенты и свободные члены уравнений (перемещения по направлению отброшенных связей в ОСМС) определять по способу Мора с использованием формул численного интегрирования;
– после определения величины лишней неизвестной построить эпюру моментов в заданной системе, суммируя эпюры M_P и M_1*X_1, и осуществить деформационную проверку;
– построить эпюру поперечной силы, рассматривая равновесие участков балки под действием приложенной в пределах участка нагрузки и изгибающих моментов в сечениях на границе участков;
– усилия во внешних связях вычислить как скачки в эпюрах моментов и поперечных сил.

6. РГР №6. «Устойчивость центрально сжатых стержней. Расчет стержня на ударное воздействие при изгибе» (РГР 6 содержит задачи 6.1, 6.2 или задачи 6.3, 6.4.)

6.1. Определение несущей способности центрально-сжатого стержня.

Для заданной схемы сжатого стержня и поперечного сечения требуется:

1. Определить величину критической силы
2. Определить величину допускаемой нагрузки.
3. Найти коэффициент запаса устойчивости.

6.2. Подбор поперечного сечения центрально-сжатого стержня.

Для заданной схемы сжатого стержня и типа поперечного сечения требуется:

1. Подобрать поперечное сечение сжатого стержня методом последовательных приближений.
2. Найти критическую силу.
3. Определить коэффициент запаса устойчивости.

6.3. Определение несущей способности центрально-сжатого стержня. Подбор сечения.

I. Для стержня заданного сечения требуется:

1. Вычислить величины главных центральных моментов инерции сечения.
2. Определить наибольшую гибкость стержня λ и найти величину коэффициента уменьшения основного допускаемого напряжения φ.
3. Вычислить величины критической силы и допускаемой нагрузки для стержня из условия устойчивости его прямолинейной формы равновесия. Определить коэффициент запаса.

II. Подобрать рациональное сечение из заданных элементов, для чего:

1. Исследовать, какое расположение заданных элементов сечения с точки зрения устойчивости стержня было бы рациональным, рассмотрев несколько вариантов компоновки элементов.

2. Подобрать сечение запроектированной формы той же грузоподъемности методом последовательных приближений на основании условия устойчивости.

III. Определить экономию материала (в процентах) от изменения формы сечения.

6.4. Расчет стержня на ударное воздействие при изгибе

Груз массой m падает с высоты h на балку заданного сечения.

1. Определить максимальные динамические напряжения, возникающие в балке.
2. Вычислить динамический прогиб сечения В и угол поворота сечения С .

Заочная форма обучения, модуль 1 (кроме специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»)**.**

РГР №1 «Простые виды деформации» (РГР №1 содержит задачу 1.1 или задачу 1.2)

Задача 1.1 - Подбор сечения статически определимой балки при плоском изгибе и проверка прочности по касательным напряжениям.

Статически определимая балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой q и/или сосредоточенными силами F_i и/или моментами M_j.

Требуется:

1. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
2. Подобрать поперечное сечение балки в виде двутавра.
3. Проверить прочность балки по касательным напряжениям.

Задача 1.2 - Подбор сечения прямоосного ступенчатого стержня при осевой деформации.

Прямоосный ступенчатый стержень нагружен осевыми силами F_i и/или 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.

Заочная форма обучения, модуль 2 (кроме специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»)**.**

РГР №2. Расчет один раз статически неопределимой балки на прочность по допускаемым напряжениям.

Для заданной схемы балки требуется:

1. Раскрыть статическую неопределимость задачи с помощью метода сил.
2. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
3. Сделать деформационную и статическую проверки.
4. Подобрать поперечное сечение балки в виде двутавра.

Задания для расчетно-графических работ представлены в электронной информационно-образовательной среде ПГУПС (sdo.pgups.ru) в разделе «Текущий контроль».

Перечень и содержание контрольных работ

(**для заочной формы обучения**, кроме специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»)

1. **Контрольная работа № 1**.

1.1. Расчет статически определимого стержня со ступенчатым изменением площади по участкам.

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

Требуется:

1. Сделать схематический чертеж стержня по заданным размерам, соблюдая масштаб.
2. Найти функцию, определяющую изменение величины продольной силы $\boldsymbol{N}$ 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.

1.2. Подбор перечного сечения стержней статически определимой шарнирно-стержневой системы.

Статически определимая шарнирно-стержневая система нагружена силой $\boldsymbol{F}$ и равномерно распределенной нагрузкой $\boldsymbol{q}$.

Требуется:

1. Выполнить чертеж конструкции по заданным размерам.
2. Определить величину продольной силы в каждом стержне.
3. Определить размеры поперечных сечений заданной формы.
4. Вычислить удлинение каждого стержня.

2. **Контрольная работа № 2**.

2.1. Подбор поперечного сечения балки при плоском изгибе.

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

Требуется:

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

2.2. Кручение валов кругового сечения.

Для загруженного крутящими моментами вала требуется:

1. Вычертить 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.

   Построить эпюру углов закручивания, приняв в качестве неподвижного левое крайнее сечение.

3. **Контрольная работа № 3**.

3.1. Подбор поперечного сечения балки при косом изгибе.

Для статически определимой балки заданного типа поперечного сечения от нагрузки, действующей в плоскости, отклоненной от вертикали на угол α, требуется:

1. Вычертить схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюру изгибающих моментов в плоскости действия сил.
3. Определить размеры поперечного сечения и вычертить сечение в масштабе.
4. Определить положение нейтральной оси.
5. В опасном сечении построить эпюру нормальных напряжений.

3.2. Определение грузоподъемности внецентренно сжатых или растянутых стержней большой изгибной жесткости.

На стержень заданного поперечного сечения действует внецентренно приложенная сила.

Требуется:

1. Вычертить 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

3.3. Определение несущей способности центрально-сжатого стержня.

Для заданной схемы сжатого стержня и поперечного сечения требуется:

1. Определить величину критической силы
2. Определить величину допускаемой нагрузки.
3. Найти коэффициент запаса устойчивости.

4. **Контрольная работа № 4**.

4.1. Определение перемещений при плоском поперечном изгибе балки методом Мора.

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

Требуется:

1. Вычертить схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы от заданной нагрузки. Определить прогиб и угол поворота заданного сечения, используя графоаналитические приемы вычисления интеграла Мора (прием Верещагина, формулы трапеций и Симпсона).

4.2. Метод сил. Расчет один раз статически неопределимой балки на прочность по допускаемым напряжениям.

Для заданной схемы балки требуется:

1. Вычертить схему балки и указать числовые значения размеров и нагрузок.
2. Раскрыть статическую неопределимость задачи с помощью метода сил.
3. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
4. Определить опорные реакции.
5. Сделать деформационную и статическую проверки.
6. Подобрать поперечное сечение балки в виде двутавра.

Задания для контрольных работ представлены в электронной информационно-образовательной среде ПГУПС (sdo.pgups.ru) в разделе «Текущий контроль».

Перечень тестовых заданий

Очная форма обучения, модуль 1.

Тесты по лабораторным работам: ТЛ 1. «Осевая деформация»; ТЛ 2. «Кручение и сдвиг»; ТЛ 3. «Плоский изгиб».

Итоговый семестровый тест № 1.

Очная форма обучения, модуль 2.

Тесты по лабораторным работам: ТЛ 4. «Сложное сопротивление»; ТЛ 5. «Статически неопределимые системы»; ТЛ 6. «Устойчивость центрально сжатых стержней».

Итоговый семестровый тест № 2.

Заочная форма обучения

Модуль 1: Итоговый семестровый тест № 1.

Модуль 2: Итоговый семестровый тест № 2.

В электронной информационно-образовательной среде ПГУПС (sdo.pgups.ru) в курсах для очной и заочной форм обучения в разделах «Самостоятельная работа» размещены обучающие тесты. Количество попыток ответов на вопросы тестов не ограничено.

Материалы для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к экзамену

Для очной и заочной форм обучения, Модуль 1

1. В чем заключается расчет на прочность / расчет на жёсткость?	ОПК-1.2.1.
2. Что такое расчетная схема?	ОПК-1.2.1.
3. Какое свойство тел называется упругостью? Какой частный случай свойства упругости рассматривают в сопротивлении материалов?	ОПК-1.2.1.
4. Какие объекты называются стержнями? Что такое стержневая система?	ОПК-1.2.1.
5. Какие объекты называются пластинами и оболочками? В чем состоит разница между пластинами и оболочками?	ОПК-1.2.1.
6. Какие тела называются объемными (массивами)?	ОПК-1.2.1.
7. Какие материалы называют однородными / сплошными / изотропными / анизотропными?	ОПК-1.2.1.
8. Сформулируйте принцип независимости действия сил. Какие положения сопротивления материалов обосновывают возможность применения принципа независимости действия сил (принципа суперпозиции)?	ОПК-1.2.1.
9. Сформулируйте принцип Сен-Венана.	ОПК-1.2.1.
10. Какие силы называются статическими, какие динамическими?	ОПК-1.2.1.
11. Что такое объемная сила, ее размерность? Приведите примеры объемных сил.	ОПК-1.2.1.
12. При выполнении каких требований внешнюю нагрузку можно считать сосредоточенной силой?	ОПК-1.2.1.
13. Как понимать термин "число степеней свободы объекта"?	ОПК-1.2.1.
14. Какие опорные закрепления Вы знаете, и какие реакции в них возникают?	ОПК-1.2.1.
15. Какие системы называются статически определимыми / неопределимыми?	ОПК-1.2.1.
16. Почему для определения опорных реакций в сопротивлении материалов можно использовать уравнения статики абсолютно твердого тела?	ОПК-1.2.1.
17. Какие силы называются внешними?	ОПК-1.2.1.
18. Перечислите внутренние усилия в поперечных сечениях стержня для общего случая нагружения. Что такое "эпюра внутреннего усилия"?	ОПК-1.2.1.
19. Какие виды простой деформации прямолинейного стержня Вам известны (указать действующие внутренние усилия)?	ОПК-1.2.1.
20. Какое напряжение является опасным для хрупких / пластичных материалов? Почему?	ОПК-1.2.1.
21. Как вводят понятие "допускаемое напряжение", "коэффициент запаса прочности"?	ОПК-1.2.1.
22. Какой вид деформации стержня называют "осевая деформация"? При каких условиях нагружения стержня реализуется осевая деформация?	ОПК-1.2.1.
23. Какая гипотеза положена в основу теории растяжения (сжатия) прямолинейных стержней и какой закон распределения напряжений из нее вытекает?	ОПК-1.2.1.
24. Сформулируйте гипотезу плоских сечений.	ОПК-1.2.1.
25. Запишите условие статической эквивалентности для продольной (нормальной) силы.	ОПК-1.2.1.
26. Сформулируйте правило знаков для продольной (нормальной) силы.	ОПК-1.2.1.
27. Сформулируйте признаки, по которым можно проверить правильность построения эпюры продольной (нормальной) силы (указать все известные признаки).	ОПК-1.2.1.

28. Запишите дифференциальную зависимость между продольной (нормальной) силой и продольной распределенной нагрузкой.	ОПК-1.2.1.
41 Запишите формулу, по которой вычисляют напряжения в поперечном сечении стержня при осевой деформации.	ОПК-1.2.1.
42 Что такое концентрация напряжений и как она оценивается в упругой стадии работы материала?	ОПК-1.2.1.
43 Запишите условие прочности при осевой деформации. Какие задачи можно решать с помощью этого условия?	ОПК-1.2.1.
44 Что такое жесткость поперечного сечения стержня при осевой деформации? Приведите выражение и поясните смысл входящих в него величин.	ОПК-1.2.1.
45 Как вычисляют удлинение стержня, если продольная (нормальная) сила и жесткость постоянны по длине стержня / меняются по длине стержня?	ОПК-1.2.1.
46 Как связаны продольная и поперечная относительные деформации при осевом растяжении (сжатии)? Что такое коэффициент Пуассона? В каких пределах находится его величина для изотропных материалов?	ОПК-1.3.1.
47 Что называют диаграммой растяжения образца?	ОПК-1.3.1.
48 Какие материалы называют пластичными, какие хрупкими?	ОПК-1.3.1.
49 Изобразите характерную диаграмму растяжения образца из пластичного материала / из хрупкого материала.	ОПК-1.3.1.
50 Как по диаграмме растяжения образца определить остаточное удлинение / упругое удлинение (показать на диаграмме)?	ОПК-1.3.1.
51 Что такое площадка текучести?	ОПК-1.3.1.
52 Когда появляется шейка в образце при растяжении? Как распределяются деформации по длине образца до и после появления шейки?	ОПК-1.3.1.
53 Какое отличие имеет условная диаграмма напряжений от диаграммы растяжения образца? Почему она называется условной?	ОПК-1.3.1.
54 Какая величина называется пределом пропорциональности / пределом текучести / пределом прочности (временным сопротивлением) / истинным сопротивлением разрыву?	ОПК-1.3.1.
55 Что понимают под наклепом материала? Как наклеп влияет на прочностные и пластические свойства материала?	ОПК-1.3.1.
56 Какие величины характеризуют пластические свойства материала и как они определяются?	ОПК-1.3.1.
57 Почему при испытаниях на сжатие применяют короткие образцы?	ОПК-1.3.1.
58 Чем объясняют образование бочкообразной формы при сжатии образцов из малоуглеродистой стали?	ОПК-1.3.1.
59 Перечислите упругие постоянные изотропного материала, укажите их размерности. Приведите формулу, связывающую упругие постоянные.	ОПК-1.3.1.
60 Напишите формулу, поясняющую понятие "полное напряжение". Поясните смысл входящих в нее величин. Поясните смысл индекса полного напряжения. Почему указание индекса является обязательным?	ОПК-1.2.1.
61 Какие напряжения называют нормальными, какие касательными? Как связаны между собой полное, нормальное и касательное напряжения?	ОПК-1.2.1.
62 Что означает понятие "напряженное состояние в точке тела" и как оно количественно оценивается?	ОПК-1.2.1.
63 Запишите тензор напряжений и дайте полное название одной из его компонент, расположенной на главной диагонали / вне главной диагонали. Сформулируйте правило знаков для компонент тензора напряжений.	ОПК-1.2.1.
64 Сколько существенно различных компонент у тензора напряжений и почему? Сформулируйте свойство парности касательных напряжений и	ОПК-1.2.1.

запишите соответствующую формулу.	
65 На гранях элементарного параллелепипеда, параллельных плоскости xOz (xOy, yOz) покажите положительные направления действующих на них напряжений.	ОПК-1.2.1.
66 Какие площадки называются главными? Как записывается условие существования главных площадок в случае объемного напряженного состояния? К какому уравнению оно приводит?	ОПК-1.2.1.
67 Какие величины называются инвариантными? Чему равен первый инвариант тензора напряжений?	ОПК-1.2.1.
68 Какие напряжения называются главными? Сколько главных площадок можно провести через точку деформируемого тела, как они ориентированы по отношению между собой?	ОПК-1.2.1.
69 Запишите формулы для вычисления главных напряжений при плоском напряженном состоянии.	ОПК-1.2.1.
70 На каких площадках нормальные напряжения достигают экстремальных значений? В чем состоит свойство экстремальности главных напряжений?	ОПК-1.2.1.
71 Запишите тензор напряжений для случая, когда оси координат совпадают по направлению с главными напряжениями?	ОПК-1.2.1.
72 Чему равно наибольшее касательное напряжение в точке тела и на какой площадке оно действует?	ОПК-1.2.1.
73 Какие типы напряженных состояний в точке тела Вы знаете? По какому признаку они различаются?	ОПК-1.2.1.
74 На каких площадках при осевой деформации стержня возникают наибольшие нормальные и на каких - наибольшие касательные напряжения?	ОПК-1.2.1.
75 Дайте определение понятиям "относительное удлинение", "относительный сдвиг".	ОПК-1.2.1.
76 Что означает понятие "деформированное состояние в точке тела" и как количественно оно оценивается?	ОПК-1.2.1.
77 Запишите выражение тензора деформаций и дайте полное название одной из его компонент, расположенной на главной диагонали / вне главной диагонали.	ОПК-1.2.1.
78 Какие оси называются главными осями деформаций?	ОПК-1.2.1.
79 Запишите тензор деформаций для случая, когда оси координат совпадают по направлению с главными осями деформаций.	ОПК-1.2.1.
80 Запишите закон Гука для случая линейного напряженного состояния / при чистом сдвиге / обобщенный закон Гука.	ОПК-1.2.1.
81 Зачем нужны гипотезы (теории) прочности? Что такое эквивалентное (расчетное) напряжение?	ОПК-1.2.1.
82 Какое состояние считается опасным в соответствие I гипотезы прочности? Как определяется эквивалентное (расчетное) напряжение по I гипотезе прочности?	ОПК-1.2.1.
83 Какое состояние считается опасным в соответствие II гипотезы прочности? Как определяется эквивалентное (расчетное) напряжение по II гипотезе прочности?	ОПК-1.2.1.
84 Какое состояние считается опасным в соответствие III гипотезы прочности? Как определяется эквивалентное (расчетное) напряжение по III гипотезе прочности?	ОПК-1.2.1.
85 Какое состояние считается опасным в соответствие IV гипотезы прочности? Как определяется эквивалентное (расчетное) напряжение по IV гипотезе прочности?	ОПК-1.2.1.

86 Какой вид деформации стержня называется "кручение"? Сформулируйте правило знаков для крутящего момента.	ОПК-1.2.1.
87 По каким признакам проверяется правильность построения эпюры крутящего момента (указать все известные)?	ОПК-1.2.1.
88 Какие предположения лежат в основе теории кручения круглых валов?	ОПК-1.2.1.
89 Какие напряжения возникают в поперечном сечении вала при кручении?	ОПК-1.2.1.
90 Как направлено полное касательное напряжение при кручении круглых валов и откуда это следует?	ОПК-1.2.1.
91 Запишите условие статической эквивалентности для крутящего момента.	ОПК-1.2.1.
92 Запишите формулу для касательных напряжений при кручении круглых валов.	ОПК-1.2.1.
93 В каких точках поперечного сечения круглого вала возникают наибольшие касательные напряжения и как их вычисляют?	ОПК-1.2.1.
94 Как вводят понятие момент сопротивления при кручении (полярный момент сопротивления)?	ОПК-1.2.1.
95 Как записывают условие прочности при кручении для круглого вала и какие задачи оно позволяет решать?	ОПК-1.2.1.
96 По какой формуле вычисляют угол закручивания круглого вала при постоянном по длине крутящем моменте?	ОПК-1.2.1.
97 Что называют жесткостью поперечного сечения при кручении и какова ее размерность?	ОПК-1.2.1.
98 Запишите условие жесткости при кручении вала круглого поперечного сечения.	ОПК-1.2.1.
99 Что такое статический момент площади относительно некоторой оси и в каких единицах он измеряется?	ОПК-1.2.1.
100 Какие оси координат называют центральными; что такое центр тяжести плоской фигуры? Как связаны между собой статический момент и площадь фигуры?	ОПК-1.2.1.
101 Как определяют положение центра тяжести составной фигуры? Указать последовательность действий и формулы.	ОПК-1.2.1.
102 Как вводятся понятия осевых и центробежного момента инерции для плоской фигуры, их размерность?	ОПК-1.2.1.
103 Как вводится понятие "полярный момент инерции", как связаны между собой полярный и осевые моменты инерции?	ОПК-1.2.1.
104 Пусть известен момент инерции J фигуры площадью A относительно центральной оси. Как определить момент инерции относительно оси, параллельной заданной?	ОПК-1.2.1.
105 Пусть известен момент инерции J фигуры площадью A относительно произвольной оси. Как определить момент инерции относительно оси, параллельной заданной?	ОПК-1.2.1.
106 Какие оси называют главными осями инерции?	ОПК-1.2.1.
107 В каком случае можно без вычислений определить положение главных осей инерции сечения?	ОПК-1.2.1.
108 Как выбирают оси координат в сопротивлении материалов?	ОПК-1.2.1.
109 Какой вид деформации стержня называют "плоский изгиб"? В каком случае изгиб называется чистым, в каком - поперечным?	ОПК-1.2.1.
110 Как приложена нагрузка, под действием которой стержень находится в условиях плоского изгиба?	ОПК-1.2.1.
111 Сформулируйте правило знаков для внутренних усилий при плоском	ОПК-1.2.1.

изгибе, поясните рисунком.	
112 Запишите дифференциальные зависимости между распределенной нагрузкой, поперечной силой и изгибающим моментом при плоском изгибе.	ОПК-1.2.1.
113 По каким признакам можно проверить правильность эпюры поперечной силы / изгибающего момента (указать все известные признаки)?	ОПК-1.2.1.
114 В каких сечениях изгибающий момент достигает экстремального значения?	ОПК-1.2.1.
115 Запишите условия статической эквивалентности для изгибающего момента / поперечной силы.	ОПК-1.2.1.
116 На каких допущениях построена теория нормальных напряжений при чистом изгибе (перечислить)?	ОПК-1.2.1.
117 В чем суть гипотезы не надавливания слоев (не взаимодействия волокон)?	ОПК-1.2.1.
118 Запишите формулу для нормального напряжения при чистом изгибе.	ОПК-1.2.1.
119 Что такое нейтральная (нулевая) линия?	ОПК-1.2.1.
120 Как изменяются по высоте поперечного сечения балки нормальные напряжения при плоском изгибе (показать на рисунке)?	ОПК-1.2.1.
121 Какая величина называется осевым моментом сопротивления сечения и какова ее размерность?	ОПК-1.2.1.
122 Запишите условие прочности по нормальным напряжениям для балок из пластичных материалов / для материалов, по-разному работающих при напряжении и сжатии. Какие задачи можно решать с помощью этого условия?	ОПК-1.2.1.
123 На каких допущениях базируется элементарная теория касательных напряжений при изгибе?	ОПК-1.2.1.
124 Запишите формулу для вычисления касательных напряжений при поперечном изгибе балки (формулу Журавского), поясните смысл и размерность используемых величин.	ОПК-1.2.1.
125 Как распределяются касательные напряжения по высоте балки прямоугольного поперечного сечения (показать на рисунке), чему равны максимальные касательные напряжения?	ОПК-1.2.1.
126 В каких точках двутаврового сечения проверяется прочность по (с учетом) касательных напряжений?	ОПК-1.2.1.
127 Что такое прогиб, угол поворота сечения (пояснить рисунком)? Как связаны между собой прогиб и угол поворота сечения балки (обязательно указать выбор системы координат)?	ОПК-1.2.1.
128 Какая величина называется жесткостью поперечного сечения балки при изгибе?	ОПК-1.2.1.
129 Запишите приближенное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки (обязательно указать выбор системы координат), назовите используемые величины и их размерность.	ОПК-1.2.1.
130 Какие гипотезы сопротивления материалов использованы при выводе приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки?	ОПК-1.2.1.
131 Что такое граничные условия при интегрировании приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки?	ОПК-1.2.1.

Для очной и заочной форм обучения, Модуль 2.

1. Что называется сложным сопротивлением (сложной деформацией)?	ОПК-1.2.1.
2. Какой изгиб называется пространственным (сложным)? При каком способе нагружения реализуется пространственный (сложный) изгиб?	ОПК-1.2.1.
3. Запишите формулу, по которой вычисляются нормальные напряжения	ОПК-1.2.1.

при пространственном изгибе стержня.	
4. Запишите условие прочности при пространственном изгибе стержня для сечения произвольной формы.	ОПК-1.2.1.
5. Как можно записать условие прочности при пространственном изгибе стержня прямоугольного поперечного сечения (частный случай)?	ОПК-1.2.1.
6. Как приложена нагрузка, под действием которой стержень находится в условиях косого изгиба?	ОПК-1.2.1.
7. Как связаны между собой изгибающие моменты при косом изгибе?	ОПК-1.2.1.
8. Запишите формулу для вычисления нормальных напряжений при косом изгибе.	ОПК-1.2.1.
9. Запишите уравнение нейтральной оси при косом изгибе.	ОПК-1.2.1.
10. Как проходит нейтральная линия при косом изгибе? Каково взаимное расположение силовой (линии нагружения) и нейтральной оси при косом изгибе?	ОПК-1.2.1.
11. Чему равно нормальное напряжение в центре тяжести поперечного сечения при косом изгибе? (ответ пояснить)	ОПК-1.2.1.
12. Запишите условия прочности при косом изгибе балок из материала одинаково работающего при растяжении и сжатии / балок из материала по-разному работающего при растяжении и сжатии для сечения произвольной формы.	ОПК-1.2.1.
13. Как можно записать условия прочности при косом изгибе для балок прямоугольного сечения (частный случай)?	ОПК-1.2.1.
14. В каких точках поперечного сечения нормальные напряжения при косом изгибе достигают максимальных значений?	ОПК-1.2.1.
15. Как вычисляются перемещения при косом изгибе? Как направлен вектор перемещения при косом изгибе?	ОПК-1.2.1.
16. Может ли балка круглого поперечного сечения находиться в состоянии косого изгиба? (ответ пояснить)	ОПК-1.2.1.
17. При каком способе нагружения реализуется внецентренное растяжение (сжатие)?	ОПК-1.2.1.
18. Запишите формулу для вычисления напряжения при внецентренном действии нагрузок	ОПК-1.2.1.
19. Запишите уравнение нейтральной линии при внецентренном растяжении (сжатии)	ОПК-1.2.1.
20. Запишите условие прочности при внецентренном действии нагрузок для материалов, одинаково работающих при растяжении и сжатии / по-разному работающих при растяжении и сжатии.	ОПК-1.2.1.
21. Какие точки стержня являются опасными при внецентренном растяжении (сжатии)?	ОПК-1.2.1.
22. Чему равно нормальное напряжение в центре тяжести поперечного сечения при внецентренном растяжении (сжатии)?	ОПК-1.2.1.
23. Что такое «ядро сечения»?	ОПК-1.2.1.
24. Покажите на рисунке ядро сечения для прямоугольника со сторонами b, h / для круга радиусом r..	ОПК-1.2.1.
25. Как проходит нейтральная линия, если сила приложена в ядре сечения / за пределами ядра сечения / на границе ядра сечения? Ответ проиллюстрировать рисунком.	ОПК-1.2.1.
26. При каком способе нагружения реализуется изгиб с растяжением - сжатием?	ОПК-1.2.1.
27. Как записывается условие прочности при изгибе с кручением круглого стержня по I / II / III / IV гипотезе прочности?	ОПК-1.2.1.

28. Какие точки являются опасными при изгибе с кручением стержня круглого сечения (пояснить рисунком)?	ОПК-1.2.1.
29. Дайте определение понятиям обобщенная сила, обобщенное перемещение. Как связаны между собой обобщенная сила и обобщенное перемещение?	ОПК-1.2.1.
30. Приведите примеры (3-4 примера) обобщенных сил и соответствующих им обобщенных перемещений.	ОПК-1.2.1.
31. Сформулируйте теорему Кастильяно (формула и словесно).	ОПК-1.2.1.
32. Сформулируйте теорему Клапейрона. Почему в теореме Клапейрона появляется множитель 0,5?	ОПК-1.2.1.
33. Запишите выражение для потенциальной энергии упругой деформации произвольно нагруженного пространственного стержня?	ОПК-1.2.1.
34. При каком выборе системы координат справедлива формула для потенциальной энергии упругой деформации стержня?	ОПК-1.2.1.
35. Запишите интеграл Мора в общем виде. Поясните смысл входящих в него величин.	ОПК-1.2.1.
36. Запишите формулу для определения потенциальной энергии упругой деформации стержня при плоском изгибе / кручении / осевой деформации?	ОПК-1.2.1.
37. Как определить величину перемещения центра тяжести сечения (прогиба) балки / поворот заданного сечения балки при плоском поперечном изгибе методом Мора? Указать последовательность действий. Какое правило знаков для перемещений принято в методе Мора?	ОПК-1.2.1.
38. Почему при определении перемещений при плоском изгибе по методу Мора слагаемым, содержащим поперечную силу, обычно пренебрегают?	ОПК-1.2.1.
39. Запишите формулу Симпсона / формулу трапеции / правило Верещагина для вычисления интеграла Мора.	ОПК-1.2.1.
40. В каком случае стержневые системы называются статически определимыми, статически неопределимыми? Что такое степень статической неопределимости?	ОПК-1.2.1.
41. В каком случае стержневые системы называются геометрически неизменяемыми, геометрически изменяемыми?	ОПК-1.2.1.
42. Что понимают под основной системой метода сил?	ОПК-1.2.1.
43. Что такое "лишние связи"? С какой точки зрения они лишние?	ОПК-1.2.1.
44. Запишите каноническое уравнение метода сил для один раз статически неопределимой балки. Что означает ноль в правой части канонического уравнения метода сил?	ОПК-1.2.1.
45. Поясните смысл величины δ_{11} / Δ_{1F} , входящей в каноническое уравнение метода сил. Как она вычисляется?	ОПК-1.2.1.
46. Каков физический смысл канонических уравнений метода сил?	ОПК-1.2.1.
47. Как проверить правильность расчета статически неопределимой системы?	ОПК-1.2.1.
48. В чем заключается кинематическая (деформационная) проверка эпюр внутренних усилий в статически неопределимых балках?	ОПК-1.2.1.
49. Может ли эпюра изгибающего момента в статически неопределимой балке быть однозначной? Ответ пояснить	ОПК-1.2.1.
50. Как определяются перемещения в статически неопределимых балках по методу Мора?	ОПК-1.2.1.
51. Когда конструкция считается устойчивой?	ОПК-1.2.1.
52. Что означает термин "потеря устойчивости"?	ОПК-1.2.1.
53. Какая форма равновесия называется устойчивой / неустойчивой / безразличной?	ОПК-1.2.1.

54. Что такое критическая сила?	ОПК-1.2.1.
55. Запишите формулу для гибкости стержня.	ОПК-1.2.1.
56. Как классифицируются стержни по их гибкости? Что такое λ_0 , $\lambda_{пр}$?	ОПК-1.2.1.
57. Как определяется предельная гибкость для материала?	ОПК-1.2.1.
58. Чему равны критические напряжения, если гибкость стержня равна предельной?	ОПК-1.2.1.
59. Что такое "приведенная длина стержня"?	ОПК-1.2.1.
60. От чего зависит величина коэффициента приведения длины?	ОПК-1.2.1.
61. Запишите формулу Эйлера / формулу Ясинского для критической силы.	ОПК-1.2.1. ОПК-1.3.1.
62. Запишите формулу для вычисления критической силы, если возникающие напряжения не превосходят предела пропорциональности	ОПК-1.2.1.
63. При каких напряжениях теряют устойчивость стержни большой гибкости? Запишите формулу, по которой определяется для них критическая сила.	ОПК-1.2.1.
64. При каких напряжениях теряют устойчивость стержни средней гибкости? Запишите формулу, по которой определяется для них критическая сила?	ОПК-1.2.1.
65. Можно ли пользоваться формулой Эйлера за пределом пропорциональности материала? Ответ пояснить.	ОПК-1.2.1.
66. Запишите условие устойчивости сжатого стержня. Какие задачи оно позволяет решать?	ОПК-1.2.1.
67. В каких пределах находится величина коэффициента понижения основного допускаемого напряжения (коэффициент продольного изгиба), от чего этот коэффициент зависит?	ОПК-1.2.1.
68. Как определяется допускаемое напряжение на устойчивость?	ОПК-1.2.1.
69. Какие поперечные сечения считаются наиболее рациональными для центрально сжатых стержней?	ОПК-1.2.1.
70. В каком случае нагрузки считаются динамическими / статическими?	ОПК-1.2.1.
71. Сформулируйте принцип Даламбера.	ОПК-1.2.1.
72. Что такое "динамический коэффициент"?	ОПК-1.2.1.
73. Как определяются динамические напряжения и перемещения при ударе?	ОПК-1.2.1.
74. Какие допущения принимаются при выводе формулы для динамического коэффициента при продольном ударе?	ОПК-1.2.1.
75. Запишите формулу для вычисления динамического коэффициента при подъеме груза с ускорением / при поперечном ударе / при продольном ударе.	ОПК-1.2.1.
76. Каково значение динамического коэффициента при внезапном приложении нагрузки? Ответ обосновать.	ОПК-1.2.1.
77. Как вычисляется динамический коэффициент при продольном ударе, если известна скорость груза в момент удара?	ОПК-1.2.1.
78. Как изменятся динамические напряжения в стержне при продольном ударе, если при прочих равных условиях использовать материал с большим модулем Юнга (ответ обосновать)?	ОПК-1.2.1.
79. Как изменятся динамические напряжения в стержне при продольном ударе, если при прочих равных условиях увеличить его длину (ответ обосновать)?	ОПК-1.2.1.
80. Дайте определение понятию «усталость материала».	ОПК-1.2.1.
81. Что такое цикл напряжений?	ОПК-1.2.1.
82. Могут ли при постоянной нагрузке возникать переменные напряжения? Если да, то приведите примеры.	ОПК-1.2.1.
83. Перечислите характеристики цикла.	ОПК-1.2.1.

84. Что такое коэффициент асимметрии цикла?	ОПК-1.2.1.
85. Изобразите временную диаграмму цикла с коэффициентом асимметрии равным -1.	ОПК-1.2.1.
86. Какой цикл называется симметричным / асимметричным / знакопеременным / знакопостоянным (проиллюстрируйте графиком)?	ОПК-1.2.1.
87. Какие циклы считаются подобными?	ОПК-1.2.1.
88. Что называется выносливостью материала? Что такое предел выносливости?	ОПК-1.2.1.
89. Что называют кривой Вёлера? Укажите её вид.	ОПК-1.2.1. ОПК-1.3.1.
90. Какие факторы влияют на величину предела выносливости?	ОПК-1.2.1.
91. Как влияет качество обработки поверхности на величину предела выносливости детали?	ОПК-1.2.1.
92. Как влияют абсолютные размеры поперечного сечения детали на величину предела выносливости?	ОПК-1.2.1.
93. Чем принципиально отличается расчет по предельным состояниям от расчета по допускаемым напряжениям?	ОПК-1.2.1.
94. Что понимают под предельным состоянием системы?	ОПК-1.2.1.
95. Какое состояние системы считается опасным при расчете по методу допускаемых?	ОПК-1.2.1.
96. Какое состояние системы считается предельным при расчете по методу предельных (разрушающих) нагрузок?	ОПК-1.2.1.
97. Для каких материалов можно использовать расчет по методу предельных нагрузок?	ОПК-1.2.1.
98. Изобразите диаграмму Прандтля. Какие характерные участки можно на ней выделить?	ОПК-1.2.1.
99. Какое состояние считается предельным при осевой деформации? Нарисуйте эпюру нормальных напряжений в сечении в предельном состоянии.	ОПК-1.2.1.
100.В случае осевой деформации отличаются ли результаты расчета по допускаемым напряжениям и по предельному состоянию для статически определимых систем? Ответ пояснить.	ОПК-1.2.1.
101.Какое состояние считается предельным при кручении? Нарисуйте эпюру касательных напряжений в сечении в предельном состоянии.	ОПК-1.2.1.
102.Отличаются ли результаты расчета по допускаемым напряжениям и по предельным нагрузкам для статически определимых систем, работающих на кручение? Ответ пояснить.	ОПК-1.2.1.
103.Какое состояние считается предельным при плоском изгибе? Нарисуйте эпюру нормальных напряжений в предельном состоянии.	ОПК-1.2.1.
104.Почему в статически определимых системах при кручении проводится расчет по предельным состояниям, а при осевой деформации – нет?	ОПК-1.2.1.
105.Как вычисляется пластический момент сопротивления при изгибе?	ОПК-1.2.1.
106.Что такое "пластический шарнир"?	ОПК-1.2.1.
107.Как проходит нейтральная линия в поперечном сечении балки в предельном состоянии при плоском изгибе?	ОПК-1.2.1.

Перечень и содержание экзаменационных задач

1. **Экзаменационная задача Э-1.** Подбор сечения прямоосного ступенчатого стержня при осевой деформации.

Прямоосный ступенчатый стержень нагружен осевыми силами F_i и/или 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. **Экзаменационная задача Э-2.** Подбор сечения статически определимой балки при плоском изгибе и проверка прочности по касательным напряжениям.

Статически определимая балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой $\boldsymbol{q}$ и/или сосредоточенными силами $\boldsymbol{F_i}$ и/или моментами $\boldsymbol{M_j}$.

Требуется:

1. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
2. Подобрать поперечное сечение балки в виде двутавра.
3. Проверить прочность балки по касательным напряжениям.

3. **Экзаменационная задача Э-3.** Подбор сечения круглого вала по условиям прочности и жесткости.

Для загруженного 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.

4. **Экзаменационная задача Э-4.** 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 форме двутавра.
3. Определить прогиб и угол поворота заданного сечения, используя графоаналитические приемы вычисления интеграла Мора (прием Верещагина, формулы трапеций и Симпсона).

5. **Экзаменационная задача Э-5.**

Расчет один раз статически неопределимой балки на прочность по допускаемым напряжениям.

Для заданной схемы балки требуется:

1. Раскрыть статическую неопределимость задачи с помощью метода сил.
2. Построить эпюры изгибающего момента и поперечной силы.
3. Сделать деформационную и статическую проверки.

Подобрать поперечное сечение балки в виде двутавра.

6. **Экзаменационная задача Э-6.** Определение несущей способности центрально-сжатого стержня. Для заданной схемы сжатого стержня и поперечного сечения требуется определить:

1. Величину допускаемой нагрузки.
2. Критическую силу.
3. Коэффициент запаса устойчивости.

Состав экзаменационного билета

Для **очной** формы обучения

Модуль 1:

1) Экзаменационная задача Э-1 или Э-2, или Э-3.

2) 10 вопросов из перечня вопросов к экзамену.

Модуль 2

1) Экзаменационная задача Э-4 или Э-5.
2) 10 вопросов из перечня вопросов к экзамену.

Для **заочной** формы обучения (кроме специализации «Строительство дорог промышленного транспорта»)

Модуль 1:

1) Экзаменационная задача Э-2
2) 5 вопросов из перечня вопросов к экзамену.

Модуль 2:

1) Экзаменационная задача Э-5 или Э-4, или Э-6.
2) 5 вопросов из перечня вопросов к экзамену.

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, 3.2, 3.3, 3.4.

Таблица 3.1

Для очной формы обучения, Модуль 1.

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Расчетно-графические работы РГР 1, 2, 3	Правильность решения задач	Все задачи расчетно-графической работы решены верно	50
2	Тесты по лабораторным работам ТЛ 1, 2, 3	Прохождение компьютерного тестирования	Даны правильные ответы на ≥60% вопросов теста	
3	Итоговый семестровый тест № 1	Правильность ответа на вопрос (10 вопросов)	Получен правильный ответ на вопрос	2
			Получен неправильный ответ на вопрос или ответа нет	0
		Итого количество баллов за Итоговый семестровый тест № 1 (2×10)		**20**
ИТОГО максимальное количество баллов				**70**

Таблица 3.2

Для очной формы обучения, Модуль 2.

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Расчетно-графические работы РГР 4, 5, 6	Правильность решения задач	Все задачи расчетно-графической работы	50

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
			решены верно	
2	Тесты по лабораторным работам ТЛ 4, 5, 6	Прохождение компьютерного тестирования	Даны правильные ответы на ≥60% вопросов теста	
3	Итоговый семестровый тест №2	Правильность ответа на вопрос (10 вопросов)	Получен правильный ответ на вопрос	2
			Получен неправильный ответ на вопрос или ответа нет	0
		Итого количество баллов за Итоговый семестровый тест № 2 (2×10)		**20**
ИТОГО максимальное количество баллов				**70**

Т а б л и ц а 3.3

Для заочной формы обучения, Модуль 1.

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Контрольные работы № 1, 2	Правильность решения	Все задачи контрольных работ решены верно	50
2	Расчетно-графическая работа № 1	Правильность решения задач	Задача решена правильно	10
			Задача решена с мелкими ошибками	5-7
			Работа выполнена с грубыми ошибками или не решена	0
		Итого максимальное количество баллов за расчетно-графическую работу № 1		**10**
3	Итоговый семестровый тест № 1	Правильность ответа на вопрос (10 вопросов)	Получен правильный ответ на вопрос	1
			Получен неправильный ответ на вопрос или ответа нет	0
		Итого количество баллов за Итоговый семестровый тест № 1 (1×10)		**10**
ИТОГО максимальное количество баллов				**70**

Т а б л и ц а 3.4

Для заочной формы обучения, Модуль 2.

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1	Контрольные работы № 3, 4	Правильность решения	Все задачи контрольных работ решены верно	50

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
2	Расчетно-графическая работа № 2	Правильность решения задач	Задача решена правильно	10
			Задача решена с мелкими ошибками	5-7
			Работа выполнена с грубыми ошибками или не решена	0
		Итого максимальное количество баллов за расчетно-графическую работу № 2		**10**
3	Итоговый семестровый тест № 2	Правильность ответа на вопрос (10 вопросов)	Получен правильный ответ на вопрос	1
			Получен неправильный ответ на вопрос или ответа нет	0
		Итого количество баллов за Итоговый семестровый тест № 2 (1×10)		**10**
ИТОГО максимальное количество баллов				**70**

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов достижения компетенций

Процедура оценивания индикаторов достижения компетенций представлена в таблицах 4.1.

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 успеваемости	Расчетно-графические работы РГР 1,2,3. Тесты по лабораторным работам ТЛ 1, 2, 3 Итоговый семестровый тест № 1	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к экзамену ≥ 50 баллов
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов экзамену, экзаменационные задачи	30	– получены полные ответы на вопросы, решена экзаменационная задача – 25-30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы, решена экзаменационная задача с мелкими ошибками – 20-24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов,

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
			экзаменационная задача решена с мелкими ошибками – 11-20 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты, задача не решена 0 – 10 баллов.
	ИТОГО	**100**	
3. Итоговая оценка	«Отлично» - 86-100 баллов «Хорошо» - 75-85 баллов «Удовлетворительно» - 60-74 баллов «Неудовлетворительно» - менее 59 баллов (вкл.)		

Процедура проведения экзамена осуществляется в форме письменных ответов на вопросы экзаменационного билета и решения экзаменационной задачи. Билет на экзамен содержит 10 вопросов из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2 и одну экзаменационную задачу.

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
1. Текущий контроль успеваемости	Расчетно-графические работы РГР 4,5,6. Тесты по лабораторным работам ТЛ 4,5,6 Итоговый семестровый тест № 2	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к экзамену ≥ 50 баллов
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов экзамену, экзаменационные задачи	30	– получены полные ответы на вопросы, решена экзаменационная задача – 25-30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы, решена экзаменационная задача с мелкими ошибками – 20-24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов, экзаменационная задача решена с мелкими ошибками – 11-20 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты, задача не решена 0 – 10 баллов.
	ИТОГО	**100**	

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
3. Итоговая оценка	«Отлично» - 86-100 баллов «Хорошо» - 75-85 баллов «Удовлетворительно» - 60-74 баллов «Неудовлетворительно» - менее 59 баллов (вкл.)		

Процедура проведения экзамена осуществляется в форме письменных ответов на вопросы экзаменационного билета и решения экзаменационной задачи. Билет на экзамен содержит 10 вопросов из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2 и одну экзаменационную задачу.

Т а б л и ц а 4.3. Для заочной формы обучения, Модуль 1.

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль успеваемости	Контрольные работы № 1, 2 Расчетно-графическая работа №1 Итоговый семестровый тест № 1	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к зачету/экзамену ≥ 50 баллов
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов экзамену, экзаменационные задачи	30	– получены полные ответы на вопросы, решена экзаменационная задача – 25-30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы, решена экзаменационная задача с мелкими ошибками – 20-24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов, экзаменационная задача решена с мелкими ошибками – 11-20 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты, задача не решена – 0 баллов.
	ИТОГО	**100**	
3. Итоговая оценка	«Отлично» - 86-100 баллов «Хорошо» - 75-85 баллов «Удовлетворительно» - 60-74 баллов «Неудовлетворительно» - менее 59 баллов (вкл.)		

Процедура проведения экзамена осуществляется в форме письменных ответов на вопросы экзаменационного билета и решения экзаменационной задачи. Билет на экзамен содержит 5 вопросов из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2 и одну экзаменационную задачу.

Т а б л и ц а 4.4. Для заочной формы обучения, Модуль 2.

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль успеваемости	Контрольные работы № 3,4 Расчетно-графическая работа № 2 Итоговый семестровый тест № 2	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к зачету/экзамену ≥ 50 баллов
2. Промежуточная аттестация	Перечень вопросов экзамену, экзаменационные задачи	30	– получены полные ответы на вопросы, решена экзаменационная задача – 25-30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы, решена экзаменационная задача с мелкими ошибками – 20-24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов, экзаменационная задача решена с мелкими ошибками – 11-20 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты, задача не решена – 0 баллов.
ИТОГО		**100**	
3. Итоговая оценка	«Отлично» - 86-100 баллов «Хорошо» - 75-85 баллов «Удовлетворительно» - 60-74 баллов «Неудовлетворительно» - менее 59 баллов (вкл.)		

Процедура проведения экзамена осуществляется в форме письменных ответов на вопросы экзаменационного билета и решения экзаменационной задачи. Билет на экзамен содержит 5 вопросов из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2 и одну экзаменационную задачу.

Обучающиеся имеют возможность пройти тестовые задания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в Центре тестирования университета.

Разработчик рабочей программы
доцент А.В. Кухарева
11.04.2023