

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 08.03.01 Строительство**

**Наименование образовательной программы: Промышленное, гражданское и энергетическое  
строительство**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очно-заочная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Строительная механика**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|                                                                                   |                                                    |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                  |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                  |
|                                                                                   | Владелец                                           | Дуйшеналиев Т.                   |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R86a751e4-DuyshenaliyevT-7dff0d9 |

Т. Дуйшеналиев

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|                                                                                   |                                                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|                                                                                   | Владелец                                           | Хохлов В.А.                   |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Ra1a9d479-KhokhlovVA-e19a9074 |

В.А.  
Хохлов

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|                                                                                   |                                                    |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                             |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                             |
|                                                                                   | Владелец                                           | Саинов М.П.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | R44cf1cc8-SainovMP-e2adb419 |

М.П.  
Саинов

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-3 Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства

ИД-1 Описание основных сведений об объектах и процессах профессиональной деятельности посредством использования профессиональной терминологии

ИД-2 Выбор метода или методики решения задачи профессиональной деятельности

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Определение перемещений в стержневых системах при статическом нагружении и воздействии температуры (Контрольная работа)
2. Основные понятия строительной механики. Расчет балок, рам и ферм на статическую и подвижную нагрузки (Тестирование)
3. Расчет оболочек и пластин. Расчеты на устойчивость (Контрольная работа)
4. Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил, методом перемещений и МКЭ (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

### 6 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Основные понятия строительной механики. Расчет балок, рам и ферм на статическую и подвижную нагрузки (Тестирование)
- КМ-2 Определение перемещений в стержневых системах при статическом нагружении и воздействии температуры (Контрольная работа)
- КМ-3 Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил, методом перемещений и МКЭ (Контрольная работа)
- КМ-4 Расчет оболочек и пластин. Расчеты на устойчивость (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                   | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                   | Срок КМ:                        | 9    | 11   | 13   | 15   |

|                                                               |   |   |   |   |
|---------------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| Основные понятия строительной механики                        |   |   |   |   |
| Основные понятия строительной механики                        | + |   |   |   |
| Степень свободы. Виды опор                                    | + |   |   |   |
| Расчет балок и рам. Изгиб балок на упругом основании          |   |   |   |   |
| Расчет балок и рам. Линии влияния                             | + |   |   |   |
| Расчет балок на упругом основании                             | + |   |   |   |
| Расчет ферм и арок                                            |   |   |   |   |
| Расчет ферм и арок                                            | + |   |   |   |
| Определение перемещений                                       |   |   |   |   |
| Определение перемещений при силовом воздействии               |   | + | + |   |
| Перемещения от изменения температуры и осадки опор            |   | + | + |   |
| Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил |   |   |   |   |
| Метод сил                                                     | + | + | + | + |
| Расчет статически неопределимых рам методом перемещений       |   |   |   |   |
| Метод перемещений                                             | + | + | + | + |
| Основы метода конечных элементов (МКЭ)                        |   |   |   |   |
| Основы МКЭ                                                    | + | + | + | + |
| Расчет оболочек                                               |   |   |   |   |
| Расчет цилиндров                                              |   |   | + | + |
| Безмоментная теория расчета оболочек                          |   |   | + | + |
| Расчет цилиндрических оболочек                                |   |   | + | + |
| Расчет пластин                                                |   |   |   |   |
| Расчет пластин                                                |   |   | + | + |
| Устойчивость сжатых стержней и элементов конструкций          |   |   |   |   |
| Устойчивость сжатых стержней                                  |   | + | + |   |
| Расчет сооружений на динамические и ударные нагрузки          |   |   |   |   |

|                            |    |    |    |    |
|----------------------------|----|----|----|----|
| Основы динамики сооружений |    | +  | +  |    |
| Вынужденные колебания      |    | +  | +  |    |
| Ударные нагрузки           |    | +  | +  |    |
| Вес КМ:                    | 15 | 35 | 30 | 20 |

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

| Индекс компетенции | Индикатор                                                                                                                                                      | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Контрольная точка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-3              | ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> Описание основных сведений об объектах и процессах профессиональной деятельности посредством использования профессиональной терминологии | Знать:<br>основные понятия, правила и порядок расчетов зданий и сооружений<br>Уметь:<br>самостоятельно выбирать и составлять расчетные схемы, производить расчеты типовых конструкций и отдельных элементов сооружений, сравнивать и отыскивать оптимальные варианты решения, связывать воедино инженерную постановку задачи, расчет и проектирование | КМ-1 Основные понятия строительной механики. Расчет балок, рам и ферм на статическую и подвижную нагрузки (Тестирование)<br>КМ-2 Определение перемещений в стержневых системах при статическом нагружении и воздействии температуры (Контрольная работа)<br>КМ-3 Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил, методом перемещений и МКЭ (Контрольная работа)<br>КМ-4 Расчет оболочек и пластин. Расчеты на устойчивость (Контрольная работа) |
| ОПК-3              | ИД-2 <sub>ОПК-3</sub> Выбор метода или методики решения задачи профессиональной деятельности                                                                   | Знать:<br>основные положения и методы расчета зданий и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при действии различных нагрузок и основы проектирования                                                                                                                                                                                      | КМ-2 Определение перемещений в стержневых системах при статическом нагружении и воздействии температуры (Контрольная работа)<br>КМ-3 Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил, методом перемещений и МКЭ (Контрольная работа)<br>КМ-4 Расчет оболочек и пластин. Расчеты на устойчивость (Контрольная работа)                                                                                                                             |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>Уметь:</p> <p>связывать воедино инженерную постановку задачи, пользоваться современными методами расчета зданий и сооружений, а также подбирать конструкционные материалы для обеспечения их надежности, безопасности и экономичности</p> |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

**КМ-1. Основные понятия строительной механики. Расчет балок, рам и ферм на статическую и подвижную нагрузки**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие проводится в аудиторное время продолжительностью 40 минут.

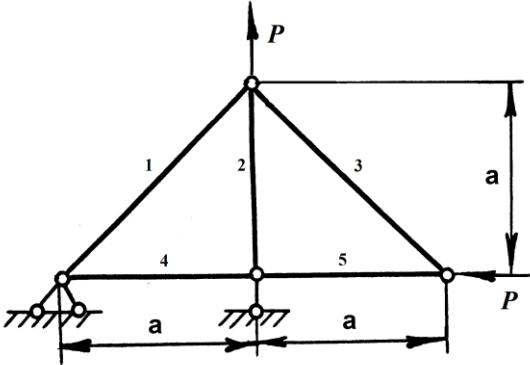
### **Краткое содержание задания:**

Основные понятия и термины строительной механики как теории сооружений.

Кинематический анализ сооружений. Расчет статически-определимых стержневых систем

### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                       | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные понятия, правила и порядок расчетов зданий и сооружений | <p><b>1.1. Полная реакция в шарнирно-неподвижной опоре раскладывается на:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) три составляющие;</li><li>б) одну составляющую;</li><li>в) две составляющие.</li></ul> <p><b>2. Что такое устойчивость элемента конструкции?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) способность выдерживать внешние нагрузки без изменения площади поперечного сечения;</li><li>б) способность сохранять первоначальное состояние равновесия при нагружении;</li><li>в) способность выдерживать внешние нагрузки без изменения формы.</li></ul> <p><b>3. Метод сечений (разрезов) позволяет найти:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) опорные реакции;</li><li>б) опорные реакции и внутренние силы;</li><li>в) внутренние силовые факторы.</li></ul> <p><b>4. Если нормальное напряжение на площадке равно нулю, тогда:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) полное напряжение на площадке равно нулю;</li><li>б) полное напряжение на площадке равно касательному напряжению;</li><li>в) касательное напряжение на площадке равно нулю.</li></ul> <p><b>5. Продольная сила в поперечном сечении стержня при растяжении (сжатии) - это:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) сумма проекций внешних и внутренних сил в сечении на продольную ось стержня;</li><li>б) сумма проекций всех внешних сил на продольную ось стержня;</li></ul> |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                           | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>в) сумма проекций внутренних сил в сечении на продольную ось стержня.</p> <p><b>6. Определить модуль продольной упругости (модуль Юнга), если известны следующие точки на диаграмме растяжения (<math>\sigma</math>-<math>\epsilon</math>) образца из малоуглеродистой стали:</b></p> <p>1). <math>\sigma_T = 230</math> МПа, <math>\epsilon_T = 2 \cdot 10^{-3}</math>. 2). <math>\sigma_{ПЧ} = 680</math> МПа, <math>\epsilon_{ПЧ} = 10 \cdot 10^{-3}</math>. 3). <math>\sigma_{ПЦ} = 210</math> МПа, <math>\epsilon_{ПЦ} = 10 \cdot 10^{-3}</math>.</p> <p>а) <math>E = 210</math> ГПа; б) <math>E = 115</math> ГПа; в) <math>E = 68</math> ГПа.</p> <p><b>7. Условие прочности позволяет определить:</b></p> <p>а) допускаемое напряжение;</p> <p>б) допускаемую нагрузку;</p> <p>в) предел текучести.</p> |
| <p>Уметь: самостоятельно выбирать и составлять расчетные схемы, производить расчеты типовых конструкций и отдельных элементов сооружений, сравнивать и отыскивать оптимальные варианты решения, связывать воедино инженерную постановку задачи, расчет и проектирование</p> | <p><b>1.8. Выбрать наиболее нагруженный стержень фермы с учетом возможной потери устойчивости сжатых стержней. Для сжатых стержней принять коэффициент снижения допускаемого напряжения <math>\varphi = 0,75</math>. В выражении для допускаемой нагрузки <math>[P] = k \cdot [\sigma] \cdot F</math>, где <math>[\sigma]</math> и <math>F</math> заданы, требуется определить коэффициент <math>k</math>. Обосновать решение.</b></p>  <p>а) стержни №4,5, <math>k = 0,75</math>.</p> <p>б) стержни №2,4,5, <math>k = 1,0</math>.</p> <p>в) стержни №1,3, <math>k = 0,707</math>.</p>                                                                                                                                         |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-2. Определение перемещений в стержневых системах при статическом нагружении и воздействии температуры**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 35

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие продолжительностью 90 минут проводится в аудиторное время.

**Краткое содержание задания:**

Определение перемещений в статически определимых системах от нагрузки, теплового воздействия и осадки опор

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                    | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные положения и методы расчета зданий и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при действии различных нагрузок и основы проектирования                                                                                                        | 1.- Универсальная формула Мора<br>- Определение перемещений от нагрузки, виды перемещений<br>- Правило Верещагина, Бреслау-Мюллера, Симпсона<br>- Определение перемещений от теплового воздействия. Определение перемещений от осадки опор |
| Уметь: самостоятельно выбирать и составлять расчетные схемы, производить расчеты типовых конструкций и отдельных элементов сооружений, сравнивать и отыскивать оптимальные варианты решения, связывать воедино инженерную постановку задачи, расчет и проектирование | 1.- Определение линейных и угловых перемещений от силового воздействия<br>- Правило Верещагина, Бреслау-Мюллера, Симпсона<br>- Определение перемещений от теплового воздействия. Определение перемещений от осадки опор                    |

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

### **КМ-3. Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил, методом перемещений и МКЭ**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие продолжительностью 90 минут проводится в аудиторное время.

#### **Краткое содержание задания:**

Расчет статически неопределимых систем методом сил

Расчет статически неопределимых систем методом перемещений

#### **Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                    | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные положения и методы расчета зданий и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при действии различных нагрузок и основы проектирования                                                                                                        | 1.- Алгоритм расчета статически неопределимых систем методом перемещений<br>- Известные метода перемещений. Формула для определения степени кинематической неопределимости. Основная система метода перемещений<br>- Канонические уравнения метода перемещений и их физический смысл. Свойства матрицы коэффициентов канонических уравнений. Вычисление коэффициентов канонических уравнений метода перемещений<br>- Построение окончательных эпюр внутренних усилий и их проверка. Вычисление перемещений от нагрузки в статически неопределимых системах |
| Уметь: самостоятельно выбирать и составлять расчетные схемы, производить расчеты типовых конструкций и отдельных элементов сооружений, сравнивать и отыскивать оптимальные варианты решения, связывать воедино инженерную постановку задачи, расчет и проектирование | 1.<br>- Алгоритм расчета статически неопределимых систем методом сил<br>- Выбор основной системы метода сил<br>- Составление канонических уравнений метода сил. Построение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                     | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                       | <p>единичных эпюр изгибающий моментов. Построение грузовой эпюры</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Вычисление коэффициентов канонических уравнений метода сил.</li> <li>- Построение окончательной эпюры моментов и её проверка. Построение окончательных эпюр поперечных и продольных сил и их проверка</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Уметь: связывать воедино инженерную постановку задачи, пользоваться современными методами расчета зданий и сооружений, а также подбирать конструкционные материалы для обеспечения их надежности, безопасности и экономичности</p> | <p>1.- Алгоритм расчета статически неопределимых систем методом перемещений</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Определения степени кинематической неопределимости. Основная система метода перемещений</li> <li>- Составление канонических уравнений метода перемещений. Построение единичных и грузовых эпюр. Вычисление коэффициентов канонических уравнений метода перемещений</li> <li>- Построение окончательных эпюр внутренних усилий и их проверка.</li> <li>• - Вычисление перемещений от нагрузки в статически неопределимых системах</li> </ul> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

#### КМ-4. Расчет оболочек и пластин. Расчеты на устойчивость

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие продолжительностью 90 минут проводится в аудиторное время.

**Краткое содержание задания:**

Выполнить одно из четырех заданий:

1. Расчет тонкостенной оболочки по безмоментной теории
2. Осесимметричная деформация цилиндрической оболочки
3. Расчет круговой пластины при осесимметричном нагружении
4. Устойчивость стержней

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                           | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Уметь: самостоятельно выбирать и составлять расчетные схемы, производить расчеты типовых конструкций и отдельных элементов сооружений, сравнивать и отыскивать оптимальные варианты решения, связывать воедино инженерную постановку задачи, расчет и проектирование</p> | <p>1.1. Привести уравнение изгиба пластин и его решение для прогибов, углов поворотов и изгибающих моментов в полярных координатах</p> <p>2. Для заданной расчетной схемы записать граничные условия и определить постоянные интегрирования аналитически или численно (с использованием математического пакета MathCAD или Matlab)</p> <p>3. Аналитически или численно построить решение для прогибов, радиальных и окружных изгибающих моментов и соответствующие эпюры (графики) <math>w(r)</math>, <math>M_r(r)</math>, <math>M_\theta(r)</math></p> <p>4. Для опасных точек определить радиальные и окружные напряжения изгиба, показать вид напряженного состояния в опасных точках</p> |
| <p>Уметь: связывать воедино инженерную постановку задачи, пользоваться современными методами расчета зданий и сооружений, а также подбирать конструкционные материалы для обеспечения их надежности, безопасности и экономичности</p>                                       | <p>1.</p> <p>1. Используя безмоментную теорию для оболочек вращения – уравнение Лапласа и метод сечений построить эпюры меридиональных и окружных напряжений по участкам</p> <p>2. По заданному критерию прочности определить толщину стенки резервуара</p> <p>2.1. Привести уравнение осесимметричной изгибной деформации оболочки и решение типа краевого эффекта для прогибов, углов поворотов сечений оболочки,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | <p>изгибающих моментов и поперечных сил</p> <p>2. Записать граничные условия и определить постоянные интегрирования аналитически или численно (с использованием математического пакета MathCAD или Matlab)</p> <p>3. Аналитически или численно построить решение для прогибов и изгибающих моментов и соответствующие эпюры (графики) <math>w(x)</math>, <math>M(x)</math> в области краевого эффекта</p> |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

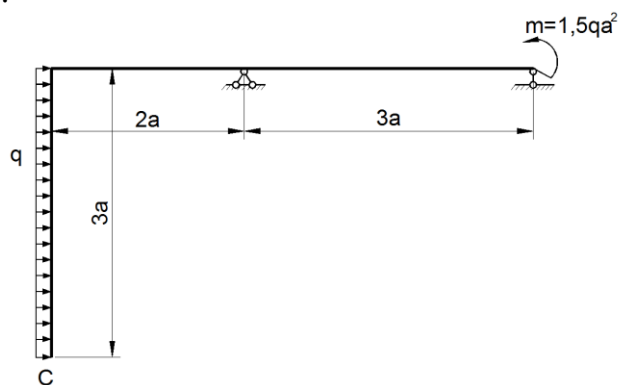
6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Потенциальная энергия. Работа внешних сил. Теорема о взаимности работ. Теорема о взаимности перемещений.
2. Определить вертикальное перемещение сечения  $C$ .

$$EI_x = \text{const}$$



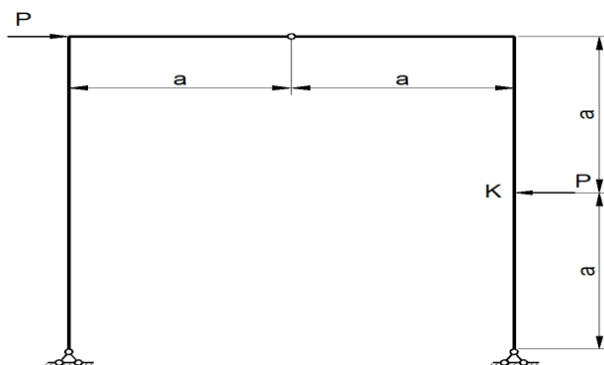
## *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ОПК-3</sub> Описание основных сведений об объектах и процессах профессиональной деятельности посредством использования профессиональной терминологии

### Вопросы, задания

- 1.1. Что такое краевой эффект при осесимметричной деформации изгиба цилиндрической оболочки, длина волны краевого эффекта? Записать решение типа краевого эффекта для прогибов оболочки.
2. Определить горизонтальное перемещение сечения  $K$ .

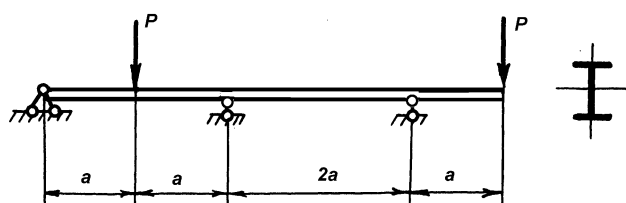
$$EI_x = \text{const}$$



2.

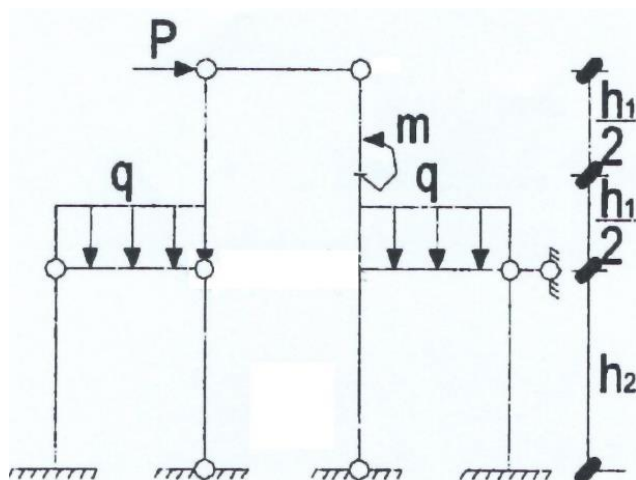
1. Как повысить устойчивость сжатого стержня длиной  $l$ , квадратного поперечного сечения со стороной  $b$ , варьируя условия закрепления краев?

2. Метод сил. Определить  $[P]$ , если  $a=2$  м,  $[s]=160$  МПа. Двутавр №16.



3.1. Как определить угол поворота на правом шарнирно-опертом краю балки с жестко защемленным левым краем и нагруженной сосредоточенной силой посередине?

2. Выбрать основную систему метода перемещений, определить единичные и грузовые коэффициенты системы канонических уравнений.

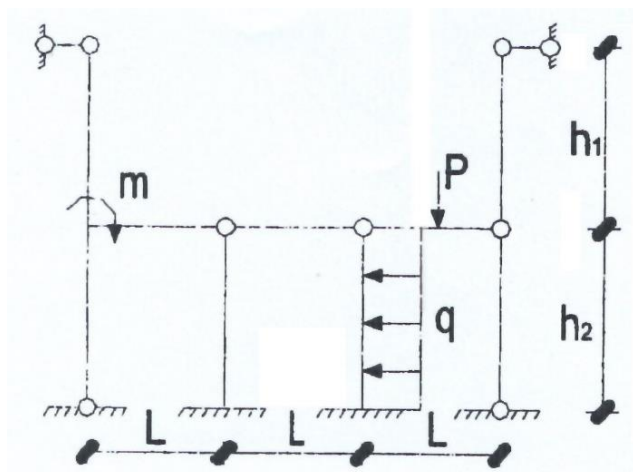


| L (м) | h1 (м) | h2 (м) | $J_p/J_c$ | P (кН) | q(кН/м) | m (кН*м) |
|-------|--------|--------|-----------|--------|---------|----------|
| 3     | 6      | 3      | 1.5       | 10     | 2       | 7        |

4.

1. Пояснить смысл частного решения задачи осесимметричной деформации цилиндрической оболочки, область его применимости.

2. Выбрать основную систему метода перемещений, определить единичные и грузовые коэффициенты системы канонических уравнений.



| L (м) | h1 (м) | h2 (м) | $J_p/J_c$ | P (кН) | q (кН/м) | m (кН*м) |
|-------|--------|--------|-----------|--------|----------|----------|
| 3     | 6      | 3      | 1.5       | 10     | 2        | 7        |

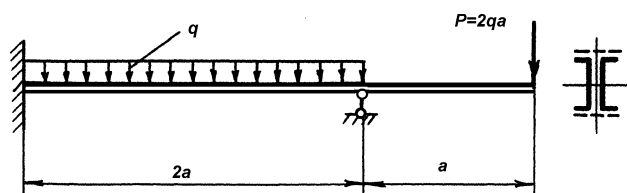
### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие перемещения сечения балки допускает ее шарнирно-подвижная опора?
2. Продольная сила в поперечном сечении стержня при растяжении (сжатии) равна....
3. В формуле  $[\sigma] = \sigma_{пред}/[n]$  для определения допускаемого напряжения при статических нагрузках) для пластичных материалов  $\sigma_{пред}$  является....

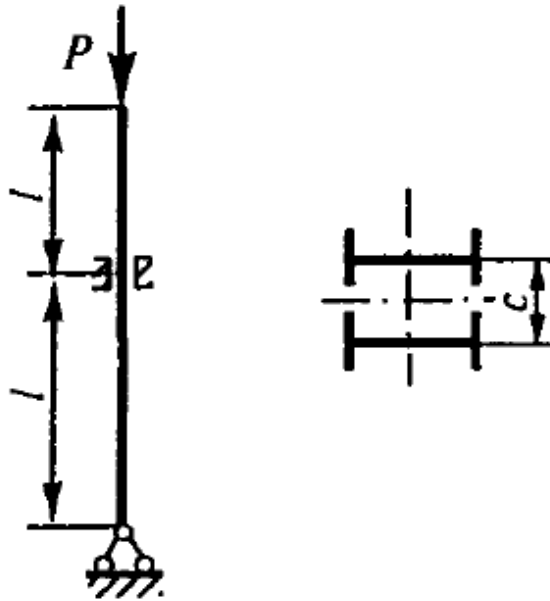
**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ОПК-3 Выбор метода или методики решения задачи профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

1.
  1. Основная система метода перемещений. Канонические уравнения метода перемещений.
  2. Метод сил. Подобрать сечение в виде двух стандартных швеллеров, если  $q=8\text{ кН/м}$ ,  $[\sigma]=140\text{ МПа}$ ,  $a=1\text{ м}$ .



2.
  1. Чему равна критическая скорость вала длиной  $l$ , вращающегося с частотой  $\theta$ , шарнирно-опертого по краям и имеющего посередине диск массой  $m$ ?
  2. Прямолинейный стальной стержень нагружен осевой силой  $P$ . Для стержня составного сечения подобрать размер «с» из условия равноустойчивости стержня относительно главных центральных осей. Принять  $[\sigma]=160\text{ МПа}$ ,  $l=2,6\text{ м}$ , номер профиля 14.

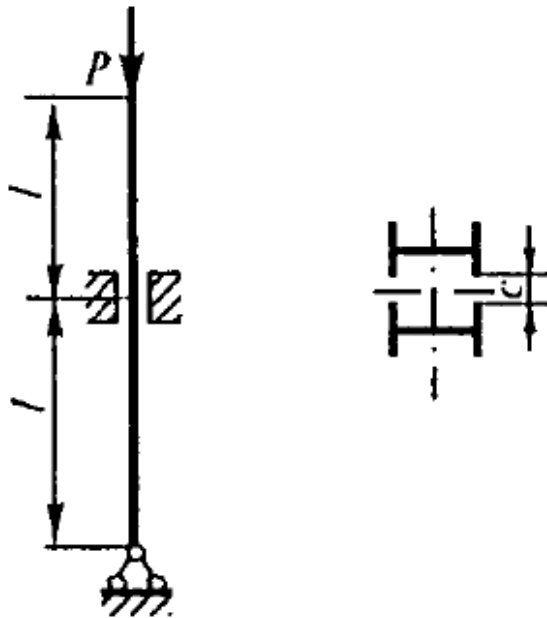


3.

1. Определение перемещений. Интеграл Мора.

2. Прямолинейный стальной стержень нагружен осевой силой  $P$ .

Для стержня составного сечения подобрать размер «с» из условия равноустойчивости стержня относительно главных центральных осей. Принять  $[\sigma]=160$  МПа,  $l=3,0$  м, номер профиля 18.



### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Расчетная схема сооружения, их классификация. Кинематический анализ расчетных схем сооружений, основные понятия, этапы и алгоритмы.
2. Учет деформаций растяжения-сжатия элементов в расчетах статически неопределимых систем методом перемещений.
3. Гипотезы теории изгиба пластин. Изгибная жесткость пластины.

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач. Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки. Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины. Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.