

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Строительство, строительные материалы и конструкции»

Утверждено на заседании кафедры
«Строительство, строительные материалы и
конструкции»
« 18 » января 2023 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

_____  А.А. Трещев

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

«Современные методы расчета строительных конструкций»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
08.03.01 Строительство

с направленностью (профилем)
Промышленное и гражданское строительство

Формы обучения: очная, очно-заочная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-05-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Разработчик:

Судакова И.А., доцент, к.т.н.
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Текущий контроль успеваемости обучающегося осуществляется по результатам:

- выполнения теста по разделам дисциплины;
- выполнения расчетно-графической работы (РГР);
- защиты расчетно-графической работы (РГР);

Каждый вариант задания для защиты расчетно-графической работы включает в себя 2 задачи для проверки знаний, умений, владений.

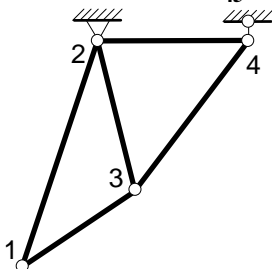
Образцы оценочных средств представлены далее.

Перечень контрольных вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.1)

1. Сколько независимых элементов матрицы жесткости в ГСК для ансамбля КЭ необходимо определить при количестве уравнений в СЛАУ МКЭ, равном 5?

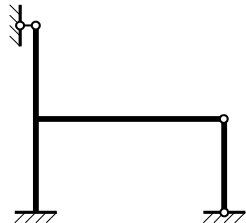
- 5;
- 10;
- 15;
- 25.

2. В соответствии с матрицей индексов ансамбля КЭ записать, из каких слагаемых состоит элемент K_{45} .



| k | δ_1 | δ_2 | δ_3 | δ_4 |
|---|------------|------------|------------|------------|
| 1 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3 | 0 | 0 | 3 | 4 |
| 4 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 5 | 3 | 4 | 5 | 0 |

3. При разбиении заданной схемы на какие балочные конечные элементы размер решающей системы уравнений будет минимальным?



- 4 КЭ первого типа;

- б) 4 КЭ второго типа;
 в) 2 КЭ первого типа и 2 КЭ второго типа;
 г) 3 КЭ первого типа и 1 КЭ второго типа;
 д) 1 КЭ первого типа и 3 КЭ второго типа.

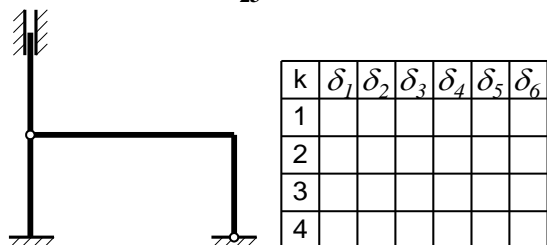
4. Подставьте недостающие элементы.

$$[k_{\kappa}^a] = \frac{E \cdot J}{l^3} \begin{bmatrix} * & 0 & -3 & * \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & 0 & 3 & -3l \\ 3l & 0 & -3l & 3l^2 \end{bmatrix}.$$

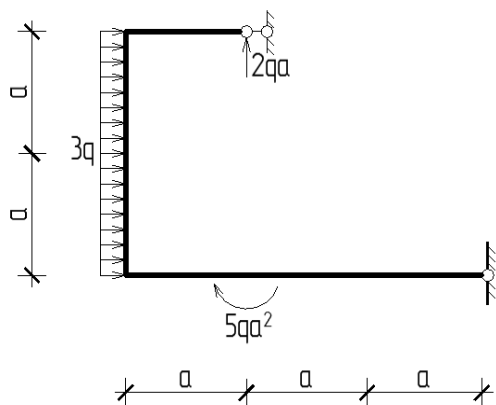
5. Какими свойствами обладают компоненты матрицы $[k_{ij}]$ в ГСК?

- а) $k_{ii} < 0$, $k_{ij} = k_{ji}$;
 б) $k_{ii} > 0$, $k_{ij} = k_{ji}$;
 в) $k_{ii} > 0$, $k_{ij} \neq k_{ji}$;
 г) $k_{ii} \geq 0$, $k_{ij} \neq k_{ji}$.

6. В соответствии с матрицей индексов ансамбля КЭ записать, из каких слагаемых состоит элемент K_{23} .



7. Обозначить независимые степени свободы ЗРС рамы в ГСК двумя различными способами, используя конечные элементы различных типов.



8. Определить матрицу жёсткости конечного элемента в глобальной системе координат.

$$[k_1^a] = \frac{EJ}{a^3} \begin{bmatrix} 3 & 3a & -3 & 3a \\ 3a & 4a^2 & -3a & 2a^2 \\ -3 & -3a & 3 & -3a \\ 3a & 2a^2 & -3a & 4a^2 \end{bmatrix}; (p)_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Перечень контрольных вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2
 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.2)

1. Что принимается за основные неизвестные параметры при решении системы разрешающих уравнений в МКЭ?

- а) усилия в ЛСК;
- б) перемещения в ГСК;
- в) усилия в ГСК;
- г) перемещения в ЛСК.

2. Какие параметры НДС являются окончательным решением задачи МКЭ для плоской рамы?

- а) внутренние усилия;
- б) деформации;
- в) перемещения;
- г) опорные реакции.

3. Разрешающая система МКЭ представляет собой систему линейных алгебраических уравнений с неизвестными в виде узловых ...

- а) внутренних усилий;
- б) перемещений;
- в) деформаций;
- г) реакций.

4. Минимизация размеров конечных элементов с целью уменьшения погрешности МКЭ имеет свои пределы, за которыми...

- а) метод конечных элементов становится неприменимым;
- б) эта погрешность вновь начинает возрастать;
- в) достигается сходимость метода конечных элементов;
- г) происходит бифуркация решений.

**Перечень контрольных вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2
(контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.3)**

1. Какими свойствами обладают балочные КЭ?

- а) упруго-пластическими;
- б) пластическими;
- в) абсолютно жесткими;
- г) упругими.

2. Для отдельного конечного элемента при разработке его механической модели между перемещениями узлов дискретизации и перемещениями точек внутри элемента устанавливаются...зависимости.

- а) точные;
- б) приближённые;
- в) линейные;
- г) квадратичные.

3. Каковы деформирующие степени свободы стержневого КЭ в ЛСК?

- а) продольные и угловые
- б) поперечные и угловые
- в) продольные
- г) поперечные

4. Каковы деформирующие степени свободы стержневого КЭ в ГСК?

- а) продольные и угловые;
- б) поперечные и угловые;
- в) продольные и поперечные;
- г) вертикальные и горизонтальные.

3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Испытание промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине проводится в форме решения контрольных задач и предусматривает возможность последующего собеседования.

Каждый билет включает в себя одну контрольную задачу на проверку знаний, умений, владений.

Образцы оценочных средств представлены далее.

Перечень контрольных вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.1)

1. Сколько степеней свободы имеет каждый стержневой КЭ в ГСК?

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

2. Какая из указанных эпюр изгибающих моментов может соответствовать заданной расчетной схеме балки?



- а) ;
- б) ;
- в) ;
- г) ;

3. Сколько степеней свободы имеет каждый узел стержневого КЭ в ЛСК?

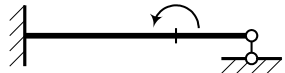
- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

4. Укажите характер силы, соответствующей элементу k_{12} .

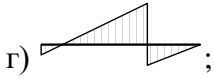
$$\frac{EF}{l} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

- а) продольная;
- б) горизонтальная;
- в) поперечная;
- г) вертикальная.

5. Какая из указанных эпюр изгибающих моментов может соответствовать заданной расчетной схеме балки?



- а) ;
- б) ;
- в) ;



6. Какими свойствами обладают компоненты матрицы $[k_{ij}]$ в ГСК?

- а) $k_{ii} < 0$, $k_{ij} = k_{ji}$;
- б) $k_{ii} \geq 0$, $k_{ij} = k_{ji}$;
- в) $k_{ii} > 0$, $k_{ij} \neq k_{ji}$;
- г) $k_{ii} \geq 0$, $k_{ij} \neq k_{ji}$.

7. Функции формы балочного конечного элемента можно представить в виде полинома ...степени.

- а) первой;
- б) второй;
- в) третьей;
- г) четвёртой.

8. Сколько степеней свободы имеет каждый узел балочного КЭ в ГСК?

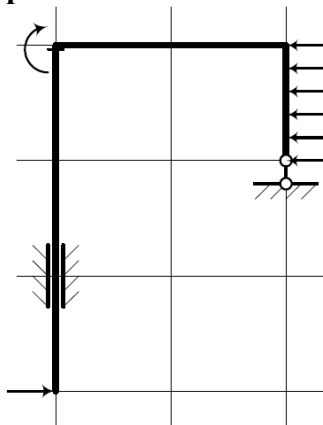
- а) 1;
- б) 2;
- в) 3;
- г) 4.

**Перечень контрольных вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2
(контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.2)**

1. Функции формы балочного конечного элемента можно представить в виде полинома ...степени.

- а) первой;
- б) второй;
- в) третьей;
- г) четвёртой.

2. Сформировать матрицу жесткости первого КЭ в ЛСК, используя КЭ первого и второго типа.



3. Определить перемещения точек дискретизации через известные усилия позволяет матрица...

- а) формы;
- б) преобразования;
- в) жесткости;
- г) податливости.

4. Определить количество уравнений в СЛАУ по МКЭ расчетной схемы типа «ферма», если количество узлов фермы – 6, количество внешних шарнирно-подвижных связей, наложенных на систему – 3.

**Перечень контрольных вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2
(контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.3)**

1. Укажите характер силы, соответствующей элементу k_{23} .

$$\frac{EF}{l} \begin{bmatrix} 0.5 & -0.5 & -0.5 & 0.5 \\ -0.5 & 0.5 & 0.5 & -0.5 \\ -0.5 & 0.5 & 0.5 & -0.5 \\ 0.5 & -3 & -0.5 & 0.5 \end{bmatrix}$$

- а) продольная;
- б) горизонтальная;
- в) поперечная;
- г) вертикальная.

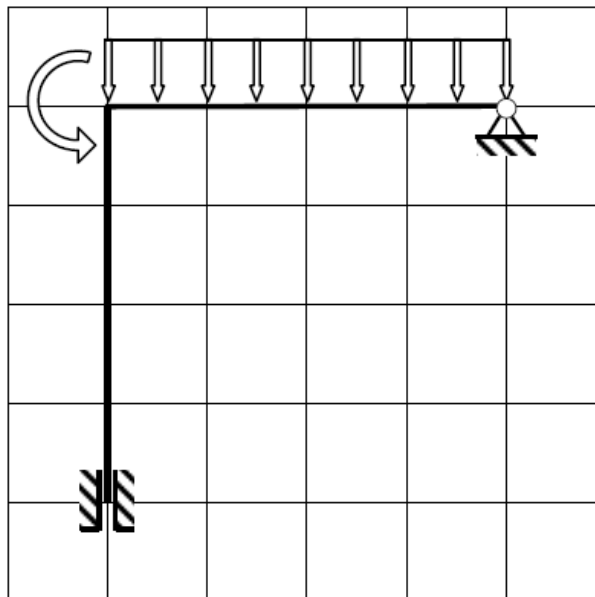
2. Для заданного конечного элемента длиной $l = 4a$ известны перемещения в локальной системе координат $\delta_i = 3,03Pa / EF$, $\delta_j = -6,08Pa / EF$. Определить продольное усилие N_i для этого стержня. Округлить до 4 значащих цифр.

3. Определить значение направляющего угла φ для заданного КЭ, если матрица преобразования для него имеет вид:

$$\frac{1}{\sqrt{10}} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -3 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -3 \end{pmatrix}$$

4. Верно ли утверждение: Для отдельного конечного элемента при разработке его механической модели между перемещениями узлов дискретизации и перемещениями точек внутри элемента устанавливаются точные зависимости

Пример задания для экзамена:



Для заданной расчетной схемы ломаного бруса построить схему деформирования, эпюры M , Q , N , используя МКЭ:

- 1) составить схему дискретизации;

- 2) записать матрицы формы каждого КЭ;
- 3) составить матрицы жесткости каждого КЭ в ГСК;
- 4) обозначить на схеме нумерацию и направления возможных перемещений в глобальной системе координат, составить таблицу индексов ансамбля КЭ;
- 5) составить матрицы жесткости ансамбля КЭ, реакций на внутрипролетную нагрузку и внешних усилий;
- 6) решить полученную СЛАУ;
- 7) составить матрицы перемещений, усилий в ЛСК;
- 8) построить схему деформирования ЗРС с указанием полученных перемещений в ГСК;
- 9) построить эпюры M , Q , N ;
- 10) сделать вывод о правильности решения задачи, проверив равновесие узлов ЗРС.