**Карта тестовых заданий**

**Компетенция:** ПК-3: Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения

**Индикатор:** ПК-3.5: Составляет расчетные схемы зданий и сооружений и их классификацию

**Дисциплина**: Современные методы строительной механики при рациональном проектировании зданий и сооружений

**Описание теста:**

1. Тест состоит из 70 заданий, которые проверяют уровень освоения компетенций обучающегося. При тестировании каждому обучающемуся предлагается 30 тестовых заданий по 15 открытого и закрытого типов разных уровней сложности.

2. За правильный ответ тестового задания обучающийся получает 1 условный балл, за неправильный ответ – 0 баллов. По окончании тестирования, система автоматически определяет «заработанный итоговый балл» по тесту, согласно критериям оценки

3 Максимальная общая сумма баллов за все правильные ответы составляет – 100 баллов.

4. Тест успешно пройден, если обучающийся правильно ответил на 70% тестовых заданий (61 балл).

5. На прохождение тестирования, включая организационный момент, обучающимся отводится не более 45 минут. На каждое тестовое задание в среднем по 1,5 минуты.

6. Обучающемуся предоставляется одна попытка для прохождения компьютерного тестирования.

**Кодификатором** теста по дисциплине является раздел рабочей программы «4. Структура и содержание дисциплины (модуля)»

**Комплект тестовых заданий**

**Задания закрытого типа**

**Задания альтернативного выбора**

*Выберите* ***один*** *правильный ответ*

**Простые (1 уровень)**

1. Наибольшее распространение получил метод конечных элементов в форме

**А) метода перемещений**

Б) метода сил

В) смешанного метода

Г) метода коллокации

2 Метод конечных элементов позволяет рассчитывать системы:

**А) произвольные**

Б) только статически определимые

В) только статически неопределимые

3 Метод конечных элементов относится к ……….. методам строительной механики.

**А) численным**

Б) численно-аналитическим

В) аналитическим

Г) вероятностным

4 Недостатком метода конечных элементов является

А) невозможность расчета конструкций с переменными по объему свойствами

**Б)** **высокие требования к быстродействию и объему оперативной памяти ЭВМ**

В) невозможность расчета конструкций сложной формы

Г) необходимость разбиения конструкции на элементы одинакового размера

5 Первым шагом в решении задачи методом конечных элементов является

**А)** **дискретизация области (тела)**

Б) составление матрицы жесткости

В) составление вектора узловых нагрузок

Г) решение системы линейных алгебраических уравнений

6 К более точным результатам приводит разбиение области на

**А) равносторонние треугольники**

Б) прямоугольные треугольники

В) тупоугольные треугольники

Г) остроугольные треугольники

**Средне –сложные (2 уровень)**

7 Матрица жесткости здания (сооружения) с большим количеством узлов и элементов как правило имеет структуру

**А)** **разреженную**

Б) плотную

В) структура зависит от рассчитываемого здания (сооружения)

Г) полностью заполненную значениями

8 Матрица жесткости конечного элемента

А) симметрична относительно побочной диагонали

**Б)** **симметрична относительно главной диагонали**

В) не имеет симметрии

9 Порядок матрицы жесткости конечного элемента равен

А) числу степеней свободы в узле

Б) числу узлов элемента

**В) произведению числа узлов на число степеней свободы в узле**

10 Не является симплекс элементом

**А)** **четырехугольный КЭ**

Б) треугольный КЭ

В) одномерный двухузловой КЭ

Г) КЭ в форме тетраэдра

11 В качестве функций формы конечного элемента чаще всего применяются

А) тригонометрические функции

**Б) полиномы**

В) гиперболические функции

Г) обратные тригонометрические функции

12 Количество узлов одномерного симплекс элемента равно

А) 1

**Б) 2**

В) 3

Г) 4

13 Количество узлов двумерного симплекс элемента равно

А) 1

Б) 2

**В) 3**

Г) 4

14 Количество узлов трехмерного симплекс элемента равно

**А) 4**

Б) 3

В) 2

Г) 1

15 В качестве функции формы балочного КЭ с двумя узлами и двумя степенями свободы в узле, работающего только на изгиб, можно принять полином

А) линейный

**Б) третьей степени**

В) второй степени

Г) четвертой степени

16 Сумма L-координат треугольника L1 + L2 + L3

**А) равна 1**

Б) равна 0

В) зависит от положения треугольника относительно начала координат

17 Сумма L-координат КЭ в форме тетраэдра L1 + L2 + L3+L4

**А) равна 1**

Б) равна 0

В) зависит от положения тетраэдра в принятой системе координат

18 При получении разрешающих уравнений МКЭ в форме метода перемещений используется вариационный принцип

**А) Лагранжа**

Б) Кастильяно

В) Ху – Васидзу

19 При рассмотрении задач термоупругости метод конечных элементов позволяет

А) определить только температурное поле

**Б) определить температурное поле, и на основе него выполнить расчет напряженно-деформированного состояния**

В) определить только напряженно-деформированное состояние по данным о температурном поле, температурное поле определить этим методом невозможно

20 При расчете напряженно-деформированного состояния в физически линейной постановке в качестве соотношений, устанавливающих связь между напряжениями и деформациями, используется закон

А) Кулона

**Б) Гука**

В) Ома

21 Расчет в геометрически линейной постановке предполагает, что

А) выполняется закон Гука

**Б) перемещения конструкции малы по сравнению с ее размерами**

В) перемещения конструкции соизмеримы с ее размерами

1. Одним из методов получения уравнений МКЭ является метод Бубнова – Галеркина. Метод Бубнова – Галеркина основан на ……………………….

**А) свойстве ортогональных функций**

Б) принципе минимума полной энергии

В) вариационном принципе Кастильяно

Г) свойстве ортогональных поверхностей

**Сложные (3 уровень)**

23 Нельзя использовать для расчета гибких упругих пластин в ПК ЛИРА-САПР следующий конечный элемент:

А) КЭ 344 - Геометpически нелинейный универсальный четыpехугольный КЭ оболочки

Б) КЭ 444 - Четырехугольный элемент оболочки с учетом физической и геометрической нелинейности

**В) КЭ 11 - Прямоугольный КЭ плиты**

24 Нельзя моделировать фундаментную плиту в ПК ЛИРА-САПР конечными элементами:

**А) КЭ 23 – Универсальный прямоугольный КЭ плоской задачи (балка-стенка)**

Б) КЭ 15 – Универсальный прямоугольный КЭ толстой плиты

В) КЭ 31 – Параллелепипед

25 Для расчета в ПК ЛИРА-САПР произвольной тонкой оболочки необходимо выбрать признак схемы:

А) Признак 1 – Две степени свободы в узле (X,Z) XOZ

Б) Признак 4 – Три степени свободы в узле (X,Y,Z)

**В) Признак 5 – Шесть степеней свободы в узле (X,Y,Z,Ux,Uy,Uz)**

Г) Признак 3 – Три степени свободы в узле (Z,Ux,Uy) XOY

**Задания на установление последовательности / соответствия**

*Установите последовательность / соответствие между левым и правым столбцами.*

**Простые (1 уровень)**

26 Установите соответствие между признаком схемы в ПК ЛИРА и конструкцией, которую можно по нему рассчитывать:

**(1А, 2В, 3Б)**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 Признак 4 – Три степени свободы в узле (X,Y,Z)2 Признак 2 – Три степени свободы в узле (X,Z,Uy) XOZ3 Признак 3 – Три степени свободы в узле (Z,Ux,Uy) XOY | А) Пространственная фермаБ) Тонкая плита, воспринимающая только поперечную нагрузкуВ) Плоская рама |

27 Установите соответствие между признаком схемы в ПК ЛИРА и объектом, который можно по нему рассчитывать:

**(1А, 2Б, 3В)**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 Признак 4 – Три степени свободы в узле (X,Y,Z)2 Признак 2 – Три степени свободы в узле (X,Z,Uy) XOZ3 Признак 3 – Три степени свободы в узле (Z,Ux,Uy) XOY | А) Массивное тело, представленное совокупностью объемных элементовБ) Многопролетная балкаВ) Тонкая плита на упругом основании под действием поперечной нагрузки |

**Средне-сложные (2 уровень)**

28 Установите соответствие между типом конечного элемента в ПК ЛИРА и числом степеней свободы в узле элемента:

 **(1Б, 2В, 3А)**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ
2. Тип 21. Четырехугольный КЭ плоской задачи (балка-стенка)
3. Тип 2. КЭ плоской рамы
 | А) 3Б) 6В) 2 |

29 Установите соответствие между типом конечного элемента в ПК ЛИРА и числом степеней свободы в узле элемента:

 **(1Б, 2В, 3А)**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Тип 12. Треугольный КЭ плиты
2. Тип 41. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки
3. Тип 1. КЭ плоской фермы
 | А) 2Б) 3В) 6 |

29 Установите соответствие между типом конечного элемента в ПК ЛИРА и вычисляемыми в нем внутренними усилиями:

 **(1Б, 2В, 3А)**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Тип 12. Треугольный КЭ плиты
2. Тип 41. Универсальный прямоугольный КЭ оболочки
3. Тип 23. Универсальный прямоугольный КЭ плоской задачи (балка-стенка)
 | А) Nx, Ny, NxyБ) Mx, My, Mxy ,Qx, QyВ) Mx, My, Mxy ,Qx, Qy, Nx, Ny, Nxy |

30 Установите соответствие между типом конечного элемента в ПК ЛИРА и вычисляемыми в нем внутренними усилиями:

 **(1Б, 2В, 3А)**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Тип 1. КЭ плоской фермы
2. Тип 2. КЭ плоской рамы
3. Тип 10. Универсальный пространственный стержневой КЭ
 | А) Mx, My, Mz, Qz, Qy, NБ) NВ) My, Qz, N |

31 Установите соответствие между соотношением *h/a* пластины (*h* – толщина, *а* – минимальный размер в плане) и предпочтительным типом КЭ в ПК ЛИРА для ее моделирования

**(1В, 2А, 3Б)**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 h/a = 1/82 h/a = 1/1503 h/a = 1/5 | А) Тип 341. Геометpически нелинейный универсальный прямоугольный КЭ оболочкиБ) Тип 15. Универсальный прямоугольный КЭ толстой плитыВ) Тип 11. Прямоугольный КЭ плиты |

32 Установите соответствие между отношением h/R оболочки (h – ее толщина, R – минимальный радиус кривизны) и предпочтительным типом КЭ в ПК ЛИРА для ее моделирования

**(1Б, 2А, 3В)**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 h/R = 1/102 h/R = 1/33 h/R = 1/200 | А) Тип 45. Универсальный прямоугольный КЭ толстой оболочкиБ) Тип 41. Универсальный прямоугольный КЭ оболочкиВ) Тип 341. Геометpически нелинейный универсальный прямоугольный КЭ оболочки |

33 Установите соответствие между решаемой задачей и уравнением (системой уравнений) МКЭ для ее решения

**(1Б, 2В, 3А)**

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3   | А) Определение частот собственных колебанийБ) Расчет сооружения на статическое воздействиеВ) Расчет сооружения на динамическое воздействие |

34 Расположите объемные конечные элементы ПК ЛИРА в порядке возрастания точности аппроксимации

А) Тип 34. Универсальный пространственный шестиузловой изопараметрический КЭ **(2)**

Б) Тип 36. Универсальный пространственный восьмиузловой изопараметрический КЭ **(3)**

В) Тип 32. Тетраэдр **(1)**

**Сложные (3 уровень)**

35 Установите соответствие между рассчитываемым объектом и предпочтительным типом конечного элемента в ПК ЛИРА-САПР для его моделирования:

**(1Б, 2А, 3В)**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 Тонкая жесткая упругая прямоугольная плита под действием нагрузки, перпендикулярной ее срединной плоскости2 Тонкая жесткая упругая оболочка в форме усеченного конуса3 Гибкая прямоугольная упругая пластина | А) КЭ 44 - Универсальный четырехугольный КЭ оболочки Б) КЭ 11 - Прямоугольный КЭ плитыВ) КЭ 341 - Геометрически нелинейный универсальный прямоугольный КЭ оболочкиГ) КЭ 291 - Физически нелинейный универсальный прямоугольный КЭ плоской задачи (балка-стенка) |

**Задания открытого типа**

**Задания на дополнение**

*Напишите пропущенное слово или числовой результат в текстовое поле.*

**Простые (1 уровень)**

36 Согласно принципу Даламбера задача динамики деформируемых систем может быть рассмотрена как статическая, если ко всем внешним силам, действующим на тело, добавить силы ………… **(инерции)**

37 Метод разложения по собственным формам можно применять только в рамках …………. расчета, так как принцип суперпозиций недействителен в рамках нелинейной теории. **(линейного)**

1. Для решения проблемы динамического расчета конструкций используют два основных метода: ……….. интегрирование уравнений движения; разложение по собственным формам. **(прямое)**

39 Эффективная ……….. масса – доля массы сооружения, участвующей в динамической реакции по определенной форме колебаний при заданном направлении сейсмического воздействия в виде смещения основания как абсолютно жесткого тела. **(модальная)**

40 В ПК ЛИРА-САПР заложена модель упругого основания Пастернака с двумя коэффициентами ………… C1 и С2. **(постели)**

1. В ………. задачах существует прямая пропорциональность между нагрузками и перемещениями вследствие малости перемещений, а также между напряжениями (усилиями) и деформациями вследствие линейного закона Гука. **(линейных)**

42 Матрица ………… связывает перемещения узлов с узловыми силами. **(жесткости)**

**Средне-сложные (2 уровень)**

43 Если веса масс заданы сосредоточенными в узлах схемы, то рекомендуется вести расчет задачи с …………. матрицей масс. **(диагональной)**

44 Для решения динамических задач может быть применена матрица масс одного из двух типов – диагональная или …………... (матрица распределенных масс). **(согласованная)**

45 При учете влияния масс только на поступательные степени свободы задается ……………… матрица масс. **(диагональная)**

46 Если требуется учесть влияние поступательных масс и на угловые степени свободы узлов схемы, то задается ………….. матрица масс. **(согласованная)**

47 В системе уравнений МКЭ для расчета сооружений на динамическое воздействие матрица [C] учитывает ……….. сооружения. **(демпфирование)**

48 В системе уравнений МКЭ  матрица [K] называется матрицей …………. конструкции. **(жесткости)**

49 Преимуществом метода конечных элементов в форме метода ………… по сравнению с МКЭ в форме метода сил является однозначность выбора основной системы. **(перемещений)**

50 При использовании МКЭ в форме метода перемещений точность определения внутренних усилий ниже, чем перемещений, поскольку усилия определяются путем ………… перемещений. **(дифференцирования)**

51 Метод конечных элементов — ……….. метод решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении задач прикладной физики и механики. **(численный)**

1. Вне своего элемента функция формы равна ………… **(нулю, 0)**
2. С точки зрения вычислительной математики, идея метода конечных элементов заключается в том, что минимизация ………….. вариационной задачи осуществляется на совокупности функций, каждая из которых определена на своей подобласти. **(функционала)**

54 Из недостатков МКЭ стоит отметить влияние размера ……….. на конечные результаты. **(сетки)**

55 В МКЭ сетку можно сделать более ………. в тех местах, где особая точность не нужна. **(редкой)**

56 В МКЭ в форме метода Бубнова-Галеркина система разрешающих уравнений строится из условия \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ невязки к базисным функциям. **(ортогональности)**

57 Для развития МКЭ особое значение имели ………… принципы механики и математические методы, основанные на этих принципах. **(вариационные)**

58 Метод конечных элементов, как и многие другие численные методы, основан на представлении реальной континуальной конструкции ее ………… моделью и замене дифференциальных уравнений, описывающих НДС сплошных тел, системой алгебраических уравнений. **(дискретной)**

59 Суть МКЭ заключается в том, что область (одно- , двух- или трехмерная), занимаемая конструкцией, разбивается на некоторое число малых, но конечных по размерам подобластей. Последние носят название конечных элементов (КЭ), а сам процесс разбивки – …………. **(дискретизацией)**

60 В отличие от реального сооружения в дискретной модели конечные элементы связываются между собой только в отдельных точках, называемых ………… **(узлами)**

61 Число узлов и число перемещений в узле (степень ……….. узла), принятые для конечного элемента, могут быть различными, однако не должны быть меньше минимально необходимых для описания напряженно-деформированного состояния КЭ в рамках принятой физической модели. **(свободы)**

62 Способ разбивки рассматриваемой области на конечные элементы, их число и число степеней свободы, а также вид аппроксимирующих функций в конечном итоге предопределяют ………… расчета конструкции. **(точность)**

63 В основе математической формулировки МКЭ в форме метода перемещений лежит вариационный принцип Лагранжа, т. е. принцип ………… потенциальной энергии системы. **(минимума)**

64 Под ……….. понимается отклонение приближенного решения от точного или истинного решения. **(точностью)**

65 Под ………….. подразумевается постепенное приближение последовательных решений к предельному, по мере того как уточняются параметры дискретной модели, такие как размеры элементов, степень аппроксимирующих функций и т. п. **(сходимостью)**

66 Ошибки …………… обусловлены разностью между действительным распределением искомых функций в пределах КЭ и их представлением с помощью аппроксимирующих функций. **(аппроксимации)**

**Сложные (3 уровень)**

67 Ошибки ………… являются результатом различий между действительной геометрией рассчитываемой области и ее аппроксимацией системой конечных элементов. **(дискретизации)**

68 В случае если матрица жесткости и вектор нагрузок конечного элемента построены в локальной (местной) системе координат, не совпадающей с ………., необходимо преобразовать их. **(глобальной)**

69 Размещение элементных матрицы жесткости (вектора нагрузок) в глобальной матрице жесткости (векторе нагрузок) может быть выполнено одним из следующих способов: непосредственное сложения жесткостей; …………. преобразование; при помощи конечно-разностных операторов. **(конгруэнтное)**

70 Статические ………… условия учитываются при формировании вектора нагрузки. **(граничные)**

**Карта учета тестовых заданий (вариант 1)**

|  |  |
| --- | --- |
| Компетенция | ПК-3: Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения |
| Индикатор | ПК-3.5: Составляет расчетные схемы зданий и сооружений и их классификацию |
| Дисциплина | Современные методы строительной механики при рациональном проектировании зданий и сооружений |
| Уровень освоения | Тестовые задания | Итого |
| Закрытого типа | Открытого типа |
| Альтернативный выбор | Установление соответствия/ последовательности | На дополнение |
| 1.1.1 (20%) | 5 | 2 | 7 | 14 |
| 1.1.2 (70%) | 17 | 7 | 24 | 48 |
| 1.1.3 (10%) | 3 | 1 | 4 | 8 |
| Итого: | 25 шт. | 10 шт. | 35 шт. | 70 шт. |

**Карта учета тестовых заданий (вариант 2)**

|  |  |
| --- | --- |
| Компетенция | ПК-3: Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения |
| Индикатор | ПК-3.5: Составляет расчетные схемы зданий и сооружений и их классификацию |
| Дисциплина | Современные методы строительной механики при рациональном проектировании зданий и сооружений |
| Уровень освоения | Тестовые задания |
| Закрытого типа | Открытого типа |
| Альтернативного выбора | Установление соответствия/Установление последовательности | На дополнение |
| 1.1.1 | 1. 1

А) Б) В) Г)2 А) Б) В) 3 А) Б) В) Г)4 А) Б) В) Г)5 А) Б) В) Г)  | 26 Установите соответствие:1 23 А) Б) В) 27 Установите соответствие:1 2 3А) Б) В)Г) | 36 37 39 40 42  |
| 1.1.2 | 6 А) Б) В)Г)7 А) Б) В) Г)8 А) Б) В) 9 А) Б) В) 10 А) Б) В) Г)11 А) Б) В) Г)12А)Б)В) Г)13 А) Б) В) Г)14 А) Б) В) Г) 15 А) Б) В) Г)16 А) Б) В) 17 А) Б) В) 18 А) Б) В) 19 А) Б) В) 20 А) Б) В) 21 А) Б) В) 22 А) Б) В) Г)  | 28 Установите соответствие:1 2 3А) Б) В) 29 Установите соответствие:1 23 А) Б) В) 30 Установите соответствие:1 23 А) Б) В) 31 Установите соответствие:1 23 А) Б) В) 32 Установите соответствие: 1 23 А) Б) В) 33 Установите соответствие:1 2 3А) Б) В) 34 Расположите в порядке возрастанияА) Б) В)  | 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66  |
| 1.1.3 | 23 А) Б) В) 24 А) Б) В) 25 А) Б) В) Г)  | 35 Установите соответствие:1 2 3А) Б) В) Г)  | 67 68 69 70  |
| Итого: | 25 шт. | 10 шт. | 35 шт. |

**Критерии оценивания**

**Критерии оценивания тестовых заданий**

Критерии оценивания: правильное выполнение одного тестового задания оценивается 1 условным баллом, неправильное – 0 баллов.

Максимальная общая сумма баллов за все правильные ответы составляет наивысший балл – 100 баллов.

**Шкала оценивания результатов компьютерного тестирования обучающихся** (рекомендуемая)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оценка  | Процент верных ответов | Баллы  |
| «удовлетворительно» | 70-79% | 61-75 баллов |
| «хорошо» | 80-90% | 76-90 баллов |
| «отлично» | 91-100% | 91-100 баллов |

**Ключи ответов**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ тестовых заданий** | **Номер и вариант правильного ответа** |  |  | **36** | инерции |
| **1** | А |  |  | **37** | линейного |
| **2** | А |  |  | **38** | прямое |
| **3** | А |  |  | **39** | модальная |
| **4** | Б |  |  | **40** | постели |
| **5** | А |  |  | **41** | линейных |
| **6** | А |  |  | **42** | жесткости |
| **7** | А |  |  | **43** | диагональной |
| **8** | Б |  |  | **44** | согласованная |
| **9** | В |  |  | **45** | диагональная |
| **10** | А |  |  | **46** | согласованная |
| **11** | Б |  |  | **47** | демпфирование |
| **12** | Б |  |  | **48** | жесткости |
| **13** | В |  |  | **49** | перемещений |
| **14** | А |  |  | **50** | дифференцирования |
| **15** | Б |  |  | **51** | численный |
| **16** | А |  |  | **52** | нулю, 0 |
| **17** | А |  |  | **53** | функционала |
| **18** | А |  |  | **54** | сетки |
| **19** | Б |  |  | **55** | редкой |
| **20** | Б |  |  | **56** | ортогональности |
| **21** | Б |  |  | **57** | вариационные |
| **22** | А |  |  | **58** | дискретной |
| **23** | В |  |  | **59** | дискретизацией |
| **24** | А |  |  | **60** | узлами |
| **25** | В |  |  | **61** | свободы |
| **26** | 1А 2В 3Б |  |  | **62** | точность |
| **27** | 1А 2Б 3В |  |  | **63** | минимума |
| **28** | 1Б 2В 3А |  |  | **64** | точностью |
| **29** | 1Б 2В 3А |  |  | **65** | сходимостью |
| **30** | 1Б 2В 3А |  |  | **66** | аппроксимации |
| **31** | 1В 2А 3Б |  |  | **67** | дискретизации |
| **32** | 1Б 2А 3В |  |  | **68** | глобальной |
| **33** | 1Б 2В 3А |  |  | **69** | конгруэнтное |
| **34** | А(2), Б(3), В(1) |  |  | **70** | граничные |
| **35** | 1Б 2А 3В |  |  |  |  |