

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.13 «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ»

*для специальности*

*23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»*

*по специализациям*

*«Пассажирские вагоны»*

*«Грузовые вагоны»*

*«Технология производства и ремонта подвижного состава»*

*«Электрический транспорт железных дорог»*

*«Высокоскоростной наземный транспорт»*

*«Локомотивы»*

Санкт-Петербург  
2025

**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
<i>ОПК-1: Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования</i>		
<i>ОПК-1.1.2 Знает методы математического анализа при решении инженерных задач в профессиональной деятельности</i>	<i>Обучающийся знает: теоретические, расчетные и экспериментальные методы, используемые при решении инженерных задач в профессиональной деятельности по следующим разделам: – Моделирование как научный прием; – Формы математических моделей и методы их решения; – Эмпирические модели; – Численное интегрирование; – Метод конечных элементов.</i>	<i>Вопросы к зачету, экзамену Тестовые задания</i>
<i>ОПК-1.2.2 Умеет применять методы математического моделирования при решении инженерных задач в профессиональной деятельности</i>	<i>Обучающийся умеет: решать задачи в области профессиональной деятельности по следующим разделам: – Формы математических моделей и методы их решения; – Эмпирические модели; – Численное интегрирование; – Метод конечных элементов.</i>	<i>Вопросы к зачету, экзамену Тестовые задания</i>

ОПК-1.3.1 Имеет навык решения инженерных задачи в профессиональной деятельности с использованием математического моделирования	Обучающийся имеет опыт деятельности (имеет навыки): создания моделей в области профессиональной деятельности по следующим разделам: – Формы математических моделей и методы их решения; – Эмпирические модели; – Численное интегрирование; – Метод конечных элементов.	Вопросы к зачету, экзамену Лабораторные работы № 1 -9 Тестовые задания
ОПК-4.3.1 Имеет навык проектирования и расчета транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	Обучающийся имеет опыт деятельности (имеет навыки): проектирования и расчетов транспортных объектов в соответствии с нормативными документами: – Моделирование как научный прием; – Формы математических моделей и методы их решения; – Эмпирические модели; – Численное интегрирование; – Метод конечных элементов.	Вопросы к зачету, экзамену Лабораторные работы № 1 -9 Тестовые задания

Т а б л и ц а 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-1.1.2 Знает методы математического анализа при решении инженерных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся знает: теоретические, расчетные и экспериментальные методы, используемые при решении инженерных задач в профессиональной деятельности по следующим разделам: – Моделирование как научный прием; – Формы математических моделей и методы их решения; – Эмпирические модели; – Численное интегрирование; – Метод конечных элементов.	Вопросы к зачету, экзамену Тестовые задания

ОПК-1.2.2 Умеет применять методы математического моделирования при решении инженерных задач в профессиональной деятельности	Обучающийся умеет: решать задачи в области профессиональной деятельности по следующим разделам: – Формы математических моделей и методы их решения; – Эмпирические модели; – Численное интегрирование; – Метод конечных элементов.	Вопросы к зачету, экзамену Тестовые задания
ОПК-1.3.1 Имеет навык решения инженерных задачи в профессиональной деятельности с использованием математического моделирования	Обучающийся имеет опыт деятельности (имеет навыки): создания моделей в области профессиональной деятельности по следующим разделам: – Формы математических моделей и методы их решения; – Эмпирические модели; – Численное интегрирование; – Метод конечных элементов.	Вопросы к зачету, экзамену Лабораторные работы № 1,2, 5, 6, 7 Тестовые задания
ОПК-4.3.1 Имеет навык проектирования и расчета транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	Обучающийся имеет опыт деятельности (имеет навыки): проектирования и расчетов транспортных объектов в соответствии с нормативными документами: – Моделирование как научный прием; – Формы математических моделей и методы их решения; – Эмпирические модели; – Численное интегрирование; – Метод конечных элементов.	Вопросы к зачету, экзамену Лабораторные работы № 1,2, 5, 6, 7 Тестовые задания

### Материалы для текущего контроля

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

#### Перечень и содержание лабораторных работ

1. Лабораторная работа №1. «Моделирование математического маятника в программном комплексе «Универсальный механизм»»:

- 1.1 Формирование цели работы.
- 1.2 Создание графических образов элементов механической системы.
- 1.3 Задание характеристик твердых тел.
- 1.4 Связь тел между собой посредством шарниров.
- 1.5 Математическое моделирование движения маятника при различных значениях его массы и длины нити.

1.6 Вывод результатов моделирования в виде графиков зависимости амплитуды колебаний маятника от времени.

1.7 Формулирование выводов по результатам работы.

2. *Лабораторная работа №2. «Моделирование системы «Груз на пружине» в программном комплексе «Универсальный механизм»»:*

2.1 Формирование цели работы.

2.2 Создание графических образов элементов механической системы.

2.3 Задание характеристик твердых тел.

2.4 Связь тел между собой посредством шарниров.

2.5 Описание сил взаимодействия между телами.

2.6 Математическое моделирование движения груза при различных начальных условиях (свободные и вынужденные колебания).

2.7 Вывод результатов моделирования в виде графиков зависимости амплитуды колебаний груза от времени и спектральной плотности процесса.

2.8 Формулирование выводов по результатам работы.

3. *Лабораторная работа №3. «Моделирование системы «Груз на плоскости» в программном комплексе «Универсальный механизм»»:*

3.1 Формирование цели работы.

3.2 Создание графических образов элементов механической системы.

3.3 Задание характеристик твердых тел.

3.4 Связь тел между собой посредством шарниров.

3.5 Описание сил взаимодействия между телами.

3.6 Математическое моделирование движения груза при различных начальных условиях (свободные и вынужденные колебания).

3.7 Вывод результатов моделирования в виде графиков зависимости амплитуды колебаний груза от времени и спектральной плотности процесса.

3.8 Формулирование выводов по результатам работы.

4. *Лабораторная работа №4. «Моделирование движения одиночной колесной пары в программном комплексе «Универсальный механизм»» (дополнительная работа):*

4.1 Формирование цели работы.

4.2 Изучение способов использования подструктуры «колесная пара» в программном комплексе.

4.3 Задание характеристик тел.

4.4 Задание связи колесной пары с рельсовым путем.

4.5 Неровности рельсового пути и их задание в программном комплексе.

4.6 Математическое моделирование движения колесной пары по пути с и без неровностей рельсовых нитей.

4.7 Вывод результатов моделирования и анализ степени отступления рельсовых нитей.

4.8 Формулирование выводов по результатам работы.

5. *Лабораторные работы №5,6,7,8,9. «Моделирование балки / фермы / кронштейна / пластины с отверстием / воздушного резервуара в программном комплексе «ANSYS»»:*

5.1 Формирование цели работы.

- 5.2 Задание типа конечного элемента.
- 5.3 Выбор характеристик материала.
- 5.4 Выбор сечения.
- 5.5 Построение геометрической модели.
- 5.6 Создание конечно-элементной модели.
- 5.7 Выбор граничных условий.
- 5.8 Программный расчет.
- 5.9 Вывод результатов расчета.
- 5.10 Формулирование выводов по результатам работы.

#### Тестовые задания (примеры)

1. Расставьте по порядку этапы проведения математического моделирования:
  - анализ результатов;
  - постановка цели;
  - создание концептуальной модели;
  - исследование модели;
  - формирование модели в формализованном виде.
2. Соотнесите требование к математической модели с его описанием:
  - адекватность;
  - робастность;
  - универсальность;
  - потенциальность;
  - экономичность.

а) устойчивость модели к погрешностям исходных данных;

б) модель отображает заданные свойства объекта (процесса) с требуемой точностью в пределах определенной области значений параметров;

в) модель содержит в себе знание, которое еще может быть приобретено исследователем;

г) модель пригодна для использования большого круга задач;

д) модель требует минимальных затрат ресурсов.
3. К числовым вероятностным характеристикам случайного процесса относятся:
  - математическое ожидание;
  - погрешность округления;
  - дисперсия;
  - среднее квадратичное отклонение;
  - преобразование Лапласа.
4. Расставьте стадии создания модели в программном комплексе «Универсальный механизм» в правильном порядке.
  - задание характеристик связей тел между собой через силовые элементы;
  - создание графических тел;
  - создание твердых тел модели;
  - описанием шарнирных связей;
  - задание начальных условий и дополнительных внешних воздействий.
5. Выберите неверное утверждение.

- итерационные методы решения уравнений построены по принципу многократного вычисления последовательных приближений, сходящихся к искомому решению;
  - этапами численного решения нелинейного уравнения являются отделение корней и их уточнение;
  - любое выбранное начальное приближение корня приводит к сходимости метода Ньютона при решении нелинейных уравнений;
  - метод Рунге - Кутты может применяться для решения одного дифференциального уравнения, а также для решения системы дифференциальных уравнений.
6. Дайте определение термина «Математическое моделирование».
  7. Найти общее и частное решения дифференциального уравнения  $y=y'$  (или  $y = dy/dt$ ). Начальные условия:  $y_0 = 1$  при  $t_0 = 0$ .
  8. Приведите пример описания сил взаимодействия между элементами железнодорожного экипажа в программном комплексе «Универсальный механизм».
  9. Назовите две составляющие компоненты, содержащие математическое описание оптимизационной задачи.
  10. Запишите выражение для комплексной функции частоты (амплитудно-фазовой частотной характеристики) и изобразите ее на комплексной плоскости.

## **Материалы для промежуточной аттестации**

### Перечень вопросов к зачету

#### Модуль 1

1. Основные понятия моделирования. Область применения и роль моделирования. Связь проектирования и моделирования.
  2. История развития вычислительной техники. Поколения компьютеров.
  3. Виды моделей при моделировании. Примеры моделей.
  4. Математическое моделирование. Понятие, цель математического моделирования.
- Виды математических моделей при моделировании.
5. Математическое моделирование. Этапы построения математических моделей.
  6. Математическое моделирование. Требования к математической модели.
  7. Моделирование статических и динамических процессов. Примеры статических и динамических систем. Примеры используемых методов при решении задач статики и динамики.
  8. Математические модели в форме систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Понятия, область применения, примеры формирования моделей.
  9. Методы в «Универсальном механизме» для упрощения процедуры ввода исходных данных.
  10. Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Решить систему любым прямым методом.
  11. Основные группы методов решения моделей в форме СЛАУ.
  12. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Показать пример решения системы итерационным методом.
  13. Математические модели в форме нелинейных алгебраических уравнений. Понятия, область применения, пример формирования моделей.
  14. Методы решения нелинейных алгебраических уравнений. Этапы численного решения нелинейного уравнения.
  15. Метод итерации при решении нелинейных алгебраических уравнений. Односторонняя и двусторонняя сходимость итерационного процесса, геометрическая интерпретация сходящегося и расходящегося итерационного процесса.

16. Метод итерации при решении нелинейных алгебраических уравнений. Преобразование исходного уравнения к виду, обеспечивающему сходимость итерационного процесса.
17. Приближенные методы уточнения корней нелинейного уравнения при его решении.
18. Математические модели в форме обыкновенных дифференциальных уравнений. Основные понятия, область применения.
19. Математические модели в форме обыкновенных дифференциальных уравнений. Классификация динамических систем.
20. Математические модели в форме обыкновенных дифференциальных уравнений. Общее и частное решение дифференциального уравнения. Задача Коши.
21. Геометрический смысл задачи Коши.
22. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Суть численных методов решения.
23. Методы численного интегрирования.
24. Явления и процессы, которые могут быть описаны дифференциальными уравнениями с частными производными.
25. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Метод Эйлера и Рунге-Кутты.
26. Характеристики, описывающие Гауссовский случайный процесс.
27. Этапы аппроксимации таблично заданной функции.
28. Порядок создания модели в программном комплексе «Универсальный механизм».
29. Виды графических элементов и шарнирных связей в программном комплексе «Универсальный механизм».
30. Виды сил в программном комплексе «Универсальный механизм». Параметры, характеризующие эти силы.
31. Понятие степени свободы твердого тела. Формы колебаний рельсового транспортного средства.
32. Свободные, вынужденные колебания механической системы. Параметры, характеризующие их.
33. Понятие расчетной схемы, пример расчетной схемы железнодорожного экипажа. Составить уравнение движения экипажа по представленной расчетной схеме.
34. Программные комплексы для моделирования динамики железнодорожных экипажей.

### Перечень вопросов к экзамену

#### Модуль 2

1. Формы математических моделей. Методы решения. Области применения.
2. Математические модели в форме обыкновенных дифференциальных уравнений. Задача Коши. Отличие ОДУ от дифференциальных уравнений с частными производными.
3. Математические модели в форме дифференциальных уравнений с частными производными. Форма уравнения, область применения, методы решения.
4. Математические модели в форме интегральных уравнений. Форма уравнения, область применения, методы решения.
5. Математические модели в форме интегральных уравнений. Классические методы численного интегрирования.
6. Детерминированные и стохастические математические модели. Отличие подходов при разработке моделей. Область допустимого применения детерминированных и стохастических математических моделей.
7. Особенности моделирования случайного процесса. Числовые вероятностные характеристики случайных процессов. Стационарность и эргодичность случайного процесса.



8. Особенности моделирования случайного процесса. Закон и функция распределения случайной величины (понятие, математическое описание). Плотность распределения вероятности (понятие, виды).
9. Построение эмпирических моделей на основе аппроксимации данных. Этапы решения задачи аналитического приближения функций.
10. Построение эмпирических моделей на основе аппроксимации данных. Метод наименьших квадратов.
11. Решение задачи интерполяции при построении эмпирических моделей. Интерполяция полиномом в каноническом виде.
12. Решение задачи интерполяции при построении эмпирических моделей. Интерполяция полиномом Лагранжа.
13. Решение задачи интерполяции при построении эмпирических моделей. Интерполяция сплайнами.
14. Математические модели в частотной области. Амплитудно-фазовая частотная характеристика.
15. Математические модели оптимизационных задач. Пример транспортной задачи.
16. Искусственный интеллект. Понятие, область использования. Нейронные сети в искусственном интеллекте.
17. Метод конечных элементов. Понятие, история возникновения, область применения.
18. Сущность и понятия метода конечных элементов. Типы конечных элементов.
19. Сущность и понятия метода конечных элементов. Пример задачи, решаемой МКЭ. Порядок решения.
20. Основные этапы конечно-элементного анализа при исследовании прочности конструкций.
21. Порядок создания модели в программном комплексе «Универсальный механизм».
22. Виды графических элементов и шарнирных связей в программном комплексе «Универсальный механизм».
23. Виды сил в программном комплексе «Универсальный механизм». Параметры, характеризующие эти силы.
24. Понятие степени свободы твердого тела. Формы колебаний рельсового транспортного средства.
25. Свободные, вынужденные колебания механической системы. Параметры, характеризующие их. Резонанс.

### 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.

Для очной формы обучения

#### Модуль 1

Т а б л и ц а 3.1 – Оценивание лабораторных работ (модуль 1)

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оцениван ия
1.	Лабораторная работа № 1-3	Соответствие методике выполнения	Соответствует	5
			Не соответствует	0
		Срок выполнения и защиты работы	В срок	5
			Работа выполнена и защищена с опозданием менее, чем на 2 недели	3
			Работа выполнена и защищена с опозданием на 2 недели и более	1
		Правильность ответа на вопросы	Получены правильные ответы на вопросы	10
			Получены частично правильные ответы	5
			Получены неправильные ответы	0
		Итого максимальное количество баллов за лабораторную работу		
2.	Лабораторная работа № 4	Соответствие методике выполнения	Соответствует	3
			Не соответствует	0
		Срок выполнения и защиты работы	В срок	3
			Работа выполнена и защищена с опозданием менее чем на 2 недели	2
			Работа выполнена и защищена с опозданием на 2 недели и более	1
		Правильность ответа на вопросы	Получены правильные ответы на вопросы	4
			Получены частично правильные ответы	2
			Получены неправильные ответы	0
		Итого максимальное количество баллов за лабораторную работу		
ИТОГО максимальное количество баллов				70

Модуль 2

Т а б л и ц а 3.2 – Оценивание лабораторных работ (модуль 2)

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1.	Лабораторная работа № 5-9	Соответствие методике выполнения	Соответствует	4
			Не соответствует	0
		Срок выполнения и защиты работы	В срок	5
			Работа выполнена и защищена с опозданием менее чем на 2 недели	3
			Работа выполнена и защищена с опозданием на 2 недели и более	1
		Правильность ответа на вопросы	Получены правильные ответы на вопросы	5
			Получены частично правильные ответы	3
			Получены неправильные ответы	0
		Итого максимальное количество баллов за лабораторную работу		
ИТОГО максимальное количество баллов				70

Т а б л и ц а 3.3– Оценивание лабораторных работ

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оцениван ия
1.	Лабораторная работа №1,2,5,6,7	Соответствие методике выполнения	Соответствует	4
			Не соответствует	0
		Срок выполнения и защиты работы	В срок	5
			Работа выполнена и защищена с опозданием менее чем на 2 недели	3
			Работа выполнена и защищена с опозданием на 2 недели и более	1
		Правильность ответа на вопросы	Получены правильные ответы на вопросы	5
			Получены частично правильные ответы	3
			Получены неправильные ответы	0
		Итого максимальное количество баллов за работу		
ИТОГО максимальное количество баллов				70

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

Процедура оценивания индикаторов достижения компетенций представлена в таблицах 4.1, 4.2, 4.3.

Для очной формы обучения

#### Формирование рейтинговой оценки по дисциплине

Т а б л и ц а 4.1

#### Модуль 1

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
1. Текущий контроль успеваемости	<i>Перечень заданий текущего контроля в соответствии с таблицей 3.1</i>	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.1 Допуск к зачету/экзамену $\geq 50$ баллов
2. Промежуточная аттестация	<i>Перечень вопросов к зачету, тестовые задания</i>	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>– получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов;</li> <li>– получены достаточно полные ответы на вопросы – 20...24 балла;</li> <li>– получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...20 баллов;</li> <li>– не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов.</li> </ul>

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«зачтено» – 60 – 100 баллов «не зачтено» – менее 59 баллов (вкл.)		

Процедура проведения *зачета* осуществляется в форме письменного / устного ответа на вопросы билета.

Билет на *зачет* содержит вопросы из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2 и может включать иные задания (задачи, системы уравнений и т.д).

Тестовые задания промежуточной аттестации оцениваются по процедуре оценивания таблицы 4.1.

Т а б л и ц а 4.2

## Модуль 2

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
<b>1. Текущий контроль успеваемости</b>	<i>Перечень заданий текущего контроля в соответствии с таблицей 3.2</i>	70	Количество баллов определяется в соответствии с таблицей 3.2 Допуск к защите курсового проекта/работы > 45 баллов
<b>2. Промежуточная аттестация</b>	<i>Перечень вопросов к экзамену, тестовые задания</i>	30	– получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов; – получены достаточно полные ответы на вопросы – 20...24 балла; – получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...20 баллов; – не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов.
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	«Отлично» – 86 – 100 баллов «Хорошо» – 75 – 85 баллов «Удовлетворительно» – 60 – 74 баллов «Неудовлетворительно» – менее 59 баллов (вкл.)		

Процедура проведения *экзамена* осуществляется в форме письменного / устного ответа на вопросы билета.

Билет на *экзамен* содержит вопросы из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2 и может включать иные задания (задачи, системы уравнений и т.д).

Тестовые задания промежуточной аттестации оцениваются по процедуре оценивания таблицы 4.2.

Т а б л и ц а 4.3

Вид контроля	Материалы, необходимые для оценки индикатора достижения компетенции	Максимальное количество баллов в процессе оценивания	Процедура оценивания
<b>1. Текущий контроль успеваемости</b>	<i>Перечень заданий текущего контроля в соответствии с таблицей 3.3</i>	70	Допуск к зачету / экзамену $\geq 70$ баллов
<b>2. Промежуточная аттестация</b>	<i>Перечень вопросов к зачету/экзамену, тестовые задания</i>	30	<ul style="list-style-type: none"> <li>– получены полные ответы на вопросы – 25...30 баллов;</li> <li>– получены достаточно полные ответы на вопросы – 20...24 балла;</li> <li>– получены неполные ответы на вопросы или часть вопросов – 11...20 баллов;</li> <li>– не получены ответы на вопросы или вопросы не раскрыты – 0...10 баллов.</li> </ul>
<b>ИТОГО</b>		<b>100</b>	
<b>3. Итоговая оценка</b>	<p>«зачтено» – 60 – 100 баллов  «не зачтено» – менее 59 баллов (вкл.)  или  «Отлично» – 86 – 100 баллов  «Хорошо» – 75 – 85 баллов  «Удовлетворительно» – 60 – 74 баллов  «Неудовлетворительно» – менее 59 баллов (вкл.)</p>		

Процедура проведения *зачета* осуществляется в форме устного ответа на вопросы билета. Билет на *зачет* содержит вопросы из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2.

Процедура проведения *экзамена* осуществляется в форме устного ответа на вопросы билета. Билет на *экзамен* содержит вопросы из перечня вопросов промежуточной аттестации п.2.

Тестовые задания промежуточной аттестации оцениваются по процедуре оценивания таблицы 4.3.

## 5. Оценочные средства для диагностической работы по результатам освоения дисциплины

Проверка остаточных знаний обучающихся по дисциплине ведется с помощью оценочных материалов текущего и промежуточного контроля по проверке знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижения компетенций.

Оценочные задания для формирования диагностической работы по результатам освоения дисциплины приведены в таблице 5.1.

Т а б л и ц а 5.1

Индикатор достижения компетенции Знает - 1; Умеет- 2; Опыт деятельности - 3 (владеет/ имеет навыки)	Содержание задания	Варианты ответа на вопросы тестовых заданий (для заданий закрытого типа)	Эталон ответа
Модуль 1			
<i>ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования</i>			
<i>ОПК-1.1.2</i> — <b>Знает</b> методы математического анализа при решении инженерных задач в профессиональной деятельности	1. Расставьте по порядку этапы проведения математического моделирования.	1. анализ результатов; 2. постановка цели; 3. создание концептуальной модели; 4. исследование модели; 5. формирование модели в формализованном виде.	постановка цели; создание концептуальной модели; формирование модели в формализованном виде; исследование модели; анализ результатов.
	2. Соотнесите требование к математической модели с его описанием:	1. адекватность; 2. робастность; 3. универсальность; 4. потенциальность; 5. экономичность.  а) устойчивость модели к погрешностям исходных данных; б) модель отображает заданные свойства объекта (процесса) с требуемой точностью в пределах определенной области значений параметров; в) модель содержит в себе знание, которое еще может быть приобретено исследователем; г) модель пригодна для использования большого круга задач; д) модель требует минимальных затрат ресурсов.	1б, 2а, 3г, 4в, 5д

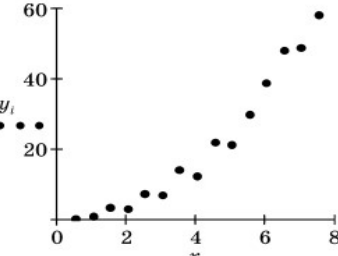
	3. Укажите, что из перечисленного относится к числовым вероятностным характеристикам случайного процесса (выбрать несколько правильных ответов).	1. математическое ожидание; 2. погрешность округления; 3. дисперсия; 4. среднее квадратичное отклонение; 5. преобразование Лапласа.	математическое ожидание, дисперсия; среднее квадратичное отклонение
	4. Выберите неверное утверждение (один правильный ответ).	1. итерационные методы решения уравнений построены по принципу многократного вычисления последовательных приближений, сходящихся к искомому решению; 2. этапами численного решения нелинейного уравнения являются отделение корней и их уточнение; 3. любое выбранное начальное приближение корня приводит к сходимости метода Ньютона при решении нелинейных уравнений; 4. метод Рунге - Кутты может применяться для решения одного дифференциального уравнения, а также для решения системы дифференциальных уравнений.	любое выбранное начальное приближение корня приводит к сходимости метода Ньютона при решении нелинейных уравнений
	5. Что такое сплайн (выбрать один правильный ответ).	1. метод построения гладкой функции; 2. алгоритм вычисления значений таблично заданной функции; 3. функция, образуемая из последовательности сопряженных полиномов.	функция, образуемая из последовательности сопряженных полиномов
	6. Продолжите фразу: «В отличие от обыкновенных дифференциальных уравнений, в уравнениях с частными производными неизвестная функция зависит от...».	1. нескольких переменных; 2. одной переменной; 3. суммы коэффициентов перед переменной.	нескольких переменных
	7. Полную математическую модель дифференциальных уравнений с частными производными составляют (выбор нескольких вариантов ответов):	1. система основных уравнений; 2. система граничных условий; 3. система начальных условий;	система основных уравнений; система граничных условий; система начальных условий


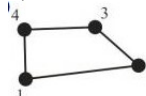
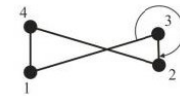
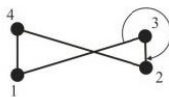


		4. система интегральных преобразований.	
	8. Для решения ДУЧП используют метод сеток, основывающийся на... (один правильный ответ).	1. представлении производных разностными выражениями; 2. представлении производных интерполирующими полиномами; 3. представлении производных в виде амплитудно-фазовых характеристик.	представлении производных разностными выражениями
	9. Приведите не менее трех явлений/процессов, которые могут быть описаны дифференциальными уравнениями с частными производными.	-	Динамика жидкости, задачи теплопередачи, механика систем
	10. Укажите, какие из перечисленных особенностей можно отнести к задачам, решаемым искусственным интеллектом? (множественный выбор).	а) не известен алгоритм решения задачи; б) используются данные в виде чисел, изображений, звуков; в) нет возможности выбора, однозначное решение; г) возможность получения нового знания.	не известен алгоритм решения задачи; используются данные в виде чисел, изображений, звуков; возможность получения нового знания
	11. Выберите один вариант ответа, соответствующей характеристике нейронной сети.	а) используется один отдельный нейрон; б) между нейронами установлены постоянные, не подлежащие изменению, весовые связи; в) блок обработки сети включает в себя вычисление входного сигнала, сравнение с пороговым значением, выдачу результата.	блок обработки сети включает в себя вычисление входного сигнала, сравнение с пороговым значением, выдачу результата
	12. Назовите, с помощью каких двух характеристик может быть полностью описан Гауссовский случайный процесс.	-	математическое ожидание, дисперсия (или СКО)
	13. Правильно сопоставьте термин и его определение.	1. методы, позволяющие выразить решение через элементарные или специальные функции, или через интегралы от элементарных функций; 2. методы, позволяющие получить приближенное решение дифференциального уравнения в виде	1а, 2б, 3в

		<p>аналитического выражения;  3. методы, предполагающие получение приближенного решения дифференциального уравнения в виде таблицы приближенных значений искомой функции <math>y(t)</math> для ряда значений независимой переменной <math>t</math> из интервала <math>[t_0; T]</math>.</p> <p>а) методы точного решения;  б) приближенно-аналитические методы;  в) численные методы.</p>	
	14. Назовите, в чем заключается геометрический смысл задачи Коши?		Существует единственная кривая, которая проходит через точку с координатами, удовлетворяющими начальным условиям
	15. Выберите верные утверждения (множественный выбор):	<p>а) Детерминированная модель устанавливает вероятностные отношения между входными и выходными процессами (сигналами);  б) Стохастическая модель отображает физические процессы в реальной системе  в) Детерминированная математическая модель отображает реальные физические процессы в усредненном смысле;  г) реализация, анализ и исследование детерминированной модели много проще, чем стохастической.</p>	<p>Стохастическая модель отображает физические процессы в реальной системе;  Детерминированная математическая модель отображает реальные физические процессы в усредненном смысле;  Реализация, анализ и исследование детерминированной модели много проще, чем стохастической.</p>
ОПК-1.2.2 – <i>Умеет применять методы математического моделирования при решении инженерных</i>	1.Перечислите, какие основные две группы методов решения моделей в форме СЛАУ существуют?	-	Прямые (точные), итерационные

<i>задач в профессиональной деятельности</i>	2. К каким методам решения математических моделей в форме нелинейных уравнений относится метод Ньютона? (один правильный ответ)	1. приближенным, итерационным; 2. точным; 3. промежуточным, приближенным.	приближенным , итерационным
	3. Какие методы решения уравнений относятся к разряду итерационных? (выберите нескольких правильных ответов)	1. метод Гаусса; 2. матричный метод; 3. метод Якоби; 4. метод Крамера; 5. метод Зейделя.	Метод Якоби, метод Зейделя
	4. Назовите два основных этапа численного решения нелинейных уравнений.	-	Отделение корней, уточнение корней
	5. Какой из перечисленных методов не относится к способу отделения корней уравнения при их решении ?	1. по графику функции; 2. замена уравнения равносильным; 3. по таблице значений функции; 4. по аппроксимирующей кривой; 5. аналитический метод.	По аппроксимирующей кривой
	6. Назовите не менее двух приближенных методов уточнения корней уравнения при его решении.	-	Метод половинного деления, метод Ньютона, метод итерации
	7. К каким динамическим системам относятся свободные электромагнитные колебания?	1. диссипативные; 2. консервативные.	Диссипативные

	8. Какие два основных этапа аппроксимации таблично заданной функции можно выделить?	-	Выбор класса аппроксимирующей функции и определение параметров аппроксимирующей функции
	9. Какой функцией необходимо аппроксимировать данные, представленные на рисунке? 	а) $y = kx + b$ б) $y = ax^2$ в) $y = ax^3$	$y = ax^2$
	10. Выберите верное утверждение: «Метод наименьших квадратов обеспечивает получение аппроксимирующей функции на основе критерия...»	1. минимума суммы квадратов отклонений; 2. максимума суммы площадей квадратов; 3. минимума суммы отклонений.	Минимума суммы квадратов отклонений
	11. Сопоставьте верно термин и его определение.	1. Аппроксимация 2. Регрессия (уравнение регрессии) 3. Интерполяция 4. Экстраполяция  а) аналитическое выражение, описывающее связь зависимой величины с независимыми;  б) приближение исходной функции другой более простой функцией;  в) определение значения функции в точке, находящейся за пределами	1б, 2а, 3г, 4в

		диапазона точек данных;  г) вычисление неизвестных промежуточных значений функции, по имеющемуся дискретному набору ее известных значений.	
	12. Назовите не менее 3 методов численного интегрирования.	-	Метод прямоугольников, метод трапеций, метод Симпсона, метод Монте-Карло
	13. Чем задаётся связь между перемещениями узлов системы и силами, действующими на них в конечно-элементной модели? (один правильный ответ).	а) матрицей жесткости;  б) вектором узловых перемещений;  в) числом степеней свободы.	Матрицей жесткости
	14. Выберите неверную форму конечного элемента (один правильный ответ).	а)  б)  в) 	
	15. Назовите суть принципа Д'Аламбера (один правильный ответ):	а) Если к заданным (активным) силам, действующим на точки механической системы, и реакциям наложенных связей присоединить силы инерции, то получится уравновешенная система	Если к заданным (активным) силам, действующим на точки механической системы, и реакциям наложенных связей присоединить силы инерции, то получится уравновешенная система сил

		<p>сил;</p> <p>б) В консервативных системах имеет место закон сохранения механической энергии, то есть сумма кинетической энергии и потенциальной энергии системы постоянна;</p> <p>в) Большинство физических законов природы формируется на языке уравнений в частных производных.</p>	
Модуль 2			
<p>ОПК-1.3.1</p> <p>– <b>Имеет навык</b> решения инженерных задачи в профессиональной деятельности с использованием математического моделирования</p>	<p>1. Программный комплекс «ANSYS» состоит из трех основных модулей. Расставьте по порядку модули, в которых строится работа по построению, расчету модели и просмотру результата.</p>	<p>1. General Postproc модуль. 2. Solution модуль. 3. Preprocessor модуль.</p>	<p>1. Preprocessor модуль. 2. Solution модуль. 3. General Postproc модуль</p>
	<p>2. Соотнесите использование различных модулей с их описаниями:</p>	<p>1. Preprocessor 2. Solution модуль 3. General Postproc ;</p> <p>а) В этом модуле выбирается алгоритм решения задачи, задается точность и скорость решения, и производится расчет конструкции методом конечных элементов. В этом модуле также можно задавать кинематические и силовые граничные условия;</p> <p>б) Модуль, который используется для построения геометрической модели конструкции, задания типов конечных элементов, свойств материалов, разбиения конструкции на конечные элементы, задания кинематических и силовых граничных условий;</p> <p>в) Модуль, в котором производится</p>	<p>1б, 2а, 3в</p>

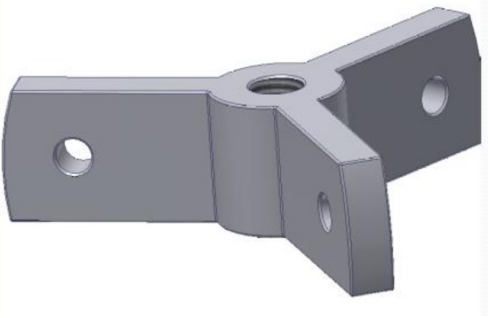

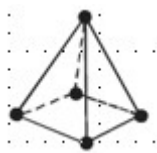


		анализ решения задачи. Модуль обеспечивает вывод на экран в графической форме результатов расчета и запись полученных результатов во внешний графический файл.	
	3. Укажите, что из перечисленного используется для генерации сетки конечных элементов (один правильный ответ).	1. Группа команд Sections; 2. Группа команд Meshing; 3. Группа команд Modeling	Группа команд Meshing;
	4. Выберите неверное утверждение (выбрать один ответ).	1. Группа команд Loads служит для задания кинематических и силовых граничных условий. В этой группе команд производится закрепление модели и приложение необходимых нагрузок; 2. Группа команд Material Props используется для управления нумерацией и анализа геометрических примитивов (точек, линий, поверхностей, объемных тел), а также узлов и конечных элементов на предмет совпадения в пределах указанного допуска. Примитивы, совпадающие друг с другом в пределах указанного допуска преобразуются в один примитив; 3. Группа команд Element Type служит для задания типов конечных элементов используемых для решения задачи.	Группа команд Material Props используется для управления нумерацией и анализа геометрических примитивов (точек, линий, поверхностей, объемных тел), а также узлов и конечных элементов на предмет совпадения в пределах указанного допуска. Примитивы, совпадающие друг с другом в пределах указанного допуска преобразуются в один примитив
	5. Укажите, какая из перечисленных групп служит для задания кинематических и силовых граничных условий. В этой группе команд производится закрепление модели и приложение необходимых нагрузок (один правильный ответ).	1. Группа Modeling; 2. Группа команд Element Type 3. Группа команд Loads	Группа команд Loads

	6.Какая группа команд в Модуле SOLUTION выполняет решение задачи? (один правильный ответ).	1. Группа команд Define Loads 2. Группа Analysis Type 3. Группа команд Solve	Группа команд Solve
	7. Выберите верное определение «МОДУЛЬ GENERAL POSTPROC – это модуль...»: (один правильный ответ).	1. Модуль, в котором производится только анализ решения задачи 2. Модуль, в котором производится анализ решения задачи и Модуль обеспечивает вывод на экран в графической форме результатов расчета и запись полученных результатов во внешний графический файл. 3. Модуль обеспечивает вывод на экран в графической форме результатов расчета и запись полученных результатов во внешний графический файл.	Модуль, в котором производится анализ решения задачи и Модуль обеспечивает вывод на экран в графической форме результатов расчета и запись полученных результатов во внешний графический файл.
	8. Выберите модуль, подходящий под описание: «Этот модуль также разделяется на группы команд, но для анализа прочности достаточно использовать только группу команд Plot Results, которая обеспечивает вывод на экран результатов расчета».	1. Модуль Solution. 3. Модуль Preprocessor. 3. Модуль GENERAL POSTPROC	Модуль GENERAL POSTPROC
	9. В Модуле препроцессор при открытии команды Material Props и выборе команды Material Models, откроется окно ... (один правильный ответ).	1. откроется окно задание характеристик материала 2. откроется окно задание тип элемента 3. откроется команда задания плотности материала	откроется окно задание характеристик материала
	10. Задание точек в геометрической модели создается следующим образом: (один правильный ответ).	1. Войти в подгруппу команд Create (щелкнув на ее название левой кнопкой мыши), а затем войти в подгруппу Keypoints и щелкнуть левой кнопкой мыши на In Active CS. 2. Открыть группу Lines (линии), далее подгруппу Lines (прямая линия) и дать команду Straight Line.	Войти в подгруппу команд Create (щелкнув на ее название левой кнопкой мыши), а затем войти в подгруппу Keypoints и щелкнуть левой кнопкой мыши на In Active CS

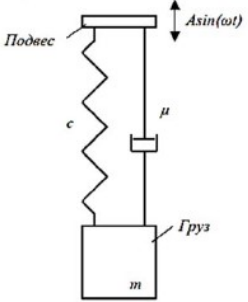


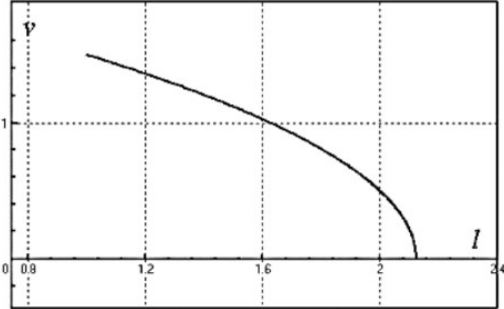
		3. открыть группу команд Sections, войти в подгруппу Beam и дать команду Common Sections.	
	11. Для создания линий в геометрической модели необходимо выполнить следующее: (один правильный ответ).	1. Войти в подгруппу команд Create (щелкнув на ее название левой кнопкой мыши), а затем войти в подгруппу Keypoints и щелкнуть левой кнопкой мыши на In Active CS 2. Открыть группу Lines (линии), далее подгруппу Lines (прямая линия) и дать команду Straight Line 3. открыть группу команд Sections, войти в подгруппу Beam и дать команду Common Sections.	Открыть группу Lines (линии), далее подгруппу Lines (прямая линия) и дать команду Straight Line
	12. Для задания геометрических характеристик поперечных сечений стержневых конечных элементов необходимо выполнить следующее: (один правильный ответ).	1. Войти в подгруппу команд Create (щелкнув на ее название левой кнопкой мыши), а затем войти в подгруппу Keypoints и щелкнуть левой кнопкой мыши на In Active CS 2. Открыть группу Lines (линии), далее подгруппу Lines (прямая линия) и дать команду Straight Line 3. открыть группу команд Sections, войти в подгруппу Beam и дать команду Common Sections.	Открыть группу команд Sections, войти в подгруппу Beam и дать команду Common Sections.
	13. Какие параметры исследуются при выполнении лабораторной работы «Ферма»? (Один правильный ответ).	1. Напряжения стержней 2. Деформация стержней 3. Напряжения стержней и деформация стержней	Напряжения стержней и деформация стержней
	14. На каких гранях будет наблюдаться максимальное напряжение в «Балке переменного сечения» с заделкой по большему сечению? (Один правильный ответ).	1. В середине бковых граней 2. В верхней грани ближе к заделке 3. В верхней и нижней гранях ближе к заделке	В верхней и нижней гранях ближе к заделке

15. При исследовании «Пластины с отверстием» заделка выполняется: (один правильный ответ).	1. по периметру пластины 2. по грани отверстия 3. по углам пластины	по периметру пластины
16. С каким количеством точек представляется балка линией в лабораторной работе «Двутапровая балка»? (Один правильный ответ).	1. двумя точками 2. тремя точками 3. четырьмя точками	тремя точками
17. В исследовании «Двутапровой балки» заделка выполняется: (один правильный ответ).	1. по двум крайним точкам балки 2. по средней точке балки	по двум крайним точкам балки
18. В исследовании «Двутапровой балки» сила прикладывается: (один правильный ответ).	1. к одной средней точке балки 2. к двум крайним точкам балки	к одной средней точке балки
19. При исследовании «Воздушного резервуара» в лабораторной работе прикладывают: (один правильный ответ).	1. Силу/Force 2. Давление/ Pressure 3. Заделку/Loads	Давление/ Pressure
20. Соотнесите, что из перечисленного является модулем упругости, а что коэффициентом Пуассона?	1. $E_X = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па 2. $\nu_{XY} = 0,3$ а) коэффициент Пуассона б). модуль упругости	1б ; 2а

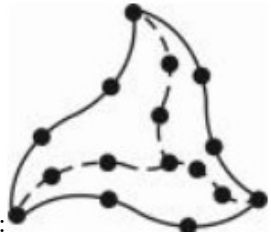
<p>ОПК-4.3.1</p> <p>– <b>Имеет навык</b> проектирования и расчета транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов</p>	<p>1. Определить правильную последовательность решения задачи МКЭ:</p>	<p>1. дискретизация;</p> <p>2. выбор аппроксимирующей функции в виде полинома;</p> <p>3. создание модели;</p> <p>5. объединение полиномиальных функций в САУ;</p> <p>4. решение САУ.</p>	<p>создание модели;</p> <p>дискретизация;</p> <p>выбор аппроксимирующей функции в виде полинома;</p> <p>объединение полиномиальных функций в САУ;</p> <p>решение САУ.</p>
	<p>2. Выберите тип КЭ к модели:</p> 	<p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>в)</p> 	
	<p>3. Большой градиент деформаций предполагает:</p>	<p>1. мелкую сетку;</p> <p>2. элементы высокого порядка;</p> <p>3. треугольные элементы;</p> <p>4. упорядоченную сетку.</p>	<p>мелкую сетку</p>

	<p>4. Укажите матрицу жесткости в выражении, определяющем значения узловых сил стержневого КЭ:</p> $\begin{Bmatrix} f_1 \\ f_2 \end{Bmatrix} = \frac{EA}{l} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{Bmatrix} \text{ или } \{F\} = [K]\{U\}$	<p>а)</p> $\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$ <p>б)</p> $\begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{Bmatrix}$ <p>в)</p> $\frac{EA}{l} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$	$\frac{EA}{l} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$
	<p>5. Выберите верное утверждение:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Программный комплекс «Универсальный механизм» не позволяет решать обратные задачи кинематики и динамики;</li> <li>2. Механическая система может быть только пространственной, плоской не может быть;</li> <li>3. При моделировании используется система твердых тел со связями между ними.</li> </ol>	<p>При моделировании используется система твердых тел со связями между ними</p>
	<p>6.Какой метод используется в «Универсальном механизме» для упрощения процедуры ввода исходных данных (например, для описания параметров одинаковых тележек в вагоне)?</p>	<p>-</p>	<p>Метод подсистем</p>

	<p>7. Какие типы шарниров предусмотрены в программном комплексе «Универсальный механизм»? (выбор нескольких правильных вариантов ответа)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вращательный;</li> <li>2. с шестью степенями свободы;</li> <li>3. силовой;</li> <li>4. контактный;</li> <li>5. поступательный.</li> </ol>	<p>вращательный; с шестью степенями свободы; поступательный.</p>
	<p>8. Сопоставьте тип силы в «Универсальном механизме» с верным для него утверждением.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сила тяжести;</li> <li>2. шарнирная сила;</li> <li>3. контактная сила.</li> </ol> <p>а) указывается вектор направления силы, ускорение свободного падения для силы принимается равным <math>9,81 \text{ м/с}^2</math> автоматически;</p> <p>б) требует задания координат контактных точек, вектор нормали и параметры силы;</p> <p>в) требует задания силы / момента вдоль оси шарнира.</p>	<p>1а, 2в, 3б</p>
	<p>9. Составьте расчетную схему модели «Груз на пружине» с гасителем колебаний вязкого типа.</p>	<p>-</p>	
	<p>10. Какой параметр системы определяется по формуле:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сила тяжести;</li> <li>2. собственная частота колебаний;</li> <li>3. коэффициент демпфирования;</li> <li>4. коэффициент затухания колебаний.</li> </ol>	<p>собственная частота колебаний</p>

	$k = \sqrt{\frac{c}{m}},$ <p>где <math>c</math> – коэффициент жесткости пружины, Н/м;  <math>m</math> – масса груза, кг.</p>		
	<p>11. За счет чего возникают свободные колебания системы? (один вариант ответа)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в следствие действия начальных условий в момент времени, равный 0;</li> <li>2. за счет периодической внешней силы;</li> <li>3. в следствие действия сил сопротивления;</li> <li>4. за счет собственных сил системы.</li> </ol>	<p>в следствие действия начальных условий в момент времени, равный 0</p>
	<p>12. Какому случаю соответствует представленная на рисунке характеристика?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. вынужденные гармонические колебания;</li> <li>2. свободные затухающие колебания;</li> <li>3. резонанс.</li> </ol>	<p>свободные затухающие колебания</p>
	<p>13. Какое утверждение верное?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. движение одиночной колесной пары устойчивое;</li> <li>2. движение одиночной колесной пары неустойчивое.</li> </ol>	<p>движение одиночной колесной пары неустойчивое</p>

	14. Назовите не менее двух программных комплекса для моделирования динамики железнодорожных экипажей.		Универсальный механизм, Medyna
	15. Выберите одно неверное утверждение.	а) МКЭ – метод, который позволяет найти точное, конечное значение искомой величины по известным алгебраическим выражениям; б) МКЭ – метод, используемый для решения задач механики твердого деформируемого тела; в) МКЭ – численный (приближенный) метод решения дифференциальных уравнений с частными производными;	МКЭ – метод, который позволяет найти точное, конечное значение искомой величины по известным алгебраическим выражениям
	16. Совокупность соединенных между собой и прикрепленных к основанию конечных элементов образует:	а) конечно-элементную модель (схему) объекта; б) матрицу жесткости объекта; в) граничные условия системы.	Конечно-элементную модель (схему) объекта
	17. Выпишите в верной последовательности этапы решения задач с применением МКЭ.	а) создание сетки конечных элементов и моделирование граничных условий; б) построение геометрической модели; в) анализ результатов; г) численное решение системы уравнений.	построение геометрической модели, создание сетки конечных элементов и моделирование граничных условий, численное решение системы уравнений, анализ результатов.
	18. Дайте развернутое описание представленного типа	-	Трехмерный элемент с кубической аппроксимацией

	 <p>конечного элемента:</p>		
	<p>19. Выберите верное утверждение:</p>	<p>а) сетка с треугольными элементами предпочтительнее прямоугольной сетки;</p> <p>б) мелкая сетка требуется там, где ожидается большой градиент деформаций или напряжений;</p> <p>в) в расчетах невозможно использование элементов с нулевой размерностью (например, точечная масса).</p>	<p>мелкая сетка требуется там, где ожидается большой градиент деформаций или напряжений</p>
	<p>20. Что означает выражение: « В «Универсальном механизме» предполагается, что моделируемые системы твердых тел являются связанными»?</p>	<p>а) шарниры точек системы связаны между собой;</p> <p>б) каждое тело связано посредством шарнира с другим;</p> <p>в) тела имеют связь с их трехмерными образами в Cad-системах.</p>	<p>каждое тело связано посредством шарнира с другим</p>