

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра прочности летательных аппаратов

## Паспорт экзамена

по модулю "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры (модуль)" по  
материалам дисциплины «Дисциплина по выбору аспиранта: Механика сплошных сред.  
Общие теоремы динамики механических систем», 5 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет составляется из вопросов, список которых приведен ниже. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4) и задачи на понимание этих вопросов.

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФЛА

Билет № \_\_\_\_\_  
к экзамену по дисциплине

---

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет *менее 0,5 максимального балла*.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет *менее 0,6 максимального балла*.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет *менее 0,8 максимального балла*.
- Ответ на экзаменационный билет билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет *0,8 максимального балла и более*.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Определение тензора.
2. Криволинейные системы координат. Взаимные базисы. Свойства.
3. Дискриминантный тензор.
4. Метрический тензор.
5. Алгебра тензоров. Основные свойства тензоров.
6. Дифференцирование координатных векторов. Символы Кристоффеля.
7. Основные дифференциальные операции.
8. Основные интегральные операции.
9. Координаты Эйлера и Лагранжа. Вектор перемещений. Тензор деформаций Грина линейной и нелинейной теории упругости. Соотношения Коши.
10. Геометрический смысл компонент тензора деформаций. Деформация произвольно ориентированного элемента. Главные оси тензора деформаций. Главные деформации. Инварианты тензора деформаций. Геометрический смысл первого инварианта тензора деформаций линейной теории упругости..
11. Разложение вектора перемещений. Тензор вращений, вектор вращений.
12. Определение перемещений по деформациям. Уравнения Сен-Венана как условие интегрируемости соотношений Коши. Случай неодносвязной области.
13. Силы и напряжения. Равновесие элементарного тетраэдра. Тензор напряжений.
14. Главные оси тензора напряжений. Главные напряжения. Инварианты тензора напряжений.

15. Эллипсоид Ламе. Разложение тензора напряжений на шаровой тензор и тензор девиатор. Напряжения на октаэдрических площадках. Интенсивность напряжений.
16. Дифференциальные уравнения равновесия. Статические граничные условия.
17. Применение первого и второго законов термодинамики к процессу деформирования твёрдого тела.
18. Различные случаи упругой симметрии твёрдого тела. Закон Гука для ортотропного и изотропного материалов.
19. Полная система соотношений теории упругости. Терминология. Уравнения Бельтрами-Мичелла.
20. Полная система соотношений теории упругости. Уравнения Ламе. Уравнения Ламе для задач термоупругости. Принцип Сен Венана. Полуобратный метод Сен-Венана.
21. Классификация колебательных систем. Классификация колебательных процессов.
22. Кинематика колебаний.
23. Свободные колебания системы с одной степенью свободы около устойчивого равновесного состояния.
24. Линейный осциллятор.
25. Свободные колебания системы с одной степенью свободы с вязким трением.
26. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы без сопротивления под действием гармонической силы.
27. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы с сопротивлением под действием гармонической силы.
28. Коэффициент динамичности. Резонансные кривые. Мощность при резонансе.
29. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы под действием периодической возмущающей силы.
30. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы под действием произвольной возмущающей силы.
31. Кинетическая и потенциальная энергии систем с несколькими степенями свободы.
32. Потенциальная энергия системы с несколькими степенями свободы как квадратичная форма обобщенных сил.
33. Инерционная матрица, матрицы жесткости и податливости систем с несколькими степенями свободы.
34. Основная система уравнений колебаний систем с несколькими степенями свободы.
35. Прямая и обратная формы уравнений колебаний систем с несколькими степенями свободы.
36. Исследование свободных колебаний систем с несколькими степенями свободы. Собственные частоты, собственные формы, главные колебания.

37. Свойства собственных форм колебаний систем с несколькими степенями свободы. Условия ортогональности по потенциальной и кинетической энергиям.
38. Главные (нормальные) координаты систем с несколькими степенями свободы.
39. Общий интеграл системы дифференциальных уравнений колебаний систем с несколькими степенями свободы.
40. Методы вычисления собственных форм и частот колебаний систем с несколькими степенями свободы. Метод простых итераций.
41. Поперечные колебания пластин. Уравнение колебаний и граничные условия.
42. Поперечные колебания прямых стержней, уравнение колебаний и граничные условия.
43. Максимально-минимальные свойства частот консервативной системы.
44. Свободные колебания систем с несколькими степенями свободы с сопротивлением. Функция рассеяния.
45. Теорема Рэлея о влиянии на частоты изменений масс и жесткостей.
46. Свободные колебания систем с несколькими степенями свободы с сопротивлением. Характеристические показатели.
47. Ортогональность собственных форм крутильных колебаний стержней.
48. Устойчивость автономных систем (по Ляпунову). Асимптотическая устойчивость. Теорема Лагранжа об устойчивости консервативных систем.
49. Нормальные координаты для диссипативных систем. Внешнее и внутреннее демпфирование.
50. Колебания линейных распределенных систем.
51. Вариационный принцип Гамильтона – Остроградского.
52. Вынужденные колебания диссипативной системы с несколькими степенями свободы под действием гармонической силы.
53. Колебания системы с двумя степенями свободы. Парциальные системы и частоты. Вынужденное движение под действием гармонической силы.
54. Антирезонанс. Динамический гаситель колебаний.
55. Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы без демпфирования под действием гармонической силы. Матрица гармонических коэффициентов влияния.
56. Продольные и крутильные колебания прямых стержней, уравнения движения и граничные условия.
57. Критерий Рауса-Гурвица асимптотической устойчивости.
58. Поперечные колебания прямых стержней. Условия ортогональности собственных форм.
59. Однородная задача для стержня постоянной жесткости.
60. Колебания систем с несколькими степенями свободы. Функция Рэлея.
61. Численные методы определения собственных частот и форм колебаний. Метод Рунге.