

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

*Кафедра механики и цифрового проектирования*

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор по науке

  
\_\_\_\_\_ Р.Д. Еникеев

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ДИНАМИКА МАШИН»**

Уровень подготовки

высшее образование - подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Научная специальность

1.1.7 Теоретическая механика, динамика машин

Квалификация (ученая степень): кандидат наук

Форма обучения

очная

Уфа 2022

Рабочая программа учебной дисциплины «ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ДИНАМИКА МАШИН»

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры МиЦП 20.04.2022 г., протокол № 9 и рекомендована к реализации в образовательном процессе для подготовки аспирантов по ПА 1.1.7 «Теоретическая механика, динамика машин».

Заведующий кафедрой:  А.В. Месропян, д.т.н, профессор

Составитель:  А.В. Месропян, д.т.н., профессор кафедры МиЦП

Согласовано:  Р.К. Фаттахов, к.т.н., доцент, начальник ОАид

## Оглавление

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
2. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	4
3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.....	6
4. Фонд оценочных средств .....	7
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....	15
6. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ .....	17

## 1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теоретическая механика, динамика машин», направлена на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов, образовательного компонента программы аспирантуры подготовки научных и научно-исследовательских кадров в аспирантуре по научной специальности 1.1.7 Теоретическая механика, динамика машин.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», утвержденных приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 20 октября 2021 года № 951; Постановление Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 № 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)".

Является неотъемлемой частью программы аспирантуры подготовки научных и научно-исследовательских кадров в аспирантуре. Дисциплина направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена.

**Целью освоения дисциплины** является углубление фундаментальных знаний обучающихся, а также его практической подготовки в области теории методов численного решения механических задач и практикоориентированных знаний по динамическому анализу машин.

**Задачи:** углубленное изучение фундаментальных знаний классической механики и динамики систем, изучение основ биомеханики, теорий упругости, пластичности, теории колебаний, математическое описание динамики систем, изучение методов анализа систем, анализ и разработка рекомендаций по оптимизации систем, приборов и элементов различного назначения с точки зрения устойчивости, прочности и других критериев.

## 2. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

Вид работы	Трудоемкость, час.
	4 курс
Лекции (Л)	10
Практические занятия (ПЗ)	
Лабораторные работы (ЛР)	
КСР	1
Курсовая проект работа (КР)	
Расчетно - графическая работа (РГР)	
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	61
Подготовка и сдача экзамена	36
Подготовка и сдача зачета	
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	экзамен

Содержание разделов и формы текущего контроля

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов						Литература, рекомендуемая аспирантам*
		Аудиторная работа				СРС	Всего	
		Л	ПЗ	ЛР	КСР			
1	Классическая механика и аналитическая динамика	2				11	13	6.1.1, 6.2.2, 6.3.1
2	Теория устойчивости движения. Прикладные проблемы устойчивости равновесия и движения механических систем	1			1	10	12	6.1.3, 6.2.1
3	Теория колебаний механических систем	2				10	12	6.1.7.
4	Механика твердого тела	2				10	12	6.1.4
5	Математические модели биомеханики	2				10	12	6.1.2
6	Аналитические методы механики	1				10	11	6.1.3.,6.1.6

\_\_\_\_\_.

### **3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов**

#### **Тема 1 Классическая механика и аналитическая динамика**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Статика. Условия равновесия.
2. Кинематика точки и твердого тела.
3. Плоскопараллельное и сложное движение твердого тела.

#### **Тема 2 Теория устойчивости движения. Прикладные проблемы устойчивости равновесия и движения механических систем**

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Понятие возмущенного движения. Устойчивость систем
2. Прямой метод Ляпунова.
3. Устойчивость линейных автономных систем.
4. Устойчивость неавтономных систем.
5. Применение прямого метода Ляпунова к исследованию устойчивости систем автоматического регулирования.

#### **Тема 3 Теория колебаний механических систем**

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Свободные и вынужденные колебания в системах с одной степенью свободы.
2. Свободные и вынужденные колебания в системах с двумя степенями свободы.
3. Свободные и вынужденные колебания в системах с  $n$  степенями свободы.
4. Автоколебания. Волновые процессы.

#### **Тема 4 Механика твердого тела**

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Теория напряжений и деформаций.
2. Теория упругости.
3. Теория пластичности.

#### **Тема 5 Математические модели биомеханики**

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Повреждаемость и перестройка кости.
2. Основные принципы построения определяющих соотношений для живых тканей и биоматериалов.
3. Метод декомпозиции в механике и биомеханике.
4. Материалы с памятью формы.

#### **Тема 6 Аналитические методы механики**

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Уравнения Лагранжа, Нильсена, Гамильтона.
2. Теорема Пуассона. Метода Гамильтона-Якоби.

### 3. Вариационные принципы аналитической механики.

## 4. Фонд оценочных средств

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости аспирантов университета, и на основе критериев оценки уровня освоения дисциплины.

Активность обучающегося оценивается на занятиях и на основе выполненных работ и заданий, предусмотренных ФОС дисциплины.

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам образовательного процесса за текущий период.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Наименование оценочного средства*
1	Классическая механика и аналитическая динамика	Круглый стол, комплексное задание, ответы на вопросы
2	Теория устойчивости движения. Прикладные проблемы устойчивости равновесия и движения механических систем	Круглый стол, ответы на вопросы
3	Теория колебаний механических систем	Круглый стол, ответы на вопросы
4	Механика твердого тела	Круглый стол, комплексное задание, ответы на вопросы
5	Математические модели биомеханики	Круглый стол, комплексное задание, ответы на вопросы
6	Аналитические методы механики	Круглый стол, комплексное задание, ответы на вопросы

### Вопросы к экзамену

1. Основные понятия, определения и задачи статики. Проекция силы на ось. Момент силы относительно точки. Материальная точка, механическая система и абсолютно твердое тело.

2. Аксиомы статики. Связи и их реакции. Следствия из аксиом статики.

3. Системы сходящихся и параллельных сил.

4. Пара сил и ее момент. Теоремы о парах сил, расположенных в одной плоскости. Свойства пар сил.

5. Приведение произвольной плоской системы сил к заданному центру. Лемма о параллельном переносе силы.

6. Частные случаи приведения плоской системы сил к заданному центру. Теорема Вариньона.

7. Три формы условий равновесия плоской системы сил. Условия равновесия плоской системы сходящихся и параллельных сил.

8. Распределенные силы и их замена сосредоточенными силами. Параллельные силы постоянной интенсивности, распределенные по отрезку прямой. Параллельные силы с интенсивностью, изменяющейся по линейному закону, распределенные по отрезку прямой.

9. Равновесие тела при наличии трения. Законы трения скольжения. Угол и конус трения. Трение качения.

10. Пространственная система сил. Момент силы относительно точки (как вектор) и момент силы относительно оси. Свойства момента силы относительно оси.

11. Аналитические выражения для моментов силы относительно координатных осей.

12. Момент пары сил как вектор. Теоремы о парах сил, как угодно расположенных в пространстве.

13. Приведение пространственной системы сил к заданному центру. Главный вектор и главный вектор-момент.

14. Частные случаи приведения пространственной системы сил.

15. Условия равновесия пространственной системы сил.

16. Предмет и задачи кинематики. Основные кинематические понятия и определения.

17. Векторный способ задания движения точки. Понятия о скорости и ускорении точки.

18. Координатный способ задания движения точки. Определение скорости и ускорения точки, по их проекциям на координатные оси. Прямолинейное равномерное и равнопеременное движение.

19. Естественный способ задания движения точки. Скорость. Касательное и нормальное ускорения.

20. Равномерное и равнопеременное криволинейное движение точки.

21. Поступательное движение твердого тела. Важнейшие свойства этого движения.

22. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Скорости и ускорения точек тела. Векторные выражения для основных кинематических характеристик тела и его точек при вращении тела вокруг неподвижной оси.

23. Сложное движение точки. Относительное, переносное и абсолютное движения точки.

24. Сложение скоростей и ускорений при сложном движении. Ускорение Кориолиса и его свойства.

25. Плоское движение твердого тела. Разложение плоского движения тела на поступательное и вращательное. Скорости точек тела при его плоском движении. Теорема о проекциях скоростей двух точек плоской фигуры. Мгновенный центр скоростей и способы его нахождения.

26. Ускорения точек тела при его плоском движении. Мгновенный центр ускорений и способы его нахождения

27. Введение в динамику. Прямолинейное движение материальной точки.

28. Общие теоремы динамики точки.

29. Движение несвободной материальной точки.

30. Колебательное движение материальной точки.

31. Относительное движение материальной точки.

32. Динамика системы. Принцип возможных перемещений.

33. Общие теоремы динамики системы

34. Принцип Даламбера для системы

35. Моменты инерции

36. Динамика твердого тела
37. Метод обобщенных координат
38. Теория удара
39. Количество движения. Теорема Якоби. Ударные силы
40. Выражение живой силы движущегося твердого тела. Метод подобия.
41. Уравнения Лагранжа для конечных и ударных сил. Преобразование Гамильтона
42. Понятие возмущенного движения. Прямой метод Ляпунова.
43. Устойчивость равновесия и стационарных движений консервативных систем
44. Устойчивость по первому приближению.
45. Устойчивость линейных автономных систем
46. Влияние структуры сил на устойчивость движения
47. Устойчивость неавтономных систем
48. Применение прямого метода Ляпунова к исследованию устойчивости систем автоматического регулирования
49. Свободные колебания в консервативных системах с одной степенью свободы
50. Свободные колебания в диссипативных колебательных системах с одной степенью свободы
51. Колебания в системах с одной степенью свободы под действием вынуждающей силы
52. Колебания в системах с одной степенью свободы при параметрическом воздействии
53. Автоколебания в системах с одной степенью свободы
54. Колебания в линейных системах с двумя степенями свободы
55. Параметрические и автоколебательные системы с двумя степенями свободы
56. Колебания в линейных системах с  $n$  степенями свободы
57. Параметрические и автоколебательные системы с  $n$  степенями свободы
58. Колебательные процессы в распределенных системах
59. Распределенные автоколебательные системы
60. Волновые процессы в неоднородных и в нелинейных распределенных системах
61. Теория напряжений и деформаций
62. Основные соотношения и теории упругости
63. Постановка и методы решения задач теории упругости
64. Плоская задача в декартовых координатах
65. Плоская задача в полярных координатах
66. Основные уравнения теории плоских пластин
67. Некоторые задачи изгиба и устойчивости пластин
68. Приближенные методы решения задач прикладной теории упругости
69. Основы расчета тонких упругих оболочек
70. Основы теории пластичности
71. Биомеханика как наука
72. Прочность и деформируемость живых тканей и биоматериалов
73. Многоосное напряженно-деформированное состояние при ползучести живых тканей и биоматериалов, приложение к имплантатам мягких тканей
74. Основные принципы построения определяющих соотношений для живых тканей и биоматериалов
75. Определяющие соотношения для живых тканей и биоматериалов

76. Метод декомпозиции в механике и биомеханике
77. Биоматериалы с эффектом памяти формы. Интеллектуальные биоматериалы
78. Основные положения аналитической механики. Уравнения Лагранжа
79. Уравнения Нильсена
80. Уравнения Гамильтона
81. Теорема Пуассона и ее применение в интегрировании уравнений динамики в переменных Гамильтона
82. Теорема Якоби-Гамильтона
83. Вариации переменных, функций и интегралов от них
84. Вариационные принципы аналитической механики
85. Канонические преобразования гамильтоновых переменных
86. Интегрирование уравнения Гамильтона-Якоби
87. Метод неполного интеграла в механике неавтономных систем
88. Теорема Нетер и ее применение в механике
89. Интегральные инварианты механических систем
90. Уравнения движения реономных систем
91. Внешние дифференциальные формы в механике
92. Интегралы уравнений движения как уравнения связей
93. Определение преобразования Лапласа
94. Правила выполнения операций при преобразовании Лапласа
95. Обыкновенные интегральные уравнения
96. Уравнения в частных производных
97. Интегральные уравнения и интегральные соотношения
98. Вычисления оригинала по изображению
99. Асимптотическое поведение функций и исследование устойчивости
100. Распределения и их преобразования по Лапласу
101. СЛАУ и способы их решения; различные случаи; решение задачи нахождения усилий в стержнях фермы.
102. Численное и символьное дифференцирование. Реализация дифференцирования и интегрирования функций, заданных таблично. Метод численного интегрирования Гаусса.
103. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Задача Коши. Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Задача о нахождении уравнения движения (случай, когда аналитическое решение найти затруднительно).
104. Задача приближенного вычисления функций. Интерполяция и аппроксимация. Метод наименьших квадратов. Задача о нахождении промежуточных значений в зависимостях, заданных таблично. Задача об определении функций, приближающих табличные данные наилучшим образом.
105. Системы дифференциальных уравнений и обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков. Задача о нахождении уравнений движений колебательной системы с несколькими степенями свободы. Сведение ОДУ к системе ДУ и численное её интегрирование.
106. Линейные комбинации, линейные пространства, линейные преобразования. Операции с матрицами направляющих косинусов. Задача о нахождении собственных значений для симметричной действительнозначной матрицы. Задача о нахождении главных значений

напряжений или моментов инерции. Нахождение главных осей тензора деформаций, инерции или тензора напряжений.

107. Решение нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона.

108. Уравнение теплопроводности, колебаний струны и устойчивость стержня при продольном изгибе.

109. Методы оптимизации. Градиентный спуск.

110. Вариационные методы. Вариационная постановка. Слабая форма решения дифференциального уравнения. Задача о выводе вариационной постановки по известным определяющим уравнениям задачи.

111. Теорема Кастильяно. Методы Галёркина и Ритца в решении задач сопротивления материалов.

112. Метод конечных элементов при решении краевых задач

### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола, получены полные ответы на вопросы (теоретические), корректно решены задания;

- оценка «хорошо» - была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола, не более половины ответов на теоретические вопросы не совсем полные, корректно решены задания;

- оценка «удовлетворительно» - была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола, ответы на более чем половина теоретических вопросов не совсем полные, часть заданий решена корректно;

- оценка «неудовлетворительно» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола, ответы на теоретические вопросы неправильные, задания решены некорректно;

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола, задания решены корректно;

- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола, задания решены некорректно.

## Типовые оценочные материалы

Раздел (тема) дисциплины Классическая механика и аналитическая динамика

Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)

1. Статика. Условия равновесия.
2. Кинематика точки.
3. Плоскопараллельное и сложное движение твердого тела.

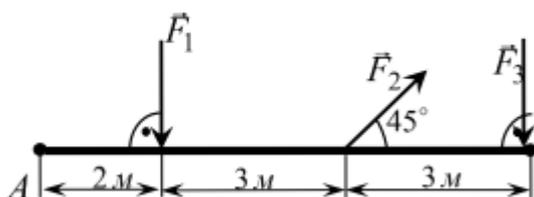
**Комплексное задание:** решить задачи с использованием знаний в области классической механики.

1. Модуль СТАТИКА.

*Пример тестового задания по теме «Плоская система сил»:*

Вычислить сумму моментов сил относительно точки  $A$ .

( $F_1 = 15 \text{ кН}$ ,  $F_2 = 20 \text{ кН}$ ,  $F_3 = 30 \text{ кН}$ ).



Ответы:

- 1).  $70 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ,
- 2).  $340 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ,
- 3).  $240 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ,
- 4).  $200 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ,
- 5). иной.

2. Модуль КИНЕМАТИКА

*Пример тестового задания по теме «Кинематика точки»:*

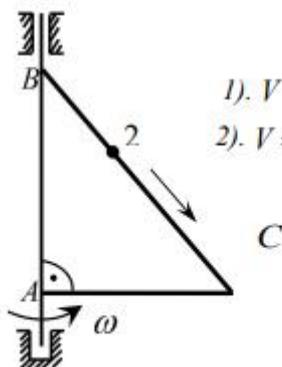
Точка движется по дуге согласно уравнению  $S = 0.1t^3 + 0.3t$  (м). Определить начальную скорость и полное ускорение точки через 2 сек движения, если радиус дуги  $R = 0.45$  (м).

- |   |  |
|---|--|
| 1). $V_0 = 1.5 \text{ м/с}$ ; $a = 1.2 \text{ м/с}^2$ , | 3). $V_0 = 0.3 \text{ м/с}$ ; $a = 5.14 \text{ м/с}^2$ , |
| 2). $V_0 = 0.1 \text{ м/с}$ ; $a = 5 \text{ м/с}^2$ ,   | 4). $V_0 = 0.3 \text{ м/с}$ ; $a = 1.2 \text{ м/с}^2$ ,  |
| 5). иные  |  |

3. Модуль КИНЕМАТИКА

*Пример тестового задания по теме «Сложное движение точки»:*

Равнобедренный прямоугольный треугольник  $ABC$  вращается вокруг катета  $AB$  с угловой скоростью  $\omega = \sqrt{2} \text{ (с}^{-1}\text{)}$ . По гипотенузе  $BC$  движется точка  $M$  от вершины  $B$  к точке  $C$  по закону  $BM = 0.2t$  (м). Определить скорость точки в момент времени  $t = 2$  сек.



- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1). $V = 0,6 \text{ (м/с)}$ ,  | 3). $V = 0,57 \text{ (м/с)}$ , |
| 2). $V = 0,45 \text{ (м/с)}$ , | 4). $V = 0,8 \text{ (м/с)}$ ,  |
| 5). иное значение.             |                                |

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола и задания выполнены без ошибок;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола и/или задания выполнены с ошибками.

**Раздел (тема) дисциплины Теория устойчивости движения. Прикладные проблемы устойчивости равновесия и движения механических систем****Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)**

1. Понятие возмущенного движения. Устойчивость систем
2. Прямой метод Ляпунова.
3. Устойчивость линейных автономных систем.
4. Устойчивость неавтономных систем.
5. Применение прямого метода Ляпунова к исследованию устойчивости систем автоматического регулирования.

**Комплексное задание:**

Пример 4. 
$$\begin{aligned}\dot{x} &= -x^3 - y^3 + xy^3 \\ \dot{y} &= x^3 - y^3 - x^4\end{aligned}$$

Доказать асимптотическую устойчивость.

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола и задания выполнены без ошибок;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола и/или задания выполнены с ошибками.

**Раздел (тема) дисциплины Теория колебаний механических систем****Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)**

1. Свободные и вынужденные колебания в системах с одной степенью свободы.
2. Свободные и вынужденные колебания в системах с двумя степенями свободы.
3. Свободные и вынужденные колебания в системах с  $n$  степенями свободы.
4. Автоколебания. Волновые процессы.

**Комплексное задание:**

**Задача 1.** Через какое минимальное время  $t$ , считая от начала колебаний, смещение колеблющейся материальной точки составит половину амплитуды? Период колебаний  $T = 24$  с. Найти среднюю скорость точки  $v_{cp}$  за это время. Амплитуда колебаний  $A = 0,1$  м.

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола и задания выполнены без ошибок;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола и/или задания выполнены с ошибками.

### **Раздел (тема) дисциплины Механика твердого тела**

**Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)**

1. Теория напряжений и деформаций.
2. Теория упругости.
3. Теория пластичности.

#### **Комплексное задание:**

Тело произвольной формы вращается вокруг оси  $OO$  с угловой скоростью  $\omega$ . Доказать, что угловая скорость вращения тела вокруг любой другой оси  $O'O'$ , параллельной оси  $OO$ , также равна  $\omega$ .

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола.

### **Раздел (тема) дисциплины Математические модели биомеханики**

**Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)**

1. Повреждаемость и перестройка кости.
2. Основные принципы построения определяющих соотношений для живых тканей и биоматериалов.
3. Метод декомпозиции в механике и биомеханике.
4. Материалы с памятью формы.

#### **Комплексное задание**

Описать уравнением материал с памятью формы с точки зрения теорий упругости и пластичности.

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола и задания выполнены без ошибок;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола и/или задания выполнены с ошибками.

### **Раздел (тема) дисциплины Аналитические методы механики**

**Перечень дискуссионных тем для круглого стола (дискуссии, полемики, диспута, дебатов)**

1. Уравнения Лагранжа, Нильсена, Гамильтона.
2. Теорема Пуассона. Метода Гамильтона-Якоби.
3. Вариационные принципы аналитической механики.

#### **Комплексное задание**

Устройство состоит из 1000 элементов, работающих независимо один от другого. Вероятность отказа любого элемента в течение времени  $T$  равна 0,002. Найти вероятность того, что за время  $T$  откажут ровно три элемента.

### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если была проявлена дискуссионная активность в рамках круглого стола и задания выполнены без ошибок;
- оценка «не зачтено» - отсутствовала дискуссионная активность в рамках круглого стола и/или задания выполнены с ошибками.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Статика. Кинематика. Динамика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим специальностям /А.А. Яблонский, В.М. Никифорова - Москва: Интеграл-Пресс, 2007. -608 с.
2. Бухгольц Н.Н. Основы курса теоретической механики [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 2-х ч. / Н.Н. Бухгольц - Санкт-Петербург: Лань, 2009 - Ч. 1: Кинематика, статика и динамика материальной точки. -480 с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php&p11\\_id=32](http://e.lanbook.com/books/element.php&p11_id=32)); Лань, 2016 - Ч. 2: Динамика системы материальных точек. – 336с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php&p11\\_id=72973](http://e.lanbook.com/books/element.php&p11_id=72973)).
3. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям в области техники и технологии / Под ред. В.А. Пальмова, Д.Р. Меркина. -Санкт-Петербург: Лань, 2012. -448 с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php&p11\\_id=2786](http://e.lanbook.com/books/element.php&p11_id=2786)).
4. Паншина А. В. Теоретическая механика в решениях задач из сборника И. В. Мещерского. Аналитическая механика: (пособие) / А. В. Паншина, В. М. Чуркин – Москва: Либроком, 2012 – 202 с.
5. Бутенин Н. В. Курс теоретической механики [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим специальностям: в 2-х т. / Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин – Санкт-Петербург: Лань, 2009 – Т.1: Статика и кинематика.
6. Бать М. И. Теоретическая механика в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов технических вузов очной и заочной систем обучения, инженеров и техников: в 2 т. / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон – Санкт-Петербург: Лань, 2013 – Т. 1 Статика и кинематика – 672 с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=4551](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=4551)). – Лань, 2013.
7. Кепе О. Э. Сборник коротких задач по теоретической механике [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям и специальностям в области техники и технологий / Под ред. Кепе О.Э. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 368 с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=71758](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=71758)).
8. Раус Э. Динамика системы твердых тел: Пер. с англ. В 2-х томах. Т. 1,2/Под ред. Ю.А. Архангельского и В.Г. Дёмина. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983.
9. Ведрученко, В. Р. Инженерный эксперимент: учебное пособие / В. Р. Ведрученко, В. В. Крайнов, Н. В. Жданов. – Омск: ОмГУПС, 2014. – 129 с. – ISBN 978-5-949-41096-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – (<https://e.lanbook.com/book/129138>)
10. Тынкевич, М. А. Введение в численный анализ [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М. А. Тынкевич, А. Г. Пимонов; КузГТУ. – Кемерово, 2017. – 176 с. ([http://www.math.tsu.ru/sites/default/files/mmf2/e-resources/Dit\\_An.pdf](http://www.math.tsu.ru/sites/default/files/mmf2/e-resources/Dit_An.pdf))
11. Некоркин В.И. Лекции по основам теории колебаний [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2011. 233с. (<https://fedorsarafanov.github.io/materials/nekorkin.pdf>)
12. Слабнов, В. Д. Численные методы: учебник для вузов / В. Д. Слабнов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 392 с. – ISBN 978-5-507-44169-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – (<https://e.lanbook.com/book/215762>)

13. Стрелков, С. П. Введение в теорию колебаний: учебник для вузов / С. П. Стрелков. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 440 с. – ISBN 978-5-8114-7343-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – (<https://e.lanbook.com/book/158954>)

15. Бертяев, В. Д. Теоретическая и аналитическая механика. Учебно-исследовательская работа студентов: учебное пособие / В. Д. Бертяев, В. С. Ручинский. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 424 с. – ISBN 978-5-8114-3431-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – (<https://e.lanbook.com/book/205973>)

16. Гантмахер, Ф. Р. Лекции по аналитической механике: монография / Ф. Р. Гантмахер; под редакцией Е. С. Пятницкого. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 264 с. – ISBN 978-5-9221-0067-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – (<https://e.lanbook.com/book/47536>)

17. Молотников, В. Я. Теория упругости и пластичности: учебное пособие / В. Я. Молотников, А. А. Молотникова. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 532 с. – ISBN 978-5-8114-2603-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – (<https://e.lanbook.com/book/209966>)

18. Стрелков, С. П. Введение в теорию колебаний: учебник для вузов / С. П. Стрелков. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 440 с. – ISBN 978-5-8114-7343-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – (<https://e.lanbook.com/book/158954>)

19. Баев, В. К. Теория колебаний: учебное пособие / В. К. Баев. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2015. – 348 с. – ISBN 978-5-7262-2020-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – (<https://e.lanbook.com/book/119467>)

20. Матросов, А. А. Устойчивость механических систем. Исследование устойчивости движения с помощью второго (прямого) метода Ляпунова: учебное пособие / А. А. Матросов. – Ростов-на-Дону: Донской ГТУ, 2021. – 54 с. – ISBN 978-5-7890-1932-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – (<https://e.lanbook.com/book/237860>)

21. Титух, И. Н. Устойчивость механических систем. Динамика: учебное пособие / И. Н. Титух, С. П. Яковлев. – Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2016. – 49 с. – ISBN 978-5-85546-930-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – (<https://e.lanbook.com/book/98228>)

## 5.2 Дополнительная литература

1. Курс теоретической механики: учебник для вузов / В. И. Дронг [и др.]; под ред. К. С. Колесникова, В. В. Дубинина. – 4-е изд., испр. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011.

2. Лурье А.И. Аналитическая механика. М.: ГИФМЛ, 1961

3. Ahmed A. Shabana - Computational Dynamics, Third Edition, 2010

4. J.N. Reddy - An Introduction to the Finite Element Method, 3rd Edition-McGraw-Hill Education (ISE Editions), 2005

5. G. Strang - Computational Science and Engineering, Wellesley-Cambridge Press, 2007

6. Метод конечных элементов в механике твердых тел / А. С. Сахаров [и др.]. – Киев; Лейпциг: Вища школа, 1982.

7. Писаренко Г.С., Справочник по сопротивлению материалов, Киев, Наукова думка, 1988 г.

8. Линейная алгебра и ее применение / Г. Стренг; Пер. с англ. Ю.А.Кузнецова; Под ред. Г.И.Марчука. – М.: Мир, 1980.

9. Теория метода конечных элементов / Пер. с англ. В.И.Агошкова; Под ред. Г.И.Марчука. – М.: Мир, 1977.

### **5.3. Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)**

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.

1. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab [Электронный ресурс] / Квасов Б. И. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. [https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Chislennyye-metody-analiza-i-lineynoy-algebry-ispolzovanie-MATLAB-i-SCILAB\\_RuLit\\_Me\\_642132.pdf](https://www.rulit.me/data/programs/resources/pdf/Chislennyye-metody-analiza-i-lineynoy-algebry-ispolzovanie-MATLAB-i-SCILAB_RuLit_Me_642132.pdf)

### **5.4 Методические указания к практическим занятиям**

1. Расчет напряженно-деформированного состояния балки в программе конечно-элементного анализа ANSYS: методические указания к лабораторной работе по дисциплинам "Прикладные задачи теплообмена" и "Компьютерные технологии в науке и производстве (теплоэнергетике)" / сост. В. М. Кудоярова

2. Основы высшей математики в пакете Maple: методические рекомендации по дисциплине "Прикладное программное обеспечение" / В. О. Лукашук; Уфимский государственный авиационный технический университет, Кафедра высокопроизводительных вычислительных технологий и систем. – Уфа: РИК УГАТУ, 2017.

3. Численные методы решения обратных задач: лабораторный практикум по дисциплине "Обратные задачи в технике" / С. Ю. Лукашук; Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ), Кафедра высокопроизводительных вычислительных технологий и систем. – Уфа: РИК УГАТУ, 2017

## **6. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

При инклюзивном обучении лиц с ОЗВ предоставляется возможность использовать следующие материально-технические средства:

- для аспирантов с ОВЗ по зрению предусматривается применение средств преобразования визуальной информации в аудио и тактильные сигналы, таких как, брайлевская компьютерная техника, электронные лупы, видеоувеличители, программы невидимого доступа к информации, программы-синтезаторов речи;

- для аспирантов с ОВЗ по слуху предусматривается применение сурдотехнических средств, таких как, системы беспроводной передачи звука, техники для усиления звука, видеотехника, мультимедийная техника и другие средства передачи информации в доступных формах;

- для аспирантов с нарушениями опорно-двигательной функции предусматривается применение специальной компьютерной техники с соответствующим программным обеспечением, в том числе, специальные возможности операционных систем, таких, как экранная клавиатура и альтернативные устройства ввода информации.