

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Теоретическая и прикладная механика Б3.Б.8

Направление подготовки: 010800.62 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Егоров А.Г. , Саченков А.А.

**Рецензент(ы):**

Маклаков Д.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Егоров А. Г.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 817215215

Казань  
2015

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (с.н.с.) Егоров А.Г. Кафедра аэрогидромеханики отделение механики , [Andrey.egorov@kpfu.ru](mailto:Andrey.egorov@kpfu.ru) ; доцент, к.н. (доцент) Саченков А.А. Кафедра теоретической механики отделение механики , [Andrei.Sachenkov@kpfu.ru](mailto:Andrei.Sachenkov@kpfu.ru)

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Теоретическая механика" являются: изучение фунда-ментальных понятий механики и их приложения к современным задачам.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.Б.8 Профессиональный" основной образовательной программы 010800.62 Механика и математическое моделирование и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1, 2, 3 курсах, 2, 3, 4, 5 семестры.

Дисциплина входит в базовую часть цикла профессиональных дисциплин (Б.3) в со-став модуля "Теоретическая и прикладная механика". Для освоения дисциплины необходи-мы знания дисциплин: математический анализ, алгебра, аналитическая геометрия, диффе-ренциальные уравнения, дифференциальная геометрия и топология. Освоение дисциплины позволит в дальнейшем изучать дисциплины: прикладная механика, основы механики сплошной среды, математические модели в МСС, физико-механический практикум и вычис-лительный эксперимент, а также специальные курсы по профилю подготовки.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-11 (общекультурные компетенции)	способность и готовность использования в профессиональной деятельности фундаментальной подготовки по основам профессиональных знаний
ПК-20 (профессиональные компетенции)	владение методами математического и алгоритмического моделирования при решении прикладных и инженерно-технических задач
ПК-22 (профессиональные компетенции)	понимание того, что фундаментальное математическое знание является главным инструментом механики
ПК-30 (профессиональные компетенции)	умение самостоятельно математически корректно ставить задачи механики
ПК-35 (профессиональные компетенции)	умение точно представлять механические знания в устной форме
ОК-7 (общекультурные компетенции)	способность к исследованиям и нацеленностью на постижение точного знания

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

фундаментальные понятия дисциплины, быть знакомыми с современным состоянием дисциплины.

2. должен уметь:

формулировать и доказывать основные классические и современные результаты дисциплины.

3. должен владеть:

навыками решения классических и современных задач.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

формулировать математические модели физико-механических процессов;

использовать качественные методы анализа задач теоретической и прикладной механики;

анализировать полученные решения и делать на этой основе практические выводы.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 15 зачетных(ые) единиц(ы) 540 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен во 2 семестре; экзамен в 3 семестре; зачет в 4 семестре; экзамен в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КИНЕМАТИКИ	2	1-2	4	4	0	
2.	Тема 2. ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ В КРИВОЛИНЕЙНЫХ КООРДИНАТАХ	2	3	2	2	0	
3.	Тема 3. ОСНОВНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА	2	4-5	4	4	0	контрольная работа
4.	Тема 4. ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА.	2	6	4	4	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА С НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКОЙ. СВОБОДНОЕ ТЕЛО	2	7-8	4	4	0	устный опрос
6.	Тема 6. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ.	2	9-11	4	4	0	
7.	Тема 7. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА.	2	12-14	4	4	0	контрольная работа
8.	Тема 8. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ДИНАМИКИ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ	2	15-16	4	4	0	
9.	Тема 9. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ	2	17-18	4	4	0	
10.	Тема 10. ПРЯМОЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ	3	1-2	4	0	4	устный опрос
11.	Тема 11. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ ТОЧКИ	3	3-4	4	0	4	устный опрос
12.	Тема 12. СИЛОВЫЕ ПОЛЯ, ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ	3	5-6	4	0	4	устный опрос
13.	Тема 13. ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СИЛОВОМ ПОЛЕ	3	7-8	4	0	4	устный опрос
14.	Тема 14. НЕСВОБОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ	3	9	2	0	2	устный опрос
15.	Тема 15. ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ	3	10-12	6	0	6	устный опрос
16.	Тема 16. ЗАДАЧА ДВУХ ТЕЛ	3	13-14	4	0	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
17.	Тема 17. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	3	15	2	0	2	устный опрос
18.	Тема 18. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ МОМЕНТОВ КОЛИЧЕСТВ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	3	16	2	0	2	устный опрос
19.	Тема 19. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	3	17	2	0	2	устный опрос
20.	Тема 20. ТЕОРЕМА БЕРНУЛЛИ	3	18	2	0	2	устный опрос
21.	Тема 21. ТЕОРЕМА О ВИРИАЛЕ	4	1	2	0	2	
22.	Тема 22. ДИНАМИКА ТЕЛА ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ	4	2	2	0	2	устный опрос
23.	Тема 23. ГЕОМЕТРИЯ МАСС	4	3-4	4	0	4	
24.	Тема 24. ВРАЩЕНИЕ ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ОСИ	4	5	2	0	2	контрольная работа
25.	Тема 25. ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА	4	6	2	0	2	
26.	Тема 26. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ	4	7	2	0	2	
27.	Тема 27. СЛУЧАЙ ЭЙЛЕРА ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ	4	8-9	4	0	4	контрольная работа
28.	Тема 28. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ	4	10-11	4	0	4	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
29.	Тема 29. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ТЕОРИЯ ГИРОСКОПА	4	12	2	0	2	устный опрос
30.	Тема 30. МЕТОД КИНЕТОСТАТИКИ	4	13	2	0	2	
31.	Тема 31. ОРИЯ ИМПУЛЬСИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ	4	14-15	4	0	4	устный опрос
32.	Тема 32. СОУДАРЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ	4	16-17	4	0	4	
33.	Тема 33. АНАЛИТИЧЕСКАЯ СТАТИКА	5	1-2	4	0	4	
34.	Тема 34. ЛАГРАНЖЕВ ФОРМАЛИЗМ	5	3-4	4	0	4	контрольная работа
35.	Тема 35. КАНОНИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ГАМИЛЬТОНА	5	5-6	4	0	4	
36.	Тема 36. УРАВНЕНИЯ РАУСА	5	7	2	0	2	
37.	Тема 37. СКОБКИ ПУАССОНА	5	8	2	0	2	
38.	Тема 38. МЕТОД ЯКОБИ ИНТЕГРИРОВАНИЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ	5	9-10	4	0	4	
39.	Тема 39. КАНОНИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	5	11	2	0	2	контрольная работа
40.	Тема 40. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ВАРИАЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ	5	12	2	0	2	
41.	Тема 41. ТЕОРЕМА НЕТЕР	5	13	2	0	2	
42.	Тема 42. ТЕОРЕМА ЛАГРАНЖА ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ	5	14-15	4	0	4	
43.	Тема 43. МАЛЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВБЛИЗИ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ	5	16-18	6	0	6	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
·	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	экзамен
·	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
·	Тема . Итоговая форма контроля	4		0	0	0	зачет
·	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	экзамен
	Итого			140	34	106	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КИНЕМАТИКИ

#### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Задачи кинематики. Пространство и время, система отсчета. Материальная точка. Векторный, координатный и естественный способ задания движения точки. Вычисление скоростей и ускорений при различных способах задания движения. Теорема Гюйгенса и ее использование для нахождения кривизны траектории

#### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Задания по задачку Мещерского 11.2, 11.11, 12.8, 12.14, 12.19, 12.21, 12.24

### Тема 2. ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ В КРИВОЛИНЕЙНЫХ КООРДИНАТАХ

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Круговое движение. Скорость и ускорение в полярных координатах. Криволинейные координаты. Коэффициенты Ламэ. Скорости и ускорения в криволинейных ортогональных координатах. Примеры: сферическая и цилиндрическая система координат

#### *практическое занятие (2 часа(ов)):*

Задания по задачку Мещерского 12.34, 12.38, 12.40

### Тема 3. ОСНОВНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

#### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Задачи кинематики твердого тела. Задание положения твердого тела. Поступательное движение. Скорости и ускорения при поступательном движении. Вращение вокруг неподвижной оси. Векторы угловой скорости и ускорения. Скорости и ускорения точек тела во вращательном движении

#### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Задания по задачку Мещерского 13.4, 13.5, 13.17, 13.12, 14.1, 14.4, 14.13

### Тема 4. ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА.

#### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Задание плоского движения. Скорости и ускорения при плоском движении. Теорема о проекциях. Мгновенные центры скоростей и ускорений. Нахождение мгновенных центров скоростей и ускорений. Центроиды. Теоремы о представлении конечного движения плоской фигуры.

#### *практическое занятие (4 часа(ов)):*

Задания по задачку Мещерского 15.6, 15.8, 16.7, 16.10, 16.15, 16.18, 16.35

### Тема 5. ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА С НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКОЙ. СВОБОДНОЕ ТЕЛО

#### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*



Задание движения тела с неподвижной точкой. Углы Эйлера. Теорема Эйлера-Даламбера. Мгновенные угловые скорости и ускорения. Скорости и ускорения точек тела. Уравнение неподвижной оси. Подвижный и неподвижный аксоиды. Скорости и ускорения точек свободного твердого тела

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 19. 5, 19.6,19.9 19.7, 19.8, 19.10

## **Тема 6. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Абсолютное, переносное и относительное движение. Теорема о сложении скоростей. Теорема Кориолиса о сложении ускорений. Правило Жуковского нахождения кориолисова ускорения

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 23.27, 23.28, 23.29, 23.36, 23.37

## **Тема 7. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Сложение поступательных движений. Сложение вращений вокруг пересекающихся осей. Кинематические уравнения Эйлера. Сложение вращений вокруг параллельных осей. Пара вращений. Общий случай сложения движений. Винтовое движение. Кинематические инварианты. Аналогия между статикой и кинематикой

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 24.1, 24.5, 24.21, 24.35, 25.5, 25. 12

## **Тема 8. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ДИНАМИКИ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Материальная точка. Основные законы динамики. Виды сил. Основные задачи динамики

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 32.6, 32.17, 32.28, 32.45, 32.50, 32.56, 32.80, 32. 91, 32.96

## **Тема 9. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Необходимые и достаточные условия прямолинейности движения. Интегрирование уравнения движения в специальных случаях. Примеры: гравитационно взаимодействующие тела, падение тела с линейным и квадратичным сопротивлением

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 28.5, 28.12, 28.15, 28.21, 29.8, 29.14, 30.3, 30.5, 30.9

## **Тема 10. ПРЯМОЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Примеры колебаний. Классификация линейных колебаний. Свободные колебания. Собственная частота. Период колебаний. Колебания с вязким сопротивлением. Декремент затухания. Вынужденные колебания. Коэффициент динамичности. Биения. Резонанс. Вынужденные колебания с вязким сопротивлением.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 30.11, 30.15, 30.19, 30.25

## **Тема 11. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ ТОЧКИ**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Теоремы об изменении количества движения, момента количества движения. Работа силы. Теорема об изменении кинетической энергии

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 31.14, 31.18, 31.20, 31.24, 31. 29, 31.31, 31.34

## **Тема 12. СИЛОВЫЕ ПОЛЯ, ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Общие свойства стационарных силовых полей. Теорема о потенциальности силового поля. Свойства эквипотенциальных поверхностей. Примеры потенциальных полей. Интеграл энергии

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 33.2, 33.8, 33.16, 33.20

### **Тема 13. ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СИЛОВОМ ПОЛЕ**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Уравнение Бинэ. Закон всемирного тяготения. Виды траекторий. Определение параметров траектории по начальным данным. Уравнение Кеплера. Искусственные спутники. 1-ая и 2-ая космическая скорость. Эллиптические траектории. Задача об оптимальном угле

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 9.1, 9.4, 9.8, 9.17, 9.19, 9.12, 9.27, 34.1, 34.3

### **Тема 14. НЕСВОБОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Определение несвободного движения. Связи. Принцип освобожденности. Классификация связей. Движение точки по гладкой поверхности. Уравнения Лагранжа первого рода. Естественные уравнения движения. Математический маятник

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 35.1, 35.3, 35.6, 35.11, 35.15, 35.17, 3.19, 35.21

### **Тема 15. ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Переносная и кориолисова силы инерции. Уравнения относительного движения и покоя точки. Маятник с двумя потенциальными ямами. Закон Бэра размыва берегов рек. Отклонение падающих тел к востоку. Маятник Фуко

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 36.1, 36.3, 36.5, 36.7, 36.9, 36.11, 36.13

### **Тема 16. ЗАДАЧА ДВУХ ТЕЛ**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Движение одного тела относительно другого. Движение относительно общего центра масс

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 38.2, 38.3, 38.9, 38.11, 38.15, 28.16, 38. 23, 38.29, 38.30

### **Тема 17. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Количество движения МС. Теорема об изменении количества движения и ее следствия. Законы сохранения количества движения. Теорема о движении центра масс и ее следствия. Теорема Эйлера

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 37.2, 37.8, 37.10, 37.14, 37.26, 37.38, 37.42, 37.50

### **Тема 18. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ МОМЕНТОВ КОЛИЧЕСТВ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Момент количества движения МС. Момент количества движения твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Момент инерции относительно оси. Теорема об изменении момента количества движения и ее следствия. ДУ вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Формула Эйлера для турбины. Момент количества движения системы, участвующей в сложном движении

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 38.39, 38.42, 38.49, 38.51

## **Тема 19. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Кинетическая энергия системы. Теорема Кенига. Кинетическая энергия твердого тела. Теорема об изменении кинетической энергии. Работа внутренних сил. Кон-сервативные системы. Закон сохранения полной механической энергии

### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 34.6, 34.8, 34.10, 34.14, 34.16, 32.22, 34.24, 34.30

## **Тема 20. ТЕОРЕМА БЕРНУЛЛИ**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Условия применимости. Формулировка и доказательство. Примеры применения: течение жидкости в трубе переменного сечения, истечение из сосуда, трубка Пито, трубка Вентури

### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 34.7, 34.9, 34.11, 34.15, 34

## **Тема 21. ТЕОРЕМА О ВИРИАЛЕ**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Вириал системы. Теорема о вириале. Пример использования: замкнутая гравита-ционная система

### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 42.1, 42.3, 42.5, 42.8

## **Тема 22. ДИНАМИКА ТЕЛА ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятие тела переменной массы. Изменение количества движения тела переменной массы. Уравнение Мещерского. Задача Циолковского. Двухступенчатая ракета. Задача о ракете в поле силы тяжести

### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 43.1, 43.3, 43.5, 43.7

## **Тема 23. ГЕОМЕТРИЯ МАСС**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Момент инерции. Физический смысл. Радиус инерции. Теоремы о параллельных и перпендикулярных осях. Моменты инерции простейших тел: стержень, диск, треугольник, параллелепипед, шар. Моменты инерции относительно осей, проходящих через данную точку. Тензор инерции. Эллипсоид инерции. Главные оси тензора инерции. Главные оси инерции и их связь с главными осями тензора инерции. Вычисление моментов инерции относительно произвольных осей

### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 43.10, 43.12, 43.13

## **Тема 24. ВРАЩЕНИЕ ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ОСИ**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Вывод уравнений движения. Условия совпадения динамических и статических реакций. Физический маятник. Теорема Гюйгенса. Экспериментальное определение моментов инерции

### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 40.3, 40.5, 40.7.40.9

## **Тема 25. ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Уравнения движения. Основные теоремы. Примеры применения: качение и скольжение цилиндра по наклонной плоскости, задача о падении стержня.

### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 41.1, 41.5, 41.9, 41.11, 41.15, 41.18

## **Тема 26. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Кинетическая энергия и кинетический момент. Динамические уравнения Эйлера. Общая система уравнений Эйлера

### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 41.10, 41.12, 41.16, 41.17, 41.20, 41.21

## **Тема 27. СЛУЧАЙ ЭЙЛЕРА ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Первые интегралы. Стационарное вращение и его устойчивость. Движение динамически симметричного тела. Регулярная прецессия. Геометрическая интерпретация Пуансо. Интегрирование общего случая

### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 41.4, 41.10, 41.12, 41.16, 41.17

## **Тема 28. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Уравнения Пуассона. Динамические уравнения Эйлера при наличии силы тяжести. Уравнения движения тяжелого твердого тела вокруг неподвижной точки. Первые интегралы. Известные случаи интегрируемости. Случай Лагранжа движения тела. Вывод уравнения для угла нутации. Качественный анализ решения. Псевдорегулярная прецессия

### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 44.1, 44.4, 44.5, 44.9

## **Тема 29. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ТЕОРИЯ ГИРОСКОПА**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основное свойство гироскопа. Основное допущение элементарной теории. Теорема Резаля. Реакция на внешние силы. Закон прецессии оси гироскопа. Момент гироскопической реакции

### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 42.12, 42.14, 42.16, 42.18

## **Тема 30. МЕТОД КИНЕТОСТАТИКИ**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Уравнения кинестатики. Случаи плоского движения и вращения вокруг оси. Статические и добавочные динамические реакции. Примеры применения

### **лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 43.10, 43.12, 43.13

## **Тема 31. ТЕОРИЯ ИМПУЛЬСИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Ударные силы и импульсы. Основное соотношение теории. Теоремы об изменении количества движения, кинетического момента и кинетической энергии. Удар по свободному твердому телу. Удар по телу с одной неподвижной точкой. Удар по телу с неподвижной осью

### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 43.10, 43.12, 43.13

## **Тема 32. СОУДАРЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Кинематическое соотношение Ньютона и коэффициент восстановления. Соударение точки с гладкой поверхностью. Задача об ударе шара по вращающемуся стержню. Общее решение задачи о соударении двух гладких тел. Нахождение ударного импульса. Изменение кинетической энергии. Прямой центральный удар двух тел.: нахождение ударного импульса, послесударных скоростей, изменения кинетической энергии. Случаи абсолютно упругого и абсолютно неупругого ударов

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 44.10, 44.12, 44.13

**Тема 33. АНАЛИТИЧЕСКАЯ СТАТИКА**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Связи. Классификация связей. Виртуальные перемещения. Принцип виртуальных перемещений. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Способы вычисления обобщенных сил

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 44.11, 44.15, 44.17, 44.21

**Тема 34. ЛАГРАНЖЕВ ФОРМАЛИЗМ**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Вывод уравнения Лагранжа 2-го рода. Свойства кинетической энергии как функции обобщенных координат. Теорема об изменении полной механической энергии голономной системы. Гироскопические силы. Обобщенный потенциал. Запись уравнения Лагранжа в подвижной системе координат. Натуральные и ненатуральные системы

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 44.1, 44.3, 44.6, 44.7

**Тема 35. КАНОНИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ГАМИЛЬТОНА**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Преобразование Лежандра. Функция Гамильтона Уравнения Гамильтона. Физический смысл функции Гамильтона. Интеграл Якоби. Уравнения Уиттекера и Якоби

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 44.12, 44.16, 44.18, 44.22

**Тема 36. УРАВНЕНИЯ РАУСА**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Функция Рауса. Уравнения Рауса. Циклические координаты. Понижение порядка системы дифференциальных уравнений движения при помощи уравнений Рауса

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 46.1, 46.3, 46.5, 46.7, 46.9, 46.11, 46.13

**Тема 37. СКОБКИ ПУАССОНА**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Скобки Пуассона. Теорема Якоби-Пуассона. Первые интегралы.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 46.16, 46.18, 46.20, 46.22, 46.24, 46.26

**Тема 38. МЕТОД ЯКОБИ ИНТЕГРИРОВАНИЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Уравнение Гамильтона-Якоби. Уравнение Гамильтона-Якоби для систем с циклическими координатами. Уравнение Гамильтона-Якоби для консервативных и обобщенно консервативных систем. Характеристическая функция Гамильтона. Разделение переменных

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 47.3, 47.5, 47.7, 47.9, 47.11, 47.15, 47.19

**Тема 39. КАНОНИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Понятие канонического преобразования. Критерии каноничности преобразования. Ковариантность уравнений Гамильтона при канонических преобразованиях. Канонические преобразования и процесс движения. Теорема Лиувилля о со-хранении фазового объема

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 48.21, 48.27, 48.33, 48.45, 48.57

**Тема 40. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ВАРИАЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Вариационный принцип Гамильтона-Остроградского. Понятие о кинетическом фокусе. Вариационный принцип Мопертюи

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 49.8, 49.9, 49.11

**Тема 41. ТЕОРЕМА НЕТЕР**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Теорема Нетер. Примеры применения теоремы Нетер: законы сохранения энергии, количества движения, момента количества движения

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 49.23, 49.25

**Тема 42. ТЕОРЕМА ЛАГРАНЖА ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Устойчивость равновесия. Теорема Лагранжа. Теоремы Ляпунова о неустойчивости положения равновесия консервативной системы. Стационарные движения консервативной системы с циклическими координатами и их устойчивость

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 53.1, 53.3, 53.5, 53.7, 53.9, 53.11, 53.13

**Тема 43. МАЛЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВБЛИЗИ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Линеаризация уравнений движения. Главные координаты и главные колебания. Колебания консервативной системы под влиянием внешних периодических сил

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Задания по задачку Мещерского 54.3, 54.13, 54.15, 54.23, 55.3, 55.11, 55.17, 55.25

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. ОСНОВНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА	2	4-5	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
7.	Тема 7. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА.	2	12-14	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
10.	Тема 10. ПРЯМОЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ	3	1-2	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
11.	Тема 11. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ ТОЧКИ	3	3-4	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
12.	Тема 12. СИЛОВЫЕ ПОЛЯ, ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ	3	5-6	подготовка к устному опросу	8	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
13.	Тема 13. ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СИЛОВОМ ПОЛЕ	3	7-8	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
14.	Тема 14. НЕСВОБОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ	3	9	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
15.	Тема 15. ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ	3	10-12	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
16.	Тема 16. ЗАДАЧА ДВУХ ТЕЛ	3	13-14	подготовка к устному опросу	5	устный опрос
17.	Тема 17. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	3	15	подготовка к устному опросу	5	устный опрос
18.	Тема 18. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ МОМЕНТОВ КОЛИЧЕСТВ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	3	16	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
19.	Тема 19. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	3	17	подготовка к устному опросу	5	устный опрос
20.	Тема 20. ТЕОРЕМА БЕРНУЛЛИ	3	18	подготовка к устному опросу	5	устный опрос
22.	Тема 22. ДИНАМИКА ТЕЛА ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ	4	2	подготовка к устному опросу	7	устный опрос
24.	Тема 24. ВРАЩЕНИЕ ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ОСИ	4	5	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
27.	Тема 27. СЛУЧАЙ ЭЙЛЕРА ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ	4	8-9	подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
29.	Тема 29. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ТЕОРИЯ ГИРОСКОПА	4	12	подготовка к устному опросу	8	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
31.	Тема 31. ОРИЯ ИМПУЛЬСИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ	4	14-15	подготовка к устному опросу	9	устный опрос
34.	Тема 34. ЛАГРАНЖЕВ ФОРМАЛИЗМ	5	3-4	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа
39.	Тема 39. КАНОНИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	5	11	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа
43.	Тема 43. МАЛЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВБЛИЗИ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ	5	16-18	подготовка к контрольной работе	12	контрольная работа
	Итого				152	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курсы лекций и семинарских занятий, организованные по стандартной технологии.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### Тема 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КИНЕМАТИКИ

### Тема 2. ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ В КРИВОЛИНЕЙНЫХ КООРДИНАТАХ

### Тема 3. ОСНОВНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 7.

### Тема 4. ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА.

### Тема 5. ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА С НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКОЙ. СВОБОДНОЕ ТЕЛО

### Тема 6. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ.

### Тема 7. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА.

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 9.

### Тема 8. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ДИНАМИКИ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

### Тема 9. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

### Тема 10. ПРЯМОЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

устный опрос , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 12.

### Тема 11. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ ТОЧКИ

устный опрос , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 14.

### Тема 12. СИЛОВЫЕ ПОЛЯ, ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ

устный опрос , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 15.

### Тема 13. ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ СИЛОВОМ ПОЛЕ

устный опрос , примерные вопросы:



Задачник Мещерского. Параграф 16.

#### **Тема 14. НЕСВОБОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ**

устный опрос , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. . Параграф 17.

#### **Тема 15. ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ**

устный опрос , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 18.

#### **Тема 16. ЗАДАЧА ДВУХ ТЕЛ**

устный опрос , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 19.

#### **Тема 17. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

устный опрос , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 20.

#### **Тема 18. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ МОМЕНТОВ КОЛИЧЕСТВ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

устный опрос , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 21.

#### **Тема 19. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

устный опрос , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 22.

#### **Тема 20. ТЕОРЕМА БЕРНУЛЛИ**

устный опрос , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 8.

#### **Тема 21. ТЕОРЕМА О ВИРИАЛЕ**

#### **Тема 22. ДИНАМИКА ТЕЛА ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ**

устный опрос , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 13.

#### **Тема 23. ГЕОМЕТРИЯ МАСС**

#### **Тема 24. ВРАЩЕНИЕ ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ОСИ**

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 23.

#### **Тема 25. ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА**

#### **Тема 26. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ**

#### **Тема 27. СЛУЧАЙ ЭЙЛЕРА ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ**

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 24.

#### **Тема 28. ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ**

#### **Тема 29. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ТЕОРИЯ ГИРОСКОПА**

устный опрос , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 24.

#### **Тема 30. МЕТОД КИНЕТОСТАТИКИ**

#### **Тема 31. ОРИЯ ИМПУЛЬСИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ**

устный опрос , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 25.

#### **Тема 32. СОУДАРЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ**

### **Тема 33. АНАЛИТИЧЕСКАЯ СТАТИКА**

### **Тема 34. ЛАГРАНЖЕВ ФОРМАЛИЗМ**

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 25.

### **Тема 35. КАНОНИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ГАМИЛЬТОНА**

### **Тема 36. УРАВНЕНИЯ РАУСА**

### **Тема 37. СКОБКИ ПУАССОНА**

### **Тема 38. МЕТОД ЯКОБИ ИНТЕГРИРОВАНИЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ**

### **Тема 39. КАНОНИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 26.

### **Тема 40. ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ВАРИАЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ**

### **Тема 41. ТЕОРЕМА НЕТЕР**

### **Тема 42. ТЕОРЕМА ЛАГРАНЖА ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ**

### **Тема 43. МАЛЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВБЛИЗИ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ**

контрольная работа , примерные вопросы:

Задачник Мещерского. Параграф 26.

### **Тема . Итоговая форма контроля**

### **Тема . Итоговая форма контроля**

### **Тема . Итоговая форма контроля**

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

Экзамены и коллоквиум в соответствии с приведенной выше программой; контрольные работы, формируемые на основе задачников:

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике.

Бухгольц Н.Н., Воронков И.М., Минаков А.П. Сборник задач по теоретической механике.

Пятницкий Е.С. Трухан Н.М. Ханукаев Ю.И. Сборник задач по аналитической механике.

Якимова К.Е. (ред.) Задачи по теоретической механике.

Сальникова Т.В., Якимова К.Е. Задачник по аналитической механике.

Указанные задачники используется также для самостоятельной работы студентов.

### **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНАМ И ЗАЧЕТУ**

#### **КИНЕМАТИКА**

1. Движение точки. Способы задания движения.
2. Скорость точки. Нахождение скорости при различных способах задания движения.
3. Ускорение точки. Нахождение ускорения при различных способах задания движения.
5. Основные движения твердого тела. Поступательное движение. Вращение вокруг неподвижной оси.
6. Плоское движение твердого тела. Скорости при плоском движении.
7. Мгновенный центр скоростей при плоском движении. Центроиды.
8. Ускорения точек при плоском движении.
9. Движение твердого тела с одной неподвижной точкой. Задание движения. Углы Эйлера.
10. Скорости точек твердого тела с неподвижной точкой. Мгновенная ось вращения. Мгновенная угловая скорость.
11. Ускорения точек тела с одной неподвижной точкой.
12. Движение свободного твердого тела. Скорости и ускорения точек.
13. Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей.

14. Теорема Кориолиса.

15. Сложное движение твердого тела. Сложение поступательных движений. Сложение вращений вокруг пересекающихся осей.

16. Кинематические уравнения Эйлера.

17. Сложение вращений вокруг параллельных осей. Пара вращений.

18. Сложение поступательного и вращательного движений.

19. Общий случай сложения движений твердого тела. Кинематические инварианты. Мгновенно-винтовое движение.

20. Классификация мгновенных движений твердого тела в зависимости от кинематических инвариантов. Нахождение мгновенной винтовой оси.

## ДИНАМИКА ТОЧКИ

1) Материальная точка. Основные законы динамики. Основные виды сил. 1-ая и 2-ая задачи динамики.

2) Прямолинейное движение материальной точки. Необходимые и достаточные условия. Интегрирование уравнения движения в том случае когда сила зависит от времени

3) Интегрирование уравнения прямолинейного движения точки в том случае когда сила зависит от координаты Пример: гравитационно взаимодействующие тела

4) Интегрирование уравнения прямолинейного движения в том случае когда сила зависит от скорости точки. Пример: падение тела с квадратичным сопротивлением.

5) Прямолинейные колебания материальной точки. Примеры колебаний. Классификация линейных колебаний. Свободные колебания. Собственная частота. Период колебаний.

6) Свободные колебания материальной точки. Собственная частота. Период колебаний.

7) Свободные колебания материальной точки с вязким сопротивлением

Случай малого сопротивления. Декремент колебаний.

8) Свободные колебания материальной точки с вязким сопротивлением

Случай большого сопротивления. Декремент колебаний.

9) Вынужденные колебания материальной точки. Коэффициент динамичности. Биения. Резонанс..

10) Вынужденные колебания материальной точки с вязким сопротивлением.

11) Теорема об изменении количества движения. Теорема об изменении момента количества движения. Закон площадей.

12) Работа силы. Теорема об изменении кинетической энергии.

13) Общие свойства стационарных силовых полей. Теорема о потенциальности силового поля.

14) Потенциальная энергия. Свойства эквипотенциальных поверхностей. Примеры потенциальных полей. Интеграл энергии

15) Движение материальной точки в центральном силовом поле. Уравнение Бинэ.

16) Движение материальной точки в центральном силовом поле. Закон всемирного тяготения и законы Кеплера.

17). Движение материальной точки в поле тяготения. Виды траекторий. 1-ая и 2-ая космическая скорость.

18) Движение материальной точки в поле тяготения .Определение параметров траектории по начальным данным.

19) Движение материальной точки в поле тяготения . Уравнение Кеплера

## ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

### 1) МАТЕРИАЛЬНАЯ СИСТЕМА

Центр масс. Внешние и внутренние силы. Свойства внутренних сил. ДУ движения системы материальных точек

### 2) ЗАДАЧА ДВУХ ТЕЛ

Движение одного тела относительно другого. Движение относительно центра масс.

### 3) ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Количество движения МС. Теорема об изменении количества движения и ее следствия.

Законы сохранения количества движения.

#### 4) ТЕОРЕМА О ДВИЖЕНИИ ЦЕНТРА МАСС. ТЕОРЕМА ЭЙЛЕРА

Теорема о движении центра масс и ее следствия. Пример использования. Теорема Эйлера. Пример использования.

#### 5) ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ МОМЕНТОВ КОЛИЧЕСТВ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Момент количеств движения МС. Момент количеств движения твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Момент инерции относительно оси. Теорема об изменении момента количеств движения и ее следствия. Пример использования.

#### 6) ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ МОМЕНТОВ КОЛИЧЕСТВ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

ДУ вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Формула Эйлера для турбины. Момент количеств движения системы, участвующей в сложном движении.

#### 7) ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Кинетическая энергия системы. Теорема Кенига. Кинетическая энергия твердого тела. Теорема об изменении кинетической энергии. Работа внутренних сил. Закон сохранения полной механической энергии. Пример использования.

#### 8) ТЕОРЕМА БЕРНУЛЛИ

Вывод теоремы. Примеры использования

#### 9) ТЕОРЕМА О ВИРИАЛЕ

Вириал системы. Теорема о вириале. Пример использования: замкнутая гравитационная система.

#### 10) ДИНАМИКА ТЕЛА ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ

Понятие тела переменной массы. Изменение количества движения тела переменной массы. Уравнение Мещерского. Задача Циолковского. Двухступенчатая ракета. Задача о ракете в поле силы тяжести.

### ДИНАМИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

#### 1) МОМЕНТ ИНЕРЦИИ

Определение. Физический смысл. Моменты инерции простейших тел: стержень, диск, треугольник, параллелепипед, шар. Радиус инерции. Теоремы о параллельных и перпендикулярных осях. Примеры использования теорем.

#### 2) ГОМЕТРИЯ МАСС

Моменты инерции относительно осей, проходящих через данную точку. Тензор инерции. Эллипсоид инерции. Главные оси тензора инерции. Главные оси инерции и их связь с главными осями тензора инерции. Вычисление моментов инерции относительно произвольных осей.

#### 3) ВРАЩЕНИЕ ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ОСИ

Вывод уравнений движения. Условия совпадения динамических и статических реакций. Пример использования.

#### 4) ФИЗИЧЕСКИЙ МАЯТНИК

Определение. Вывод уравнений движения. Теорема Гюйгенса. Экспериментальное определение моментов инерции.

#### 5) ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Уравнения движения. Основные теоремы. Примеры применения: качение и скольжение цилиндра по наклонной плоскости.

#### 6) ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Уравнения движения. Основные теоремы. Примеры применения: задача о падении стержня.

#### 7) ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ

Кинетическая энергия и кинетический момент. Динамические уравнения Эйлера. Кинематические уравнения Эйлера. Общая система уравнений Эйлера.

### 8) СЛУЧАЙ ЭЙЛЕРА ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ.

Первые интегралы. Стационарное вращение и его устойчивость.

### 8) СЛУЧАЙ ЭЙЛЕРА ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ.

Движение динамически симметричного тела. Регулярная прецессия. Геометрическая интерпретация Пуансо.

### 9) ИНТЕГРИРОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ ЭЙЛЕРА В ОБЩЕМ СЛУЧАЕ.

### 10) ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

Уравнения Пуассона. Динамические уравнения Эйлера при наличии силы тяжести. Уравнения движения тяжелого твердого тела вокруг неподвижной точки. Первые интегралы. Известные случаи интегрируемости.

### 11) СЛУЧАЙ ЛАГРАНЖА ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ.

Вывод уравнения для угла нутации. Качественный анализ решения. Псевдорегулярная прецессия.

### 12) ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ТЕОРИЯ ГИРОСКОПА.

Основное свойство гироскопа. Основное допущение элементарной теории. Теорема Резаля. Реакция на внешние силы. Закон прецессии оси гироскопа. Момент гироскопической реакции.

### 13) МЕТОД КИНЕТОСТАТИКИ

Уравнения кинетостатики. Случаи плоского движения и вращения вокруг оси. Статические и добавочные динамические реакции. Пример применения.

### 14) ТЕОРИЯ ИМПУЛЬСИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ

Ударные силы и импульсы. Основное соотношение теории. Теоремы об изменении количества движения, кинетического момента и кинетической энергии.

### 15) ТЕОРИЯ ИМПУЛЬСИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ

Удар по свободному твердому телу. Удар по телу с одной неподвижной точкой. Удар по телу с неподвижной осью.

### 16) СОУДАРЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Кинематическое соотношение Ньютона и коэффициент восстановления. Соударение точки с гладкой поверхностью. Задача об ударе шара по вращающемуся стержню.

### 17) ОБЩАЯ ЗАДАЧА О СОУДАРЕНИИ ДВУХ ГЛАДКИХ ТЕЛ

Постановка. Общее решение. Нахождение ударного импульса. Изменение кинетической энергии.

### 18) ПРЯМОЙ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УДАР ДВУХ ГЛАДКИХ ТЕЛ

Постановка задачи. Общее решение: нахождение ударного импульса, послеударных скоростей, изменения кинетической энергии. Случаи абсолютно упругого и абсолютно неупругого ударов.

### АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

1. Связи. Классификация связей. Виртуальные перемещения. Принцип виртуальных перемещений.

2. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Способы вычисления обобщенных сил.

3. Вывод уравнения Лагранжа 2-го рода.

4. Лагранжев формализм. Пример использования: движение материальной точки в полярных координатах.

5. Свойства кинетической энергии как функции обобщенных координат

6. Теорема об изменении полной механической энергии голономной системы.

7. Гироскопические силы. Обобщенный потенциал. Запись уравнения Лагранжа в подвижной системе координат. Натуральные и ненатуральные системы.

8. Вариационный принцип Гамильтона-Остроградского. Понятие о кинетическом фокусе.

9. Вариационный принцип Мопертюи

10. Преобразование Лежандра. Каноническое уравнение Гамильтона.

11. Физический смысл функции Гамильтона. Интеграл Якоби.
12. Уравнения Уиттекера.
13. Уравнения Якоби.
14. Уравнения Раусса.
15. Циклические координаты. Задача о движении материальной точки на плоскости под действием центральной силы.
16. Скобки Пуассона. Теорема Якоби-Пуассона.
17. Теорема Нетер.
18. Примеры применения теоремы Нетер: законы сохранения энергии, количества движения, момента количества движения.
19. Теорема Лиувилля.
20. Уравнение Гамильтона-Якоби.
21. Метод разделения переменных.
22. Положения равновесия. Условия равновесия. Понятия устойчивости и асимптотической устойчивости равновесия.
23. Теорема Лагранжа-Дирихле.
24. Анализ устойчивости в линейном приближении. Уравнения движения вблизи положения равновесия.
25. Движение консервативной системы вблизи положения равновесия.

### 7.1. Основная литература:

Теоретическая механика, Эрдеди, Алексей Алексеевич; Эрдеди, Наталия Алексеевна, 2012г.

Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч. 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки : учебник[Электронный ресурс] Издательство: Лань, 2009. - 480 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/32>

Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч. 2: Динамика системы материальных точек : учебник[Электронный ресурс] Издательство: Лань, 2009. - 336 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/33/>

### 7.2. Дополнительная литература:

Задания по курсу "Теоретическая механика. Динамика точки и механической системы", Тазюков, Фэрид Хоснутдинович; Тазюков, Б. Фэридович, 2011г.

Митюшов, Евгений Александрович. Теоретическая механика: учебник для студ. вузов / Е. А. Митюшов, С. А. Берестова. М.: Академия, 2006. 320 с.

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: учебник[Электронный ресурс] Издательство: Лань, 2012. - 448 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/2786>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Колебания и волны: учеб. пособие / А. В. Бармасов, В. Е. Холмогоров / Под ред. А. П. Бобровского. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2009. ? 256 с. - <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=349952>

Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч. 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки : учебник[Электронный ресурс] Издательство: Лань, 2009. - 480 с. - <http://e.lanbook.com/view/book/32/>

Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч. 2: Динамика системы материальных точек : учебник[Электронный ресурс] Издательство: Лань, 2009. - 336 с. - <http://e.lanbook.com/view/book/33/>

Методы научного познания: Учебное пособие / С.А. Лебедев. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 272 с - <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=450183>

Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: учебник[Электронный ресурс] Издательство: Лань, 2012. - <http://e.lanbook.com/view/book/2786/>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Теоретическая и прикладная механика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010800.62 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Егоров А.Г. \_\_\_\_\_

Саченков А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Маклаков Д.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.