

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. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Теоретическая механика Б2.Б.2

Направление подготовки: 010100.62 - Математика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Тазюков Б.Ф.

**Рецензент(ы):**

Коноплев Ю.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой:

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

Казань  
2013

## 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) доцент, к.н. Тазюков Б.Ф. Кафедра теоретической механики отделение механики , Bulat.Tazioukov@kpfu.ru

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины (модуля) "Теоретическая механика" являются изучение фундаментальных 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 " Б2.Б.2 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 010100.62 Математика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 4 курсе, 7, 8 семестры.

Дисциплина входит в базовую часть цикла естественнонаучных дисциплин (Б.2). Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, алгебра, аналитическая геометрия, дифференциальные уравнения, дифференциальная геометрия и топология. Освоение дисциплины позволит в дальнейшем изучать курсы естественно-научного содержания из цикла Б.2, спецкурсы по выбору студента.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

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. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы) 252 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре; экзамен в 8 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.	<p>Тема 1. Предмет классической механики. Аксиомы динамики. Принцип детерминированности. Принцип относительности. Закон движения, траектория, скорость и ускорение точки. Проекция ускорения точки на оси естественного трехгранника. Угловая скорость подвижного репера. Формулы Пуассона. Угловая скорость репера Френе. Способы задания движения твердого тела. Угловая скорость. Формулы Эйлера и Ривальса. Сложное движение точки. Теоремы о сложении скоростей и ускорений. Поступательное, вращательное (вокруг неподвижной оси) и плоско-параллельное движения тела. Мгновенный центр скоростей и центроиды. Твердое тело с неподвижной точкой. Мгновенная ось вращения и аксоиды. Свободное твердое тело. Мгновенная винтовая ось. Сложное движение твердого тела. Теорема сложения угловых скоростей. Кинематические формулы Эйлера.</p>	7		0	0	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	
2.	<p>Тема 2. Уравнения движения материальной точки. Уравнения в проекциях на естественные оси. Работа силы на перемещении точки, мощность силы. Классификация сил. Потенциальная энергия. Импульс, кинетический момент и кинетическая энергия точки. Теоремы об изменении и законы сохранения импульса и кинетического момента. Теорема об изменении кинетической энергии и закон сохранения полной механической энергии. Движение точки под действием центральной силы. Свойства движения. Интеграл площадей. Эмпирические законы Кеплера. Вывод закона всемирного тяготения из законов Кеплера. Движение точки в центральном гравитационном поле (задача Кеплера): определение орбит, первая и вторая космические скорости. Движение точки в центральном гравитационном поле по эллиптической орбите: уравнение Кеплера и определение закона движения.</p>	7		0	0	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	
3.	Тема 3. Движение точки по поверхности и по кривой. Принцип освобождения. Заданные силы и реакции связей. Реакции идеальных связей. Теорема об изменении кинетической энергии и интеграл энергии. Определение нормальной реакции как функции от положения точки на кривой в консервативном случае. Одномерное движение точки в консервативном поле сил. Квадратуры и фазовые портреты. Области возможности движения. Период колебаний в потенциальной яме. Малые колебания. Математический маятник. Сферический маятник.	7		0	0	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	
4.	Тема 4. Движение точки в неинерциальной системе отсчета. Переносная и кориолисова силы инерции. Закон изменения кинетической энергии и обобщенный интеграл энергии. (*) Математический маятник во вращающейся системе координат. Перестройка фазового портрета. Равновесие материальной точки на Земле. Вес. Падение материальной точки на Землю. (*) Маятник Фуко.	7		0	0	0	
5.	Тема 5. Контрольная работа по темам Динамика точки	7		0	0	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	
6.	Тема 6. Основные понятия динамики систем: центр масс, импульс, кинетический момент, кинетическая энергия. Оси Кенига и формулы Кенига. Внешние и внутренние силы. Общие теоремы динамики свободных систем в неподвижной системе координат и в осях Кенига. Понятие о задаче n тел. Задача двух тел и ее сведение к задаче Кеплера. Уточнение законов Кеплера. (*) Плоская круговая ограниченная задача трех тел. Точки либрации. Основные положения динамики несвободных систем. Голономные и неголономные связи. Виртуальные и действительные перемещения. Реакции связей, идеальные связи. Принцип Даламбера-Лагранжа. Уравнения Лагранжа с множителями. Общие теоремы динамики систем со связями.	7		0	0	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	
7.	<p>Тема 7. Осевые и центробежные моменты инерции твердого тела. Тензор и эллипсоид инерции. Главные оси и моменты инерции. Импульс, кинетический момент и кинетическая энергия твердого тела. Уравнения движения твердого тела. Понятие об эквивалентности систем сил, действующих на твердое тело. Приведение сил тяжести к центру масс тела. Тяжелое твердое тело с неподвижной точкой. Уравнения Эйлера-Пуассона и их первые интегралы. (*) Перманентные вращения тяжелого твердого тела с неподвижной точкой. Конус Штауде. Волчок Эйлера: квадратуры и фазовый портрет. Волчок Эйлера: геометрическая интерпретация Пуансо. Перманентные вращения произвольного и регулярные прецессии осесимметричного волчка Эйлера. Волчок Лагранжа: редукция к одномерному движению и квадратуры. Волчок Лагранжа: геометрическая интерпретация Пуассона. Равномерное вращение волчка Лагранжа вокруг вертикально расположенной оси</p>						

симметрии. Условие Маиевского. Волчок Ковалевской: первые интегралы.

7

0

0

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	
8.	Тема 8. Контрольная работа по темам "Динамика системы материальных точек"	7		0	0	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	
9.	<p>Тема 9. (*) Уравнения движения твердого тела по горизонтальной плоскости в случаях идеально гладкой, идеально шероховатой и плоскости с трением. (*) Движение однородного шара по горизонтальной плоскости в случаях идеально гладкой, идеально шероховатой и плоскости с сухим трением. (*) Динамически симметричный шар на горизонтальной плоскости с трением скольжения: уравнения движения, закон изменения полной механической энергии и интеграл Джелетта. (*) Динамически симметричный шар на горизонтальной плоскости с трением скольжения: эффективный потенциал, равномерные вращения вокруг вертикально расположенной оси симметрии. (*) Поступательно-вращательное движение твердого тела в центральном гравитационном поле: уравнения движения и первые интегралы. (*) Вращательные движения спутника на круговой орбите (ограниченная постановка задачи): уравнения движения и относительные равновесия.</p>	7		0	0	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	
10.	Тема 10. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Уравнения Лагранжа второго рода. Случай потенциальных сил. Структура кинетической энергии. Разрешимость уравнений Лагранжа относительно вторых производных. Классификация обобщенных сил. Обобщенно-консервативные системы и обобщенный интеграл энергии. Уравнения Лагранжа для относительных движений. Уравнения движения в плоской ограниченной круговой задаче трех тел. Уравнения Рауса. Циклические координаты и интегралы. Метод Рауса игнорирования циклических переменных.	8		0	0	0	
11.	Тема 11. Контрольная работа по теме "Уравнения Лагранжа"	8		0	0	0	
12.	Тема 12. Неголономные системы. Уравнения Лагранжа-Рауса с неопределенными множителями. Неголономные системы Чаплыгина. Уравнения Чаплыгина. Конек Чаплыгина на наклонной плоскости.	8		0	0	0	
13.	Тема 13. Принцип Гамильтона-Остроградского. Принцип Мопертюи-Лагранжа-Якоби.	8		0	0	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	
14.	<p>Тема 14. Основные понятия теории устойчивости. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости (метод функций Ляпунова). Теорема Четаева о неустойчивости. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости и неустойчивости по первому приближению. (*) Теоремы Барбашина-Красовского и Красовского для автономных систем (без доказательства). Теорема Лагранжа об устойчивости равновесия и понятие о ее обращении. Степень неустойчивости Пуанкаре. Теоремы Кельвина-Четаева о влиянии гироскопических и диссипативных сил на устойчивость равновесия. Линеаризация уравнений Лагранжа в окрестности равновесия. (*) Точки либрации в плоской ограниченной круговой задаче трех тел и их устойчивость. (*) Теорема Рауса об устойчивости стационарных движений систем с циклическими координатами. (*) Гантель Белецкого: стационарные движения и их устойчивость.</p>	8		0	0	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	
15.	Тема 15. Контрольная работа по теме "Малые колебания"	8		0	0	0	
16.	Тема 16. Преобразование Лежандра. Канонические переменные. Функция Гамильтона и уравнения Гамильтона. Свойства уравнений Гамильтона. (*) Принцип Гамильтона в форме Пуанкаре. Универсальный интегральный инвариант Пуанкаре. Интегральный инвариант Пуанкаре-Картана (без док-ва). (*) Уравнения Уиттекера и Якоби.	8		0	0	0	
17.	Тема 17. Преобразование Лежандра. Канонические переменные. Функция Гамильтона и уравнения Гамильтона. Свойства уравнений Гамильтона. (*) Принцип Гамильтона в форме Пуанкаре. Универсальный интегральный инвариант Пуанкаре. Интегральный инвариант Пуанкаре-Картана (без док-ва). (*) Уравнения Уиттекера и Якоби.	8		0	0	0	
18.	Тема 18. Контрольная работа по темам "Уравнения Гамильтона. Канонические преобразования"	8		0	0	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	
19.	Тема 19. (*) Теорема Лиувилля об интегрируемости гамильтоновой системы в квадратурах. (*) Переменные действие-угол: идея и ее реализация на примере линейного осциллятора. (*) Теория возмущений: идея и ее реализация на примере математического маятника в окрестности равновесия.	8		0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	экзамен
	Итого			0	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Предмет классической механики. Аксиомы динамики. Принцип детерминированности. Принцип относительности. Закон движения, траектория, скорость и ускорение точки. Проекция ускорения точки на оси естественного трехгранника. Угловая скорость подвижного репера. Формулы Пуассона. Угловая скорость репера Френе. Способы задания движения твердого тела. Угловая скорость. Формулы Эйлера и Ривальса. Сложное движение точки. Теоремы о сложении скоростей и ускорений. Поступательное, вращательное (вокруг неподвижной оси) и плоско-параллельное движения тела. Мгновенный центр скоростей и центроиды. Твердое тело с неподвижной точкой. Мгновенная ось вращения и аксоиды. Свободное твердое тело. Мгновенная винтовая ось. Сложное движение твердого тела. Теорема сложения угловых скоростей. Кинематические формулы Эйлера.**

**Тема 2. Уравнения движения материальной точки. Уравнения в проекциях на естественные оси. Работа силы на перемещении точки, мощность силы. Классификация сил. Потенциальная энергия. Импульс, кинетический момент и кинетическая энергия точки. Теоремы об изменении и законы сохранения импульса и кинетического момента. Теорема об изменении кинетической энергии и закон сохранения полной механической энергии. Движение точки под действием центральной силы. Свойства движения. Интеграл площадей. Эмпирические законы Кеплера. Вывод закона всемирного тяготения из законов Кеплера. Движение точки в центральном гравитационном поле (задача Кеплера): определение орбит, первая и вторая космические скорости. Движение точки в центральном гравитационном поле по эллиптической орбите: уравнение Кеплера и определение закона движения.**



**Тема 3. Движение точки по поверхности и по кривой. Принцип освобождения. Заданные силы и реакции связей. Реакции идеальных связей. Теорема об изменении кинетической энергии и интеграл энергии. Определение нормальной реакции как функции от положения точки на кривой в консервативном случае. Одномерное движение точки в консервативном поле сил. Квадратуры и фазовые портреты. Области возможности движения. Период колебаний в потенциальной яме. Малые колебания. Математический маятник. Сферический маятник.**

**Тема 4. Движение точки в неинерциальной системе отсчета. Переносная и кориолисова силы инерции. Закон изменения кинетической энергии и обобщенный интеграл энергии. (\*) Математический маятник во вращающейся системе координат. Перестройка фазового портрета. Равновесие материальной точки на Земле. Вес. Падение материальной точки на Землю. (\*) Маятник Фуко.**

**Тема 5. Контрольная работа по темам Динамика точки**

**Тема 6. Основные понятия динамики систем: центр масс, импульс, кинетический момент, кинетическая энергия. Оси Кенига и формулы Кенига. Внешние и внутренние силы. Общие теоремы динамики свободных систем в неподвижной системе координат и в осях Кенига. Понятие о задаче  $n$  тел. Задача двух тел и ее сведение к задаче Кеплера. Уточнение законов Кеплера. (\*) Плоская круговая ограниченная задача трех тел. Точки либрации. Основные положения динамики несвободных систем. Голономные и неголономные связи. Виртуальные и действительные перемещения. Реакции связей, идеальные связи. Принцип Даламбера-Лагранжа. Уравнения Лагранжа с множителями. Общие теоремы динамики систем со связями.**

**Тема 7. Осевые и центробежные моменты инерции твердого тела. Тензор и эллипсоид инерции. Главные оси и моменты инерции. Импульс, кинетический момент и кинетическая энергия твердого тела. Уравнения движения твердого тела. Понятие об эквивалентности систем сил, действующих на твердое тело. Приведение сил тяжести к центру масс тела. Тяжелое твердое тело с неподвижной точкой. Уравнения Эйлера-Пуассона и их первые интегралы. (\*) Перманентные вращения тяжелого твердого тела с неподвижной точкой. Конус Штауде. Волчок Эйлера: квадратуры и фазовый портрет. Волчок Эйлера: геометрическая интерпретация Пуансо. Перманентные вращения произвольного и регулярные прецессии осесимметричного волчка Эйлера. Волчок Лагранжа: редукция к одномерному движению и квадратуры. Волчок Лагранжа: геометрическая интерпретация Пуассона. Равномерное вращение волчка Лагранжа вокруг вертикально расположенной оси симметрии. Условие Маиевского. Волчок Ковалевской: первые интегралы.**

**Тема 8. Контрольная работа по темам "Динамика системы материальных точек"**

**Тема 9. (\*) Уравнения движения твердого тела по горизонтальной плоскости в случаях идеально гладкой, идеально шероховатой и плоскости с трением. (\*) Движение однородного шара по горизонтальной плоскости в случаях идеально гладкой, идеально шероховатой и плоскости с сухим трением. (\*) Динамически симметричный шар на горизонтальной плоскости с трением скольжения: уравнения движения, закон изменения полной механической энергии и интеграл Джелетта. (\*) Динамически симметричный шар на горизонтальной плоскости с трением скольжения: эффективный потенциал, равномерные вращения вокруг вертикально расположенной оси симметрии. (\*) Поступательно-вращательное движение твердого тела в центральном гравитационном поле: уравнения движения и первые интегралы. (\*) Вращательные движения спутника на круговой орбите (ограниченная постановка задачи): уравнения движения и относительные равновесия.**

**Тема 10. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Уравнения Лагранжа второго рода. Случай потенциальных сил. Структура кинетической энергии. Разрешимость уравнений Лагранжа относительно вторых производных. Классификация обобщенных сил. Обобщенно-консервативные системы и обобщенный интеграл энергии. Уравнения Лагранжа для относительных движений. Уравнения движения в плоской ограниченной круговой задаче трех тел. Уравнения Рауса. Циклические координаты и интегралы. Метод Рауса игнорирования циклических переменных.**

**Тема 11. Контрольная работа по теме "Уравнения Лагранжа"**

**Тема 12. Неголономные системы. Уравнения Лагранжа-Рауса с неопределенными множителями. Неголономные системы Чаплыгина. Уравнения Чаплыгина. Конек Чаплыгина на наклонной плоскости.**

**Тема 13. Принцип Гамильтона-Остроградского. Принцип Мопертюи-Лагранжа-Якоби.**

**Тема 14. Основные понятия теории устойчивости. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости (метод функций Ляпунова). Теорема Четаева о неустойчивости. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости и неустойчивости по первому приближению. (\*) Теоремы Барбашина-Красовского и Красовского для автономных систем (без доказательства). Теорема Лагранжа об устойчивости равновесия и понятие о ее обращении. Степень неустойчивости Пуанкаре. Теоремы Кельвина-Четаева о влиянии гироскопических и диссипативных сил на устойчивость равновесия. Линеаризация уравнений Лагранжа в окрестности равновесия. (\*) Точки либрации в плоской ограниченной круговой задаче трех тел и их устойчивость. (\*) Теорема Рауса об устойчивости стационарных движений систем с циклическими координатами. (\*) Гантель Белецкого: стационарные движения и их устойчивость.**

**Тема 15. Контрольная работа по теме "Малые колебания"**

**Тема 16. Преобразование Лежандра. Канонические переменные. Функция Гамильтона и уравнения Гамильтона. Свойства уравнений Гамильтона. (\*) Принцип Гамильтона в форме Пуанкаре. Универсальный интегральный инвариант Пуанкаре. Интегральный инвариант Пуанкаре-Картана (без док-ва). (\*) Уравнения Уиттекера и Якоби.**

**Тема 17. Преобразование Лежандра. Канонические переменные. Функция Гамильтона и уравнения Гамильтона. Свойства уравнений Гамильтона. (\*) Принцип Гамильтона в форме Пуанкаре. Универсальный интегральный инвариант Пуанкаре. Интегральный инвариант Пуанкаре-Картана (без док-ва). (\*) Уравнения Уиттекера и Якоби.**

**Тема 18. Контрольная работа по темам "Уравнения Гамильтона. Канонические преобразования"**

**Тема 19. (\*) Теорема Лиувилля об интегрируемости гамильтоновой системы в квадратурах. (\*) Переменные действие-угол: идея и ее реализация на примере линейного осциллятора. (\*) Теория возмущений: идея и ее реализация на примере математического маятника в окрестности равновесия.**

## **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. Предмет классической механики. Аксиомы динамики. Принцип детерминированности. Принцип относительности. Закон движения, траектория, скорость и ускорение точки. Проекция ускорения точки на оси естественного трехгранника. Угловая скорость подвижного репера. Формулы Пуассона. Угловая скорость репера Френе. Способы задания движения твердого тела. Угловая скорость. Формулы Эйлера и Ривальса. Сложное движение точки. Теоремы о сложении скоростей и ускорений. Поступательное, вращательное (вокруг неподвижной оси) и плоско-параллельное движения тела. Мгновенный центр скоростей и центроиды. Твердое тело с неподвижной точкой. Мгновенная ось вращения и аксоиды. Свободное твердое тело. Мгновенная винтовая ось. Сложное движение твердого тела. Теорема сложения угловых скоростей. Кинематические формулы Эйлера.**

**Тема 2. Уравнения движения материальной точки. Уравнения в проекциях на естественные оси. Работа силы на перемещении точки, мощность силы. Классификация сил. Потенциальная энергия. Импульс, кинетический момент и кинетическая энергия точки. Теоремы об изменении и законы сохранения импульса и кинетического момента. Теорема об изменении кинетической энергии и закон сохранения полной механической энергии. Движение точки под действием центральной силы. Свойства движения. Интеграл площадей. Эмпирические законы Кеплера. Вывод закона всемирного тяготения из законов Кеплера. Движение точки в центральном гравитационном поле (задача Кеплера): определение орбит, первая и вторая космические скорости. Движение точки в центральном гравитационном поле по эллиптической орбите: уравнение Кеплера и определение закона движения.**

**Тема 3. Движение точки по поверхности и по кривой. Принцип освобождения. Заданные силы и реакции связей. Реакции идеальных связей. Теорема об изменении кинетической энергии и интеграл энергии. Определение нормальной реакции как функции от положения точки на кривой в консервативном случае. Одномерное движение точки в консервативном поле сил. Квадратуры и фазовые портреты. Области возможности движения. Период колебаний в потенциальной яме. Малые колебания. Математический маятник. Сферический маятник.**

**Тема 4. Движение точки в неинерциальной системе отсчета. Переносная и кориолисова силы инерции. Закон изменения кинетической энергии и обобщенный интеграл энергии. (\*) Математический маятник во вращающейся системе координат. Перестройка фазового портрета. Равновесие материальной точки на Земле. Вес. Падение материальной точки на Землю. (\*) Маятник Фуко.**

**Тема 5. Контрольная работа по темам Динамика точки**

**Тема 6. Основные понятия динамики систем: центр масс, импульс, кинетический момент, кинетическая энергия. Оси Кенига и формулы Кенига. Внешние и внутренние силы. Общие теоремы динамики свободных систем в неподвижной системе координат и в осях Кенига. Понятие о задаче  $n$  тел. Задача двух тел и ее сведение к задаче Кеплера. Уточнение законов Кеплера. (\*) Плоская круговая ограниченная задача трех тел. Точки либрации. Основные положения динамики несвободных систем. Голономные и неголономные связи. Виртуальные и действительные перемещения. Реакции связей, идеальные связи. Принцип Даламбера-Лагранжа. Уравнения Лагранжа с множителями. Общие теоремы динамики систем со связями.**

**Тема 7. Осевые и центробежные моменты инерции твердого тела. Тензор и эллипсоид инерции. Главные оси и моменты инерции. Импульс, кинетический момент и кинетическая энергия твердого тела. Уравнения движения твердого тела. Понятие об эквивалентности систем сил, действующих на твердое тело. Приведение сил тяжести к центру масс тела. Тяжелое твердое тело с неподвижной точкой. Уравнения Эйлера-Пуассона и их первые интегралы. (\*) Перманентные вращения тяжелого твердого тела с неподвижной точкой. Конус Штауде. Волчок Эйлера: квадратуры и фазовый портрет. Волчок Эйлера: геометрическая интерпретация Пуансо. Перманентные вращения произвольного и регулярные прецессии осесимметричного волчка Эйлера. Волчок Лагранжа: редукция к одномерному движению и квадратуры. Волчок Лагранжа: геометрическая интерпретация Пуассона. Равномерное вращение волчка Лагранжа вокруг вертикально расположенной оси симметрии. Условие Маиевского. Волчок Ковалевской: первые интегралы.**

**Тема 8. Контрольная работа по темам "Динамика системы материальных точек"**

**Тема 9. (\*) Уравнения движения твердого тела по горизонтальной плоскости в случаях идеально гладкой, идеально шероховатой и плоскости с трением. (\*) Движение однородного шара по горизонтальной плоскости в случаях идеально гладкой, идеально шероховатой и плоскости с сухим трением. (\*) Динамически симметричный шар на горизонтальной плоскости с трением скольжения: уравнения движения, закон изменения полной механической энергии и интеграл Джелетта. (\*) Динамически симметричный шар на горизонтальной плоскости с трением скольжения: эффективный потенциал, равномерные вращения вокруг вертикально расположенной оси симметрии. (\*) Поступательно-вращательное движение твердого тела в центральном гравитационном поле: уравнения движения и первые интегралы. (\*) Вращательные движения спутника на круговой орбите (ограниченная постановка задачи): уравнения движения и относительные равновесия.**

**Тема 10. Обобщенные координаты и обобщенные силы. Уравнения Лагранжа второго рода. Случай потенциальных сил. Структура кинетической энергии. Разрешимость уравнений Лагранжа относительно вторых производных. Классификация обобщенных сил. Обобщенно-консервативные системы и обобщенный интеграл энергии. Уравнения Лагранжа для относительных движений. Уравнения движения в плоской ограниченной круговой задаче трех тел. Уравнения Рауса. Циклические координаты и интегралы. Метод Рауса игнорирования циклических переменных.**

**Тема 11. Контрольная работа по теме "Уравнения Лагранжа"**

**Тема 12. Неголономные системы. Уравнения Лагранжа-Рауса с неопределенными множителями. Неголономные системы Чаплыгина. Уравнения Чаплыгина. Конек Чаплыгина на наклонной плоскости.**

**Тема 13. Принцип Гамильтона-Остроградского. Принцип Мопертюи-Лагранжа-Якоби.**

**Тема 14. Основные понятия теории устойчивости. Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости (метод функций Ляпунова). Теорема Четаева о неустойчивости. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости и неустойчивости по первому приближению. (\*) Теоремы Барбашина-Красовского и Красовского для автономных систем (без доказательства). Теорема Лагранжа об устойчивости равновесия и понятие о ее обращении. Степень неустойчивости Пуанкаре. Теоремы Кельвина-Четаева о влиянии гироскопических и диссипативных сил на устойчивость равновесия. Линеаризация уравнений Лагранжа в окрестности равновесия. (\*) Точки либрации в плоской ограниченной круговой задаче трех тел и их устойчивость. (\*) Теорема Рауса об устойчивости стационарных движений систем с циклическими координатами. (\*) Гантель Белецкого: стационарные движения и их устойчивость.**

**Тема 15. Контрольная работа по теме "Малые колебания"**

**Тема 16. Преобразование Лежандра. Канонические переменные. Функция Гамильтона и уравнения Гамильтона. Свойства уравнений Гамильтона. (\*) Принцип Гамильтона в форме Пуанкаре. Универсальный интегральный инвариант Пуанкаре. Интегральный инвариант Пуанкаре-Картана (без док-ва). (\*) Уравнения Уиттекера и Якоби.**

**Тема 17. Преобразование Лежандра. Канонические переменные. Функция Гамильтона и уравнения Гамильтона. Свойства уравнений Гамильтона. (\*) Принцип Гамильтона в форме Пуанкаре. Универсальный интегральный инвариант Пуанкаре. Интегральный инвариант Пуанкаре-Картана (без док-ва). (\*) Уравнения Уиттекера и Якоби.**

**Тема 18. Контрольная работа по темам "Уравнения Гамильтона. Канонические преобразования"**

**Тема 19. (\*) Теорема Лиувилля об интегрируемости гамильтоновой системы в квадратурах. (\*) Переменные действие-угол: идея и ее реализация на примере линейного осциллятора. (\*) Теория возмущений: идея и ее реализация на примере математического маятника в окрестности равновесия.**

**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 используются также для самостоятельной работы студентов.

### **7.1. Основная литература:**

Арнольд В. И. Математические методы классической механики: учебное пособие для механико-матем. спец. ун-тов / В. И. Арнольд.-Издание 3-е, перераб. и доп..-Москва: Наука, 1989.-472с.

Березкин Е. Н. Курс теоретической механики: учебное пособие / Е.Н. Березкин.-Изд. 2-е, перераб. и доп..-Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1974.-646с

Вильке В.Г. Теоретическая механика: Учеб.пособие.-Москва: Б.и., 1991.-238с.

Маркеев А.П. Теоретическая механика.: Учеб. пособие для мех.-мат. спец. ун-тов..-М.: Наука, 1990.-414с.

### **7.2. Дополнительная литература:**

Аппель П. Теоретическая механика. т.1-2

Арнольд В.И., Козлов В.В., Нейштадт А.И. Математические аспекты классической и небесной механики

Биркгоф Д. Динамические системы.

Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. т 1-2

де ла Валле Пуссен Ш.-Ж. Лекции по теоретической механике. т. 1-2

Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике.

Голдстейн Г. Классическая механика.

Полак Л.С. Вариационные принципы механики.

Трещев Д. В. Гамильтонова механика.

Уиттекер Е. Аналитическая динамика.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану**

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010100.62 "Математика" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Тазюков Б.Ф. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.