Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владивостокский государственный университет»
Кафедра транспортных процессов и технологий

Рабочая программа дисциплины (модуля)

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Специальность и специализация
21.05.04 Горное дело. Горное дело

Год набора на ОПОП
2024

Форма обучения
заочная

Владивосток 2026

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Теоретическая механика» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело (утв. приказом Минобрнауки России от 12.08.2020г. №987) и Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. N245).

Составитель(и):

Городников О.А., руководитель бюро, 100119 Студенческое конструкторское бюро, Gorodnikov.O@vvsu.ru

Утверждена на заседании кафедры транспортных процессов и технологий от 15.05.2026, протокол № 9

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой (разработчика)

Кузнецов П.А.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат	1576663924
Номер транзакции	0000000000EA5AD5
Владелец	Кузнецов П.А.

1 Цель, планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целями освоения дисциплины «Теоретическая механика» является формирование у студентов компетенций в области изучения общих законов движения и равновесия материальных тел в такой степени, чтобы они могли выбирать необходимые технические решения, уметь объяснить принципы их функционирования и правильно их использовать.

Основные задачи изучения дисциплины:

- формирование у студентов комплексных знаний и практических навыков в области Теоретической механики;
- развитие умений квалифицированного использования технических и технологических решений, применяемых в области, изучаемой в рамках данной дисциплины.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю), являются знания, умения, навыки. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины (модуля)

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине		
			Код результата	Формулировка результата	
21.05.04 «Горное дело» (ГД)	ОПК-18 : Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	ОПК-18.1к : Формулирует цели и задачи исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	РД1	Знание	реакций связей, условий равновесия плоской и пространственной системы сил, теории пар сил; кинематических характеристик точки, частных и общих случаев движения точки и твердого тела; дифференциальных уравнений движения точки; общих теорем динамики; теории удара
			РД2	Умение	использования математических методов и моделей в технических приложениях
			РД3	Навык	владения методами математического анализа применительно к теоретической механике
		ОПК-18.2к : Осуществляет оптимальный выбор методов исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	РД1	Знание	реакций связей, условий равновесия плоской и пространственной системы сил, теории пар сил; кинематических характеристик точки, частных и общих случаев движения точки и твердого тела; дифференциальных уравнений движения точки; общих теорем динамики; теории удара
			РД2	Умение	использования математических методов и моделей в технических приложениях

			РД3	Навык	владения методами математического анализа применительно к теоретической механике
		ОПК-18.3к : Применяет методы исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов при решении практических задач	РД1	Знание	реакций связей, условий равновесия плоской и пространственной системы сил, теории пар сил; кинематических характеристик точки, частных и общих случаев движения точки и твердого тела; дифференциальных уравнений движения точки; общих теорем динамики; теории удара
			РД2	Умение	использования математических методов и моделей в технических приложениях
			РД3	Навык	владения методами математического анализа применительно к теоретической механике

В процессе освоения дисциплины решаются задачи воспитания гармонично развитой, патриотичной и социально ответственной личности на основе традиционных российских духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей, представленные в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Целевые ориентиры воспитания

Воспитательные задачи	**Формирование ценностей**	**Целевые ориентиры**
Формирование гражданской позиции и патриотизма		
Воспитание уважения к истории и культуре России	Гражданственность Высокие нравственные идеалы	Гибкость мышления Доброжелательность и открытость
Формирование духовно-нравственных ценностей		
Воспитание чувства долга и ответственности перед семьей и обществом	Достоинство Историческая память и преемственность поколений	Жизнелюбие Индивидуальность
Формирование научного мировоззрения и культуры мышления		
Формирование культуры интеллектуального труда и научной этики	Приоритет духовного над материальным Созидательный труд	Системное мышление Сопереживание и эмпатия
Формирование коммуникативных навыков и культуры общения		
Формирование культуры письменной речи и делового общения	Служение Отечеству и ответственность за его судьбу Единство народов России	Системное мышление Самостоятельность

2 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к базовой части ОПОП и предназначена для углубления освоения профессиональных дисциплин.

3. Объем дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу, приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Общая трудоемкость дисциплины

Название ОПОП ВО	Форма обучения	Часть УП	Семестр (ОФО) или курс (ЗФО, ОЗФО)	Трудоемкость	Объем контактной работы (час)						СРС	Форма аттестации
				(З.Е.)	Всего	Аудиторная			Внеаудиторная			
						лек.	прак.	лаб.	ПА	КСР		
21.05.04 Горное дело	ЗФО	С1.Б	2	4	17	8	8	0	1	0	127	Э

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Структура дисциплины (модуля) для ЗФО

Тематический план, отражающий содержание дисциплины (перечень разделов и тем), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов в соответствии с учебным планом, приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разделы дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы текущего контроля для ЗФО

№	Название темы	Код результата обучения	Кол-во часов, отведенное на				Форма текущего контроля
			Лек	Практ	Лаб	СРС	
1	Статика плоской и пространственной систем сил		2	2	0	32	Устное собеседование
2	Кинематика точки и твердого тела		2	2	0	32	Устное собеседование
3	Динамика точки и механической системы		2	2	0	32	Устное собеседование
4	Аналитическая механика		2	2	0	31	Устное собеседование
Итого по таблице			**8**	**8**	**0**	**127**	

4.2 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) для ЗФО

Тема 1 Статика плоской и пространственной систем сил.

Содержание темы: Предмет статики. Основные понятия статики. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Геометрический и аналитический способы сложения сил. Сходящиеся силы. Равнодействующая сходящихся сил. Геометрические и аналитические условия равновесия. Момент силы относительно центра как вектор. Момент пары сил как вектор. Теорема о приведении произвольной системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент системы сил. Векторные условия равновесия произвольной системы сил. Аналитические условия равновесия произвольной плоской системы сил.

Равновесие плоской системы параллельных сил. Равновесие системы тел. Момент силы относительно оси. Аналитический способ определения моментов сил относительно координатных осей. Главный вектор и главный момент произвольной системы сил. Аналитические условия равновесия произвольной пространственной системы сил .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: При изучении дисциплины предусмотрено применение инновационных технологий обучения, таких как работа в команде для решения теоретических и практических задач, выступления с презентациями результатов индивидуальной работы. Самостоятельная работа студентов предполагает выполнение индивидуальных работ (2 семестровые контрольные работы) и подготовку презентации по результатам этой работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Решение практических задач на применение условий равновесия произвольных пространственных систем сил, подготовка материалов для обсуждения результатов.

Тема 2 Кинематика точки и твердого тела.

Содержание темы: Предмет кинематики. Системы отсчета. Задачи кинематики. Векторный способ задания движения точки. Траектория точки. Векторы скорости и ускорения точки. Координатный способ задания движения точки в декартовых прямоугольных координатах. Определение скорости и ускорения точки по их проекциям на координатные оси. Естественный способ задания движения точки. Касательное и нормальное ускорения точки. Поступательное движение твердого тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек твердого тела при поступательном движении. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращательного движения. Угловая скорость и угловое ускорение твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Плоскопараллельное движение твердого тела. Уравнения движения плоской фигуры. Мгновенный центр скоростей, определение с его помощью скоростей точек плоской фигуры. Определение ускорений точек плоской фигуры. Абсолютное и относительное движение точки, переносное движение. Теорема о сложении скоростей. Теорема Кориолиса о сложении ускорений. Сложное движение твердого тела. .

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: При изучении дисциплины предусмотрено применение инновационных технологий обучения, таких как работа в команде для решения теоретических и практических задач, выступления с презентациями результатов индивидуальной работы. Самостоятельная работа студентов предполагает выполнение индивидуальных работ (2 семестровые контрольные работы) и подготовку презентации по результатам этой работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Решение практических задач на определение кинематических характеристик движения, подготовка материалов для обсуждения результатов.

Тема 3 Динамика точки и механической системы.

Содержание темы: Предмет динамики. Основные понятия и определения динамики – масса, материальная точка, сила, постоянные и переменные силы. Законы классической механики. Инерциальная система отсчета. Задачи динамики. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых прямоугольных координатах и в проекциях на оси естественного трехгранника. Две основные задачи динамики для материальной точки, их решение. Постоянные интегрирования и их определение по начальным условиям. Общие теоремы динамики точки. Количество движения точки. Теорема об изменении количества движения точки в дифференциальной и конечной формах. Момент количества движения точки относительно центра и оси. Теорема об изменении момента количества движения точки. Элементарная работа силы. Работа силы на конечном пути. Работа силы тяжести и силы упругости. Мощность. Кинетическая энергия точки.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: При изучении дисциплины предусмотрено применение инновационных технологий обучения, таких как работа в команде для решения теоретических и практических задач, выступления с презентациями результатов индивидуальной работы. Самостоятельная работа студентов предполагает выполнение индивидуальных работ (2 семестровые контрольные работы) и подготовку презентации по результатам этой работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Решение практических задач на применение принципов динамики твердого тела.

Тема 4 Аналитическая механика.

Содержание темы: Связи и их уравнения. Классификация связей. Принцип возможных перемещений. Принцип Даламбера-Лагранжа. Общее уравнение динамики. Обобщенные координаты системы. Обобщенные силы. Условия равновесия системы в обобщенных координатах. Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах. Кинетический потенциал. Уравнения Лагранжа второго рода.

Формы и методы проведения занятий по теме, применяемые образовательные технологии: При изучении дисциплины предусмотрено применение инновационных технологий обучения, таких как работа в команде для решения теоретических и практических задач, выступления с презентациями результатов индивидуальной работы. Самостоятельная работа студентов предполагает выполнение индивидуальных работ (2 семестровые контрольные работы) и подготовку презентации по результатам этой работы.

Виды самостоятельной подготовки студентов по теме: Решение практических задач на применение принципов аналитической механики, подготовка материалов для обсуждения результатов.

5 Методические указания для обучающихся по изучению и реализации дисциплины (модуля)

5.1 Методические рекомендации обучающимся по изучению дисциплины и по обеспечению самостоятельной работы

В ходе изучения данного курса студент слушает лекции по основным темам, посещает практические занятия, занимается индивидуально. Практические занятия предполагают, как индивидуальное, так и групповое выполнение поставленных задач, коллективное обсуждение полученных результатов.

Особое место в овладении данным курсом отводится самостоятельной работе по изучению литературы, электронных изданий, работе с библиотечными и поисковыми системами.

Начиная изучение дисциплины, студенту необходимо:

- ознакомиться с программой, изучить список рекомендуемой литературы;
- внимательно разобраться в структуре курса, в системе распределения учебного материала по видам занятий, формам контроля, чтобы иметь представление о курсе в целом;
- информационные технологии: Microsoft Office Professional Plus 2013 Russian.

5.2 Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (по заявлению обучающегося) предоставляется учебная

информация в доступных формах с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания, консультации и др.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания, консультации и др.

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю) созданы фонды оценочных средств. Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 1.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Волосухин, В. А., Теоретическая механика : учебное пособие / В. А. Волосухин, М. А. Бандурин. — Москва : Русайнс, 2024. — 402 с. — ISBN 978-5-466-06663-0. — URL: https://book.ru/book/953776 (дата обращения: 18.11.2025). — Текст : электронный.
2. Крюков, В. А. Механика : учебник : в 2 томах / В. А. Крюков, А. В. Плясов , под научной редакцией В. А. Крюкова. — Тула : ТулГУ, 2023 — Том 1 : Механика абсолютно твердого тела. Механика деформируемого твердого тела — 2023. — 200 с. — ISBN 978-5-7679-5221-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/391253 (дата обращения: 17.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Техническая механика. Тема 2. Теоретическая механика. Векторная статика. Теория пар. Условия равновесия. Законы трения. Центр тяжести : учебно-методическое пособие / составитель Шуваев Д. Н.. — Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2021. — 49 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/191636 (дата обращения: 17.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7.2 Дополнительная литература

1. Закинян А.Р.(Составитель); Кульгина Л.М.(Составитель); Смерек Ю.Л.(Составитель). Теоретическая механика [Электронный ресурс] : Ставрополь: изд-во СКФУ , 2015 - 134 - Режим доступа: https://lib.rucont.ru/efd/314146
2. Славянович, В.Я. Теоретическая механика: Кинематика. Ч. 2 : для студентов технических специальностей / ред.: Г.М. Гузаиров, И.В. Игнатушина; В.Я. Славянович .— : [Б.и.], 2016 .— 73 с. : ил. — URL: https://lib.rucont.ru/efd/575115 (дата обращения: 04.08.2025)

3. Славянович, В.Я. Теоретическая механика: Кинематика. Ч. 3 : для студентов технических специальностей / ред.: Г.М. Гузаиров, И.В. Игнатушина; В.Я. Славянович .— : [Б.и.], 2016 .— 59 с. : ил. — URL: https://lib.rucont.ru/efd/575116 (дата обращения: 04.08.2025)
4. ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн"

7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (при необходимости):

1. ЭБС «Национальный цифровой ресурс «Руконт»: https://rucont.ru
2. Электронная библиотечная система «РУКОНТ» - Режим доступа: https://lib.rucont.ru/
3. Электронно-библиотечная система "BOOK.ru"
4. Электронно-библиотечная система "ЛАНЬ"
5. Электронно-библиотечная система "РУКОНТ"
6. Open Academic Journals Index (OAJI). Профессиональная база данных - Режим доступа: http://oaji.net/
7. Президентская библиотека им. Б.Н.Ельцина (база данных различных профессиональных областей) - Режим доступа: https://www.prlib.ru/
8. Информационно-справочная система "Консультант Плюс" - Режим доступа: http://www.consultant.ru/

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

Основное оборудование:

- "Стенд гидравлический универсальный ТМЖ-2М"
- Автоматизированный лабораторный комплекс "Детали машин- соединения с натягом"

Программное обеспечение:

- Autodesk Moldflow 2012 Russian
- Adobe Photoshop CS5 Russian

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владивостокский государственный университет»
Кафедра транспортных процессов и технологий

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Специальность и специализация
21.05.04 Горное дело. Горное дело

Год набора на ОПОП
2024

Форма обучения
заочная

Владивосток 2026

1 Перечень формируемых компетенций

Название ОПОП ВО, сокращенное	Код и формулировка компетенции	Код и формулировка индикатора достижения компетенции
21.05.04 «Горное дело» (ГД)	ОПК-18 : Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	ОПК-18.1к : Формулирует цели и задачи исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов
		ОПК-18.2к : Осуществляет оптимальный выбор методов исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов
		ОПК-18.3к : Применяет методы исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов при решении практических задач

Компетенция считается сформированной на данном этапе в случае, если полученные результаты обучения по дисциплине оценены положительно (диапазон критериев оценивания результатов обучения «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»). В случае отсутствия положительной оценки компетенция на данном этапе считается несформированной.

2 Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Компетенция ОПК-18 «Способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов»

Таблица 2.1 – Критерии оценки индикаторов достижения компетенции

Код и формулировка индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине			Критерии оценивания результатов обучения
	Код рез-та	Тип рез- та	Результат	
ОПК-18.1к : Формулирует цели и задачи исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	РД1	Знание	реакций связей, условий равновесия плоской и пространственной системы сил, теории пар сил; кинематических характеристик точки, частных и общих случаев движения точки и твердого тела; дифференциальных уравнений движения точки; общих теорем динамики; теории удара	Сформировавшееся систематическое знание реакций связей, условий равновесия плоской и пространственной системы сил, теории пар сил; кинематических характеристик точки, частных и общих случаев движения точки и твердого тела; дифференциальных уравнений движения точки; общих теорем динамики; теории удара
	РД2	Умение	использования математических методов и моделей в технических приложениях	Сформировавшееся систематическое умение использования математических методов и моделей в технических приложениях

	РД3	Навык	владения методами математического анализа применительно к теоретической механике	Сформировавшиеся систематические навыки владения методами математического анализа применительно к теоретической механике
ОПК-18.2к : Осуществляет оптимальный выбор методов исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	РД1	Знание	реакций связей, условий равновесия плоской и пространственной системы сил, теории пар сил; кинематических характеристик точки, частных и общих случаев движения точки и твердого тела; дифференциальных уравнений движения точки; общих теорем динамики; теории удара	Сформировавшееся систематическое знание реакций связей, условий равновесия плоской и пространственной системы сил, теории пар сил; кинематических характеристик точки, частных и общих случаев движения точки и твердого тела; дифференциальных уравнений движения точки; общих теорем динамики; теории удара
	РД2	Умение	использования математических методов и моделей в технических приложениях	Сформировавшееся систематическое умение использования математических методов и моделей в технических приложениях
	РД3	Навык	владения методами математического анализа применительно к теоретической механике	Сформировавшиеся систематические навыки владения методами математического анализа применительно к теоретической механике
ОПК-18.3к : Применяет методы исследований объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов при решении практических задач	РД1	Знание	реакций связей, условий равновесия плоской и пространственной системы сил, теории пар сил; кинематических характеристик точки, частных и общих случаев движения точки и твердого тела; дифференциальных уравнений движения точки; общих теорем динамики; теории удара	Сформировавшееся систематическое знание реакций связей, условий равновесия плоской и пространственной системы сил, теории пар сил; кинематических характеристик точки, частных и общих случаев движения точки и твердого тела; дифференциальных уравнений движения точки; общих теорем динамики; теории удара
	РД2	Умение	использования математических методов и моделей в технических приложениях	Сформировавшееся систематическое умение использования математических методов и моделей в технических приложениях
	РД3	Навык	владения методами математического анализа применительно к теоретической механике	Сформировавшиеся систематические навыки владения методами математического анализа применительно к теоретической механике

Таблица заполняется в соответствии с разделом 1 Рабочей программы дисциплины (модуля).

3 Перечень оценочных средств

Таблица 3 – Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Контролируемые планируемые результаты обучения		Контролируемые темы дисциплины	Наименование оценочного средства и представление его в ФОС	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Заочная форма обучения				
РД1	Знание : реакций связей, условий равновесия плоской и пространственной системы сил, теории пар сил; кинематических характеристик точки, частных и общих случаев движения точки и твердого тела; дифференциальных уравнений движения точки; общих теорем динамики; теории удара	1.1. Статика плоской и пространственной систем сил	Опрос	Тест
		1.2. Кинематика точки и твердого тела	Опрос	Тест
РД2	Умение : использования математических методов и моделей в технических приложениях	1.3. Динамика точки и механической системы	Опрос	Тест
РД3	Навык : владения методами математического анализа применительно к теоретической механике	1.4. Аналитическая механика	Опрос	Экзамен в устной форме

4 Описание процедуры оценивания

Качество сформированности компетенций на данном этапе оценивается по результатам текущих и промежуточных аттестаций при помощи количественной оценки, выраженной в баллах. Максимальная сумма баллов по дисциплине (модулю) равна 100 баллам.

Вид учебной деятельности	Оценочные средства				
	Опрос		Тест	Экзамен в устной форме	Итого
Лекции	20				20
Практические занятия					20
Самостоятельная работа					10
Промежуточная аттестация			20	30	50
Итог					100

Получение 20 баллов по результатам опросов

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по результатам опроса	Характеристика качества сформированности компетенции
от 18 до 20	«зачтено» /	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и

	«отлично»	глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
от 14 до 17	«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 10 до 13	«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 0 до 9	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.

Сумма баллов, набранных студентом по всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины, переводится в оценку в соответствии с таблицей.

Сумма баллов по дисциплине	Оценка по промежуточной аттестации	Характеристика качества сформированности компетенции
от 91 до 100	«зачтено» / «отлично»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
от 76 до 90	«зачтено» / «хорошо»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
от 61 до 75	«зачтено» / «удовлетворительно»	Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
от 41 до 60	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	У студента не сформированы дисциплинарные компетенции, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.
от 0 до 40	«не зачтено» / «неудовлетворительно»	Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.

5. Примерные оценочные средства

5.1 Устный опрос

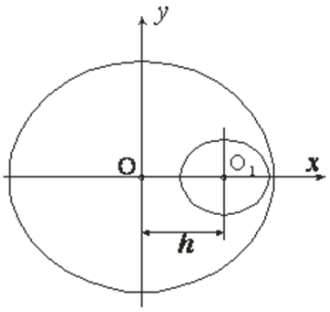
1. Сила как вектор.
2. Системы сил (сходящиеся, параллельные, плоская система).
3. Эквивалентные системы сил.

4. Уравновешенная система.
5. Равнодействующая.
6. Уравновешивающая сила.
7. Внутренние и внешние силы.
8. Сосредоточенные и распределенные силы (объемные, поверхностные).
9. Аксиомы статики.
10. Связи. Реакции связей.
11. Равнодействующая системы сходящихся сил.
12. Момент силы относительно центра и относительно оси.
13. Свойства пары сил.
14. Приведение системы сил к центру. Варианты условия равновесия плоской системы сил.
15. Минимальный момент приведения. Центральная винтовая ось.

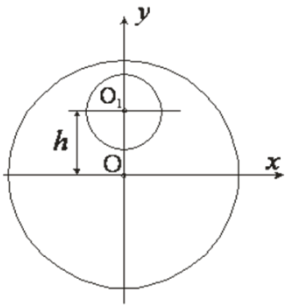
5.2 Итоговое тестирование

1. Абсолютная скорость точки — это скорость ...
2. Абсолютно твердое тело — это тело ...
3. Абсолютное движение точки — это движение по отношению к
4. Абсолютное ускорение точки — это ускорение точки ...
5. Амплитуда свободных затухающих колебаний уменьшается за 10 полных периодов колебаний в е раз (е — число Непера). Декремент колебаний равен?
6. Аргумент синуса или косинуса, которым пропорционально значение колеблющейся величины, — есть _____ гармонических колебаний.
7. Асимптотическое неколебательное приближение системы, ранее выведенной из положения равновесия, к указанному положению — это _____ движение.
8. Балка постоянного сечения установлена на двух шарнирных опорах. Если длину балки увеличить в 2 раза, то во сколько раз ее первая частота свободных изгибных колебаний уменьшится?
9. Бесконечно малые перемещения точек механической системы, протекающие в соответствии с наложенными связями под действием всех приложенных сил за бесконечно малый интервал реального времени, называются?
10. В каждый момент движения материальной точки, действующие на нее активные силы и силы реакции связей, уравновешиваются условно приложенной силой инерции. Данное утверждение представляет собой?

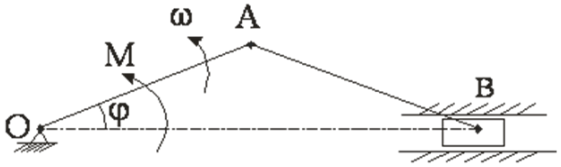
11. В каждый момент движения механической системы с идеальными связями сумма работ всех активных сил и сил инерции, условно приложенных ко всем точкам, на соответствующих возможных перемещениях равна нулю. Таково содержание принципа?
12. В круглой пластине площадью $S_1 = 1$ м^2 сделан круглый вырез площадью $S_2 = 0{,}2$ м^2. Расстояние OO_1 равно h=0,2 м. Центр тяжести пластины расположен в точке с какими координатами?



13. В круглой пластине площадью $S_1 = 2$ м^2 сделан круглый вырез площадью $S_2 = 0{,}5$ м^2. Расстояние OO_1 равно h=0,4 м. Центр тяжести пластины расположен в точке с какими координатами?



14. В положении механизма, заданном углом φ (обобщенная координата), его кинетическая энергия равна $T = 200\omega^2$, где $\omega = \dot{\varphi}$ — угловая скорость. К кривошипу OA приложен крутящий момент M = 100 Н·м. Угловое ускорение кривошипа равно?



15. Вал вращается равноускоренно. Через 0,5 с после начала вращения, он набирает угловую скорость ω=1 рад/с. Ускорение точки, радиус которой R=0,5 м, равно?
16. Вал вращается равноускоренно. Через 1 с после начала вращения, он набирает угловую скорость ω=1 рад/с. Ускорение точки, радиус которой R=0,5 м, равно?
17. Единица измерения мощности в системе единиц СИ — это:

18. Если к материальной точке приложена некоторая система сил, то действие каждой из них не зависит от действия всех остальных. Данное утверждение представляет собой _____ закон динамики.
19. Если к телу приложены три непараллельные силы, лежащие в одной плоскости, и при этом тело остается в равновесии, то линии действия всех сил пересекаются в_____.
20. Задана зависимость восстанавливающей силы F от деформации x: $F = \begin{cases} 2cx, при & x \le h \\ cx, при & x > h \end{cases}$. Амплитуда свободных колебаний одномассовой системы отвечает условию: A>h. Тогда с увеличением A при этом период колебаний_____.

Оценка	Баллы
Неудовлетворительно	0-8
Удовлетворительно	9-13
Хорошо	14-17
Отлично	18-20

5.3 Вопросы на экзамен

1. Расчет фермы. Метод Риттера и метод вырезания узлов.
2. Распределенная нагрузка.
3. Трение скольжения и трение качения.
4. Способы задания движения точки.
5. Скорость и ускорение точки в декартовой системе координат.
6. Скорость и ускорение точки в естественных осях.
7. Угол смежности.
8. Кривизна кривой. Радиус кривизны.
9. Нормальное и касательное ускорение.
10. Простейшие движения твердого тела.
11. Поступательное движение. Закон движения.
12. Скорости и ускорения точек тела.
13. Вращательное движение. Закон движения.
14. Угловая скорость и угловое ускорение тела.
15. Вектора угловой скорости и углового ускорения.

16. Замедленное и ускоренное вращение.
17. Равномерное и равноускоренное (замедленное) движение.
18. Уравнение трех угловых скоростей. Теорема трапеции.
19. Теорема о концах векторов скоростей точек неизменяемого отрезка.
20. Сферическое движение. Кинематические уравнения Эйлера.
21. Динамика точки.
22. Теорема о движении центра масс системы.
23. Теорема об изменении количества движения системы.
24. Тождества Лагранжа.
25. Теорема Карно.

Ключи к оценочным материалам по дисциплине «Теоретическая механика»

5.1 Ключи к устному опросу

1. Сила — это векторная величина, которая характеризует меру взаимодействия тел, имеет числовое значение (модуль) и направление, а также точку приложения, поэтому описывается вектором \(\vec{F}\). Для ее полного описания нужны три параметра: величина (в ньютонах, Н), направление в пространстве и точка приложения, а результат действия силы (изменение скорости или деформация) зависит от всех трех. Силы складываются по правилам векторного сложения (правило параллелограмма или треугольника).

2. Сходящиеся системы сил. Определение: Силы, действующие на тело, линии действия которых пересекаются в одной точке.

Условие равновесия: Силовой многоугольник, составленный из этих сил, должен быть замкнутым (равнодействующая равна нулю).

Применение: Решение через проекции сил на оси координат (сумма проекций равна нулю) или через построение замкнутого силового многоугольника.

Параллельные системы сил. Определение: Силы, линии действия которых параллельны друг другу.

Плоская система: Линии действия всех сил параллельны и лежат в одной плоскости. Сумма проекций сил на ось, перпендикулярную силам, равна нулю. Сумма моментов сил относительно любой точки на плоскости равна нулю. Пример: Силы, действующие на балку под действием веса или силы тяжести.

Плоская система сил (произвольная). Определение: Силы, действующие на тело, линии которых лежат в одной плоскости, но не обязательно сходятся в одной точке и не параллельны.

3. Эквивалентные системы сил — это две разные системы сил, которые можно заменить друг другом без изменения механического состояния тела (равновесия или движения), то есть они создают одинаковое результирумое силовое воздействие и одинаковый результирующий момент. Основные принципы эквивалентности позволяют упрощать задачи, например, заменяя систему сил одной равнодействующей силой или парой сил, что достигается благодаря аксиомам статики, таким как принцип суперпозиции и правило параллелограмма сил.

4. Уравновешенная система – это физическая система (тело, точка), на которую действует совокупность сил, в результате чего она находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения (движется по инерции), что эквивалентно

нулевой сумме всех сил и моментов сил, действующих на нее. В контексте информатики, существует уравновешенная троичная система счисления (использует цифры -1, 0, 1), которая отличается симметричностью и упрощенным округлением, но в современности уступила место двоичным системам.

5. Равнодействующая сила — это одна сила, которая заменяет несколько действующих на тело сил, производя такой же эффект; она находится путем векторного сложения всех сил, и если она равна нулю, тело покоится или движется равномерно, а если не равна нулю, то тело ускоряет свое движение.

6. Уравновешивающая сила — это сила, которая по величине равна равнодействующей всех действующих на тело сил, но направлена в противоположную сторону, вдоль той же прямой, и приводит систему в состояние равновесия (покоя или равномерного движения). Проще говоря, это «противодействующая» сила, которая полностью компенсирует действие других сил, чтобы тело не двигалось или двигалось с постоянной скоростью.

7. Внутренние силы действуют внутри системы и возникают из-за взаимодействия её частей, не влияя на движение системы как целого, в то время как внешние силы действуют снаружи, со стороны тел, не входящих в систему, и определяют её движение. Разделение на внутренние и внешние силы условно и зависит от того, какая система рассматривается, например, сила притяжения Земли к Солнцу внешняя для Земли, но внутренняя для Солнечной системы.

8. Сосредоточенные силы — это внешние усилия, приложенные к конструкции в одной точке (например, вес груза на опоре), тогда как распределенные силы действуют по линии, поверхности или объему (например, собственный вес конструкций, давление жидкости), и их анализируют как интенсивность силы на единицу длины (Н/м) или площади (Н/м²). В расчетах распределенные силы часто заменяются равнодействующей, приложенной в центре тяжести нагрузки, для упрощения анализа.

9. Аксиомы статики — это базовые, не требующие доказательств положения теоретической механики, описывающие условия равновесия тел, среди которых ключевые: присоединение/исключение уравновешенных сил (не меняет состояние тела), равновесие двух сил (равны по модулю, направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны), параллелограмм сил (равнодействующая двух сил — диагональ параллелограмма, построенного на них), действие и противодействие (силы взаимодействия равны и противоположны), отвердевание (деформируемое тело в равновесии остается в равновесии, если считать его твердым), и освобождение от связей (тело можно считать свободным, если учесть силы реакций связей).

10. Связи в механике — это ограничители движения тел, а реакции связей — силы, которыми эти связи препятствуют перемещению, направленные перпендикулярно поверхности связи в сторону, противоположную возможному движению тела (принцип освобождаемости от связей). К основным видам связей относятся гладкие поверхности (реакция по нормали), гибкие нити (сила натяжения), шарниры, опоры (катки, подпятники), а реакции определяются в зависимости от типа связи и направления возможного движения.

11. Равнодействующая системы сходящихся сил — это одна сила, которая эквивалентна действию всех сил системы, приложена в точке их пересечения и определяется как их геометрическая сумма (векторная сумма). Для плоской системы сил равнодействующую можно найти графически (как замыкающую сторону силового многоугольника) или аналитически (через суммы проекций на оси), а условием равновесия является равенство нулю равнодействующей (закрытый силовой многоугольник).

12. Момент силы относительно центра (точки) — это векторная величина, характеризующая способность силы вызвать вращение тела вокруг этой точки и рассчитываемая как векторное произведение радиус-вектора на силу, или как (сила на плечо), где — расстояние от центра до линии действия силы. Момент силы относительно оси — это скалярная величина, равная проекции этого векторного момента на ось, характеризующая способность силы вращать тело вокруг данной оси.

13. Пара сил – это система двух равных по величине, противоположных по направлению сил, не лежащих на одной прямой; её ключевые свойства: не имеет равнодействующей (не заменяется одной силой), сумма проекций на любую ось равна нулю, и полностью характеризуется моментом пары (свободным вектором, который можно переносить, изменять положение и складывать с моментами других пар сил, сохраняя эквивалентность.

14. Приведение системы сил к центру означает замену всех сил одной результирующей силой R (главный вектор) и одной парой сил (главный момент M_0) в выбранной точке O, что необходимо для анализа равновесия; для равновесия плоской системы сил необходимо и достаточно, чтобы $R = 0$ и $M_0 = 0$, что выражается через три варианта уравнений (проекции на оси и момент, два момента относительно точек, три момента относительно трех точек), а частные случаи (сходящиеся, параллельные силы) имеют меньше уравнений.

15. Минимальный момент приведения системы сил — это наименьшее значение момента всех сил относительно любой точки пространства, достигаемое на Центральной

винтовой оси, оси, параллельной результирующему моменту и проходящей через центр приложения силы, такое, что момент системы сил относительно этой оси становится нулевым, а сама система сводится к динамической системе, состоящей из одной силы (результанта и пары сил, имеющих минимальный момент, равный проекции на плоскость, перпендикулярную, что является характеристикой винтового движения

5.2 Ключи к итоговому тестированию

1. в абсолютном движении, равная геометрической сумме двух скоростей: переносной и относительной.
2. расстояние между любыми двумя точками которого при любых условиях нагружения остается постоянным.
3. абсолютной системе отсчета
4. в абсолютном движении, равное геометрической сумме трех ускорений – переносного, относительного и кориолисова.
5. 0,1
6. Фаза.
7. Апериодическое
8. в 4 раза
9. действительными
10. принцип Даламбера
11. Лагранжа-Даламбера
12. (-0,05; 0)
13. (0; -0,133)
14. $\frac{1}{4}$ рад/с^2
15. 1,12 м/с^2
16. 0,71 м/с^2
17. 1 Вт
18. Четвертый
19. одной точке
20. возрастает

5.3 Ключи к вопросам на экзамен

1. Расчет фермы сводится к определению внутренних усилий в стержнях. Метод Риттера (метод сечений) использует сквозные сечения, пересекающие не более трех

стержней, и уравнения равновесия для определения усилий в стержнях, выбирая моментные точки для получения одного неизвестного усилия за раз. Метод вырезания узлов рассматривает равновесие каждого узла по отдельности, начиная с узлов с двумя неизвестными, составляя уравнения равновесия (сумма сил по осям) для определения сил в примыкающих стержнях, что ускоряет расчет в больших фермах.

2. Распределенная нагрузка — это сила, действующая не в одной точке, а равномерно, случайно или по заданному закону, распределенная по длине, площади или объему конструкции, например, собственный вес, давление воды или ветра. Ее интенсивность измеряется в Н/м (для линейной), Н/м² (для поверхностной) или Н/м³ (для объемной), а для упрощения расчетов ее можно заменить равнодействующей сосредоточенной силой.

3. Трение скольжения возникает при поступательном движении одного тела по поверхности другого (например, санки по снегу) и связано с микроскопическим сцеплением и деформацией поверхностей, тогда как трение качения возникает при перекатывании одного тела по-другому (колесо, шарик) и обусловлено деформацией как катящегося тела, так и опорной поверхности, и сила трения качения всегда значительно меньше силы трения скольжения, что позволяет использовать колеса и подшипники для уменьшения трения.

4. Движение точки задают тремя основными способами: векторным (через радиус-вектор, например, координатным (через проекции координат x, y, z) и естественным (по траектории: зная траекторию, начало отсчета на ней, направление и закон), описывающий путь от начальной точки). Каждый способ описывает положение точки как функцию времени, но с разным акцентом: векторный – как вектор из начала координат, координатный – через проекции на оси, естественный – вдоль самой кривой движения (траектории).

5. Проекции ускорения точки на неподвижные оси декартовых координат равны вторым производным от соответствующих координат точки по времени или первым производным по времени от проекций скорости на соответствующие оси. Декартова система координат: Прямолинейная система с взаимно перпендикулярными осями. Производная: Скорость — это производная координаты по времени, ускорение — производная скорости по времени, что отражает, как быстро меняются положение и скорость точки.

6. В естественных осях (касательной и нормальной) скорость точки направлена по касательной, а её величина - это производная от дуговой координаты по времени, а ускорение раскладывается на касательное ускорение (изменение величины скорости) и

нормальное (центростремительное) ускорение (изменение направления скорости), где радиус кривизны траектории; вектор ускорения лежит в соприкасающейся плоскости.

7. Угол смежности (или смежные углы) — это два угла, имеющие общую вершину и общую сторону, при этом две другие стороны этих углов образуют одну прямую линию (являются дополнительными лучами), а их сумма всегда равна 180° (развернутому углу). Это фундаментальное понятие в геометрии, описывающее углы, которые «соседствуют» друг с другом на прямой.

8. Кривизна кривой показывает, насколько сильно кривая отклоняется от прямой в данной точке, а радиус кривизны R — это радиус соприкасающейся окружности, наилучшим образом "облегающей" кривую в этой точке, причем R=1/K (обратная величина). Чем больше кривизна, тем меньше радиус, и наоборот; радиус кривизны всегда положительный.

9. Нормальное (центростремительное) и касательное (тангенциальное) ускорения — это две компоненты полного ускорения при криволинейном движении, где касательное ускорение меняет модуль скорости (вдоль касательной), а нормальное ускорение меняет направление скорости (перпендикулярно касательной, к центру кривизны), как объясняют статьи. Полное ускорение находится как векторная сумма этих двух компонент.

10. Простейшие движения твердого тела — это поступательное (все точки движутся параллельно) и вращательное вокруг неподвижной оси, которые служат основой для описания более сложных движений; любое сложное движение можно разложить на эти два вида. Поступательное движение характеризуется тождественными траекториями и равными скоростями/ускорениями всех точек, а вращение — вращением вокруг оси с угловой скоростью, где точки описывают окружности.

11. Поступательное движение — это движение тела, при котором все его точки движутся одинаково, сохраняя параллельность линий, соединяющих любые две точки (траектории, скорости и ускорения точек идентичны). Закон движения для поступательного движения сводится к закону движения материальной точки, описывая зависимость ее положения от времени, и выражается через второй закон Ньютона, где ускорение тела равно равнодействующей всех внешних сил, деленной на массу тела.

12. Скорости и ускорения точек твердого тела зависят от его движения: при вращении вокруг оси скорость точки. При плоском движении скорость и ускорение точки — это векторная сумма скорости/ускорения полюса и скорости/ускорения при вращении вокруг полюса. Скорость точки При вращении вокруг оси: Скорость точки пропорциональна расстоянию до оси вращения. Вектор скорости направлен по касательной к траектории (окружности). При плоском движении: Скорость точки равна векторной сумме скорости

полюса и скорости точки при вращении вокруг полюса. Ускорение точки. При вращении вокруг оси: Ускорение точки, движущейся по окружности, складывается из двух компонент: Нормальное (центростремительное) ускорение (направлено к центру вращения). Тангенциальное (касательное) ускорение) (направлено по касательной,) – угловое ускорение, производная от).

13. Вращательное движение — это движение, при котором все точки тела движутся по окружностям с центрами на одной прямой, называемой осью вращения. Основной закон динамики вращательного движения связывает изменение момента импульса тела с моментом внешних сил: производная момента импульса по времени равна главному моменту внешних сил относительно одной точки, что аналогично второму закону Ньютона.

14. Угловая скорость (ω) показывает, насколько быстро тело поворачивается, измеряется в рад/с, и равна углу поворота (φ) за единицу времени (t) или производной угла по времени ($\omega = d\varphi/dt$), а угловое ускорение (ε) характеризует скорость изменения угловой скорости ($\varepsilon = \Delta\omega/\Delta t$) и измеряется в рад/с², показывая, как быстро вращение ускоряется или замедляется.

15. Векторы угловой скорости и углового ускорения описывают вращательное движение: указывает направление оси вращения и скорость вращения, а показывает, как быстро меняется, направляясь вдоль оси вращения (совпадая с) при ускорении и противоположно при замедлении). Оба являются осевыми векторами (псевдовекторами), а их направление определяется правилом буравчика (правой руки).

16. Замедленное и ускоренное вращение – это типы вращательного движения, при которых угловая скорость тела изменяется во времени, характеризуясь угловым ускорением: при ускорении вектор углового ускорения сонаправлен с вектором угловой скорости (скорость нарастает), а при замедлении — противоположен (скорость убывает). Разница между ними в направлении вектора) относительно оси вращения: одинаково — при ускорении, противоположно — при замедлении.

17. Равномерное движение — прямолинейное движение с постоянной скоростью, где тело проходит равные расстояния за равные промежутки времени. Равноускоренное движение — прямолинейное движение с постоянным ускорением, при котором скорость меняется равномерно: возрастает (равноускоренное) или убывает (равнозамедленное). Равномерное движение можно считать частным случаем равноускоренного с нулевым ускорением.

18. Уравнение трех угловых скоростей применяется для плоского четырехзвенного механизма. Оно связывает угловые скорости трех звеньев. Теорема трапеции является

графическим методом для определения угловых скоростей звеньев. Она основана на уравнении трех угловых скоростей. Для ее применения необходимо построить трапецию. Стороны трапеции параллельны звеньям механизма. Высоты трапеции пропорциональны угловым скоростям.

19. Теорема о концах векторов скоростей точек неизменяемого отрезка гласит, что концы векторов скоростей двух точек твердого тела (или точек отрезка) при плоском движении лежат на одной прямой и делят эту прямую на отрезки, пропорциональные расстояниям между соответствующими точками, а их проекции на отрезок равны, что позволяет графически находить скорости точек через мгновенный центр скоростей (МЦС) или с помощью построения подобных треугольников, связывая скорости с угловой скоростью.

20. Сферическим движением называется движение твёрдого тела, имеющего одну неподвижную точку. Положение тела в пространстве определяется тремя углами Эйлера: углом прецессии, углом нутации и углом собственного вращения.

Кинематические уравнения Эйлера связывают проекции угловой скорости тела на оси подвижной системы координат с производными углов Эйлера по времени. Проекции угловой скорости на оси подвижной системы координат выражаются через производные углов Эйлера.

21. Динамика точки — это раздел механики, изучающий причины изменения движения материальных точек под действием сил, в отличие от кинематики, которая описывает движение без учета сил. Основная цель — связать силы, действующие на точку, с её ускорением (законы Ньютона). Решаются две главные задачи: найти движение по заданным силам (прямая задача) или найти силы по известному движению (обратная задача).

22. Теорема о движении центра масс системы гласит, что центр масс любой механической системы (состоящей из частиц, тел или их совокупности) движется так, как двигалась бы материальная точка, масса которой равна общей массе системы, под действием главного вектора всех внешних сил, приложенных к системе. Это означает, что ускорение центра масс системы определяется только внешними силами, а внутренние силы взаимодействия между телами системы не влияют на его движение.

23. Теорема об изменении количества движения системы гласит, что производная по времени от суммарного количества движения системы равна главному вектору всех внешних сил, действующих на эту систему. Это ключевая теорема динамики, связывающая изменение импульса системы (масса системы на скорость центра масс) с

воздействием внешних сил, а в частном случае, при отсутствии внешних сил, приводит к закону сохранения количества движения.

24. Тождества Лагранжа — это набор уравнений в вариационной форме, описывающих движение механических систем, которые устанавливают связь между силами, действующими на систему, и изменением ее энергии, выражаемые через функцию Лагранжа (кинетическая минус потенциальная энергия). Они позволяют описывать движение без учета сил реакций связей и являются основой для вывода уравнений движения (уравнений Лагранжа) и доказательства законов сохранения (энергии, импульса, момента импульса), а также используются в задачах оптимизации (метод множителей Лагранжа) и в теории устойчивости равновесия.

25. Теорема Карно в термодинамике утверждает, что максимально возможный КПД любого теплового двигателя, работающего между двумя заданными температурами (нагревателя и холодильника), достигается только в обратимом цикле Карно, и этот КПД не зависит от природы рабочего тела или конструкции двигателя, а определяется только температурами резервуаров по формуле (в Кельвинах), что является фундаментальным пределом эффективности преобразования теплоты в работу.