

*Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет  
имени Коста Левановича Хетагурова»*



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Теоретическая механика»**

Направление подготовки 01.03.01 Математика

Профиль: "Алгебра, теория чисел, математическая логика"

**Форма обучения – очная**

Владикавказ, 2017

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.01 Математика, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2014 г. № 943, учебным планом подготовки бакалавриата по направлению подготовки 01.03.01 Математика, профиль «Алгебра, теория чисел, математическая логика», утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «СОГУ» от 27.04.2017 г. № 11.

Составитель: к.ф-м.н., доцент Н.Б. Галимов

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры физики и астрономии (протокол № 7 от 23.03.2017)

Одобрена советом факультета математики и информационных технологий (протокол № 5 от 31.03.2017)

## 1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачётных единиц. (252 час.).

	Очная Форма обучения
Курс	4
Семестр	7/8
Лекции	36/38
Практические занятия	36/26
Лабораторные занятия	-
Консультации	-/+
Итого аудиторных занятий	72/64
Самостоятельная работа	54/35
Курсовая работа	-
Зачет	+/-
Экзамен	-/27
Общее количество часов	252 час.

## 2. Цели освоения дисциплины

**«Теоретическая механика»** – фундаментальная естественнонаучная дисциплина, лежащая в основе современного подхода к изучению явлений природы, широко применяемая в различных отраслях техники и содействующая развитию эффективных технологий. Теоретическая механика занимается общими закономерностями механических движений материальных тел и силовых взаимодействий между ними, а также взаимодействие тел с физическими полями. Изучение теоретической механики способствует развитию абстрактного мышления, формированию системы фундаментальных знаний, позволяющих будущему специалисту строить логически обоснованные модели изучаемых явлений и процессов, использовать на практике приобретённые им базовые знания. Самостоятельно, используя современные образовательные и информационные технологии, овладевать новой методологией научного анализа проблем, с которыми ему придётся столкнуться в производственной и научной деятельности.

**Целями освоения** дисциплины «Теоретическая механика» являются:

- изучение общей теории о совокупности сил, приложенных к материальным телам, и об основных операциях над силами, позволяющих приводить совокупности их к наиболее простому виду, выводить условия равновесия материальных тел, находящихся под действием заданной совокупности сил, и определять реакции связей, наложенных на данное материальное тело;
- изучение способов количественного описания существующих движений материальных тел в отрыве от силовых взаимодействий их с другими телами или физическими полями;
- изучение движения материальных тел в связи с механическими взаимодействиями между ними, основываясь на законах сложения сил, правилах приведения совокупностей сил к простейшему виду и приемах описания движений. Установление законов связи действующих сил с кинематическими характеристиками движений и применение этих законов для построения и исследования механико-математических моделей, адекватно описывающих разнообразные механические явления;
- формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков исследований с построением механико-математических моделей, адекватно отражающих изучаемые явления;
- формирование у студентов научного мировоззрения на основе знания объективных законов, действующих в материальном мире.

**Задачами дисциплины** являются:

- определение сил, возникающих при взаимодействии материальных тел, составляющих механическую систему (силовой расчет);
- определение характеристик движения тел и их точек в различных системах отсчета (кинематический расчет);
- определение законов движения материальных тел при действии сил (динамический расчет).

### 3. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к дисциплинам Блок 1. Дисциплины (модули). Базовая часть. Б1.Б.06.

Для изучения Теоретической механики необходимы знания вопросов предшествующих дисциплин: высшей математики (элементы векторной алгебры, аналитической геометрии, дифференциального и интегрального исчисления), общей физики (основы классической механики), информатики.

После изучения курса «Теоретическая механика» студент должен знать: основные понятия и законы механики и вытекающие из этих законов методы изучения равновесия и движения материальной точки, твердого тела и механической системы. Уметь применять полученные знания для решения конкретных задач механики. Определять опорные реакции при равновесии твердого тела и системы тел под действием произвольной плоской и пространственной систем сил. Определять кинематические параметры твердого тела и системы тел по заданным уравнениям движения. Находить уравнения движения твердого тела и системы тел по заданным приложенным силам.

### 4. Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

ОПК-1 -готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности ;

ПК-2 -способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики;

ПК-5 -способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач;

ПК-6 -способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления.

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Компетенции		Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП		
Код	Формулировка			
		Знать:	Уметь	Владеть:
ОПК-1	готовностью использовать	понятия и законы теоретической	формулировать решаемые задачи	– навыками исследования

	<p>фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в будущей профессиональной деятельности</p>	<p>механики, роль дисциплины как теоретической базы естественнонаучных и прикладных дисциплин;</p>	<p>в понятиях теоретической механики;</p>	<p>задач механики и построения механико-математических моделей, адекватно описывающих разнообразные механические явления;</p>
ПК-2	<p>способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики</p>	<p>методы исследования систем сил, методы решения задач механики при условии равновесия тел и механических систем;</p>	<p>разрабатывать механико-математические модели, адекватно отражающие основные свойства рассматриваемых явлений;</p>	<p>навыками практического использования методов и принципов теоретической механики при решении задач: силового расчета, определения кинематических характеристик тел при различных способах задания движения, определения закона движения материальных тел и механических систем под действием сил;</p>
ПК-5	<p>способностью использовать</p>	<p>методы определения</p>	<p>выполнять исследование</p>	<p>навыками самостоятельно</p>

	методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	кинематических характеристик точки и тела при различных способах задания их движения;	математических моделей механических явлений с применением современных информационных технологий.	овладевать новой информацией в процессе производственной и научной деятельности, используя современные образовательные и информационные технологии
ПК-6	способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления	методы и принципы исследования движения тел при действии сил.	выполнять исследование математических моделей механических явлений с применением современных информационных технологий.	навыками самостоятельно овладевать новой информацией в процессе производственной и научной деятельности, используя современные образовательные и информационные технологии

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

### 5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Таблица 5.1

№ п/п	Разделы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра). Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л	ЛР	ПЗ	СР		
1	Статика	7	1-8	18		18	33	ПК-2, ПК-5, ПК-7	3 нед.-РГДЗ №1 4 нед.-контр. работа 5 нед.-РГДЗ №2 6 нед.-РГДЗ №3 8 нед.-коллоквиум
2	Кинематика	7	9- 18	18		18	21	ПК-2, ПК-5, ПК-7	10 нед.-контр. работа 11 нед.-РГДЗ №1 13 нед.-РГДЗ №2 14 нед.-РГДЗ №3 16 нед.-коллоквиум <b>зачет</b>
3	Динамика	8	1- 13	38		26	35	ПК-2, ПК-5, ПК-7,	3 нед.-контр. работа№1 5 нед.-РГДЗ №1 7 нед.-контр. работа№2 9 нед.-коллоквиум №1 11 нед.-контр. работа№3 13 нед.-РГДЗ №2 15 нед.-РГДЗ №3 17 нед.-коллоквиум№2 <b>экзамен</b>

### 5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Но ме р не де ли	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа Студентов		Формы контроля	Количество баллов		литература
		л	пр	Содержание	Час ы		min	max	
1	<b>Модуль 1. Статика.</b> <b>Лекция 1.</b> Теоретические основы статики	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям		Расчетно- графическая работа			
2	<b>Лекция 2.</b> Плоская система сходящихся сил	2	2	Связи и их реакции. Решение задач по теме прочитанной лекции.	4	Расчетно- графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
3	<b>Лекция 3.</b> Система двух параллельных сил и момент	2	2	Решение задач по теме прочитанной лекции.		Расчетно- графическая работа	0	5	
4	<b>Лекция 4.</b> Теория пар на плоскости	2	2	Нахождение равнодействую щей сил.	4	Расчетно- графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
5	<b>Лекция 5.</b> Плоская система произвольно расположенных сил	2	2	Момент сил относительно точки, оси. Решение задач по теме	4	Расчетно- графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]



				прочитанной лекции.					
6	<b>Лекция 6.</b> Уравнение Вариньона	2	2	Эквивалентность пар сил. Решение задач по теме прочитанной лекции.	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
7	<b>Лекция 7.</b> Трение	2	2	Условия равновесия систем сил, приложенных к твердому телу Решение задач по теме прочитанной лекции.	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
8	<b>Лекция 8.</b> Пространственная система сил	2	2	Определение реакций опор. Решение задач по теме прочитанной лекции.	4	1 рубежная аттестация	0	10	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
9	<b>Лекция 9.</b> Центр тяжести	2		Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям		Расчетно-графическая работа	0	5	
10	<b>Модуль 2. Кинематика.</b> <b>Лекция 10.</b> Способы задания движения точки	2	2	Момент равнодействующей. Решение	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]

				задач по теме прочитанной лекции.					
11	<b>Лекция 11.</b> Теоремы о проекциях скорости и ускорения на координатные оси	2	2	Проработка материала по теме прочитанной Лекции. Решение задач по тематике прочитанных Лекций.	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
12	<b>Лекция 12.</b> Простейшие движения твердого тела.	2	2	Криволинейные координаты. Решение задач по теме прочитанной лекции.	2	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
13	<b>Лекция 13.</b> Вращательные движения твердого тела	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
14	<b>Лекция 14.</b> Сложное движение точки	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]

15	<b>Лекция 15.</b> Сложное движение твердого тела	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	4	Расчетно-графическая работа	0	10	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
16	<b>Лекция 16.</b> Плоскопараллельное движение твердого тела..	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
17	<b>Лекция 17.</b> Мгновенный центр скоростей и ускорений	2	2	Сложение скоростей, ускорений	4	Расчетно-графическая работа	0	10	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
18	<b>Лекция 18.</b> Теорема Эйлера-Даламбера	2	2	Подготовка к сдаче и сдача зачета		2 рубежная аттестация	0	5	
		36	36		54	зачет	0	100	
1	<b>Модуль 3. Динамика.</b> <b>Лекция 19.</b> Основные понятия динамики. Законы механики.	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
2	<b>Лекция 20.</b> Динамика прямолинейного движения материальной точки.	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям		Расчетно-графическая работа	0	5	

				занятиям					
3	<b>Лекция 21.</b> Дифференциальные уравнения движения механической системы. Момент инерции тела.	2	2	Проработка материала по теме прочитанной Лекции. Решение задач по тематике прочитанных Лекций.	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
4	<b>Лекция 22.</b> Количество движения точки и механической системы.	2	2	Проработка материала по теме прочитанной Лекции. Решение задач по тематике прочитанных Лекций.	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
5	<b>Лекция 23.</b> Движение тела с переменной массой.	2		Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям		Расчетно-графическая работа	0	5	
6	<b>Лекция 24.</b> Дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела.	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]

				занятиям					
7	<b>Лекция 25.</b> Работа, Теоремы о работе. Мощность.	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям		Расчетно-графическая работа	0	5	
8	<b>Лекция 26.</b> Силовая функция и потенциальная энергия системы.	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
9	<b>Лекция 27.</b> Принцип Даламбера. Силы инерции.	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
10	<b>Лекция 28.</b> Теорема об изменении кинетической энергии точки. Возможная работа силы. Обобщенные силы	2		Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
11	<b>Лекция 29.</b> Принцип возможных перемещений Условия равновесия механической системы в обобщенных координатах.	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям		Расчетно-графическая работа	0	5	

12	<b>Лекция 30.</b> Принцип Даламбера-Лагранжа. Общее уравнение динамики	2		Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям		Расчетно-графическая работа	0	5	
13	<b>Лекция 31.</b> Уравнения Лагранжа II рода.	2	2	Проработка материала по теме прочитанной Лекции. Решение задач по тематике прочитанных лекций.	4	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
14	<b>Лекция 32.</b> Исследование положений равновесия механических систем.	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям		Расчетно-графическая работа	0	10	
15	<b>Лекция 33.</b> Понятие об устойчивости равновесия и малых колебаниях материальной системы.	2	2	Проработка материала по теме прочитанной Лекции. Решение задач по тематике прочитанных лекций.	3	Расчетно-графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]

16	<b>Лекция 34.</b> Вынужденные колебания. Резонанс	2	2	Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям		Расчетно- графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
17	<b>Лекция 35.</b> Понятие о принципе Гамильтона-Остроградского	2		Проработка материала по теме прочитанной Лекции. Решение задач по тематике прочитанных лекций.		Расчетно- графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
18	<b>Лекция 36.</b> Удар. Теоремы об изменении импульса и о движении центра масс	2		Освоение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям		Расчетно- графическая работа	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
19	<b>Лекция 37.</b> Элементарная теория гироскопа	2		Подготовка к сдаче и сдача экзамена		Рубежная аттестация	0	5	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
		74	62		89	Экзамен		100	

**П  
р  
и  
м  
е  
ч  
а  
н  
и  
я:**

–  
Все виды  
учебной  
работы  
могут  
проводить  
ся

дистанционно на основании локальных нормативных актов.

– В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте и с использованием платформ дистанционного обучения.

## 6. Образовательные технологии

В соответствии с государственными образовательными стандартами высшего образования реализация учебного процесса должна предусматривать проведение занятий в интерактивных и активных формах. Внедрение этих форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в современном вузе. Цель – повышение эффективности образовательного процесса, достижение всеми обучающимися высоких результатов обучения.

Интерактивные формы проведения занятий предполагают обучение в сотрудничестве. Все участники образовательного процесса (преподаватель и студенты) взаимодействуют друг с другом, обмениваются информацией, совместно решают проблемы, моделируют ситуации. Суть использования активных и интерактивных форм проведения состоит в погружении студентов в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем, оптимальную для выработки навыков и качеств будущего специалиста.

Для решения воспитательных и учебных задач преподавателем могут быть использованы следующие интерактивные формы обучения.

**Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия** с использованием современных интерактивных технологий.

**Лекция-диалог** – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

**Онлайн-семинар** – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника.

**Видеоконференция** – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

**Видео-лекция** – снятая на камеру сокращенная лекция, дополненная фотографиями и схемами, иллюстрирующая подаваемый в лекции материал.

**Технология электронного обучения** (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

**Творческое задание** составляет содержание (основу) любой интерактивной формы проведения занятия. Выполнение творческих заданий требует от студента воспроизведения полученной ранее информации в форме, определяемой преподавателем и требующей творческого подхода: 1) подборка примеров из практики; 2) подборка материала по определенной проблеме;

**Публичная презентация проекта** - самый эффективный способ донесения важной информации при публичных выступлениях. Слайд-презентации позволяют эффектно и наглядно представить содержание, выделить и проиллюстрировать сообщение.

**Интерактивная лекция** представляет собой выступление преподавателя перед аудиторией студентов с применением следующих интерактивных форм обучения: 1. управляемая дискуссия или беседа; 2. демонстрация слайдов или учебных фильмов; 3. мозговой штурм; 4. мотивационная речь и др.

**Разработка проекта** позволяет участникам мысленно выйти за пределы аудитории и составить проект своих действий по обсуждаемому вопросу. Участники могут обратиться за консультацией, дополнительной литературой в специализированные учреждения, библиотеки и т.д.

**Проблемное обучение** - поиск ответов на вопросы по теме.



## **7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении данной дисциплины относится: написание докладов, эссе, подготовка презентаций, самостоятельное изучение литературы по теме и составление по ней конспектов, работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями) и т.д.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

Методические рекомендации по дисциплине прилагаются.

## **8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных сообщений, написанию докладов, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

*Текущий контроль* – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на занятиях с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или для выяснения степени усвоения изложенного материала.

*Рубежный контроль* осуществляется по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра такие контрольные мероприятия проводятся по графику.

**Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **Введение**

Теоретическая механика, как отрасль научных знаний, определяющая диалектический метод изучения механического движения материальных объектов в пространстве с течением времени, наука об общих законах движения и равновесия материальных тел и о возникающих при этом взаимодействиях между телами называется. Теоретическая механика – одна из научных основ современных технических дисциплин, так как в

большинстве своем все они базируются на законах и методах теоретической механики.

## **Раздел 1. Статика**

1. Основные понятия и определения статики. Аксиомы статики. Связи и их реакции. Простейшие теоремы статики: теорема о переносе силы вдоль линии действия; теорема о трех уравновешенных силах. Система сходящихся сил. Приведение системы сходящихся сил к равнодействующей. Аналитическое вычисление равнодействующей. Условия равновесия системы сходящихся сил в векторной и аналитической форме.
2. Момент силы относительно точки. Векторный момент силы относительно точки. Момент силы относительно оси. Связь момента силы относительно оси и моментом силы относительно любой точки, лежащей на этой оси. Аналитические выражения моментов силы относительно декартовых координатных осей. Сложение двух параллельных и антипараллельных сил.
3. Пара сил. Алгебраический момент пары сил. Векторный момент пары сил. Теорема об эквивалентности двух пар сил, лежащих в одной плоскости. Теорема о переносе пары сил в плоскость параллельную ее плоскости действия. Теорема о сумме моментов сил, образующих пару. Сложение пар сил, лежащих в пересекающихся плоскостях. Условия равновесия системы пар сил. Эквивалентность пар сил
4. Лемма о параллельном переносе силы (лемма Пуансо). Приведение произвольной пространственной системы сил к главному вектору и главному моменту. Аналитический способ определения главного вектора и главного момента системы сил. Изменение главного момента при изменении центра приведения. Инварианты произвольной пространственной системы сил.
5. Приведение произвольной системы сил к динамическому винту. Частные случаи приведения произвольной пространственной системы сил к равнодействующей или паре сил. Теорема Вариньона. Условия равновесия произвольной пространственной системы сил.
6. Частные случаи условий равновесия произвольной пространственной системы сил. Различные формы условий равновесия произвольной плоской системы сил.
7. Центр параллельных сил. Центр тяжести системы материальных точек. Центр тяжести неоднородного тела. Определение координат центра тяжести однородных тел. Примеры определения координат центра тяжести однородных тел простейшей формы.
8. Трение скольжения и трение качения. Особенности решения задач статики с учетом сил трения.

## **Раздел 2. Кинематика**

1. Введение в кинематику. Предмет и задачи кинематики. Система отсчета. Способы задания движения точки. Векторный способ задания движения. Вектор скорости и ускорения точки при векторном способе задания движения.
2. Координатный способ задания движения. Определение скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения. Естественный способ задания движения. Естественный координатный трехгранники естественные координатные оси.

3. Скорость и ускорение точки при естественном способе задания движения. Связь между координатным и естественным способами задания движения. Теорема о проекциях скоростей двух точек твердого тела на прямую, соединяющую эти точки. Поступательное движение твердого тела и его свойства. Вращательное движение твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Вектор угловой скорости и углового ускорения.
4. Скорости и ускорения точек тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Векторные формулы для определения скоростей и ускорений точек твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Сложное движение точки в случае поступательного переносного движения. Сложение скоростей и ускорений точки при поступательном переносном движении.
5. Основы кинематического анализа механизмов. Плоскопараллельное движение твердого тела. Уравнения плоскопараллельного движения. Геометрическое рассмотрение плоскопараллельного движения. Теоремы о перемещениях плоской фигуры. Кинематические характеристики плоского движения. Угловая скорость и угловое ускорение. Скорости точек плоской фигуры. Формула распределения скоростей точек плоской фигуры.
6. Определение скоростей точек плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей. Частные случаи определения положения мгновенного центра скоростей. Понятие о центроидах. Ускорение точек плоской фигуры. Формула распределения ускорений. Мгновенный центр ускорений. Частные случаи определения положения мгновенного центра ускорений.
7. Движение твердого тела с одной неподвижной точкой. Уравнения движения. Геометрическое рассмотрение сферического движения. Теорема Эйлера-Даламбера. Мгновенная ось вращения. Аксиоиды. Кинематические характеристики сферического движения. Угловая скорость и угловое ускорение. Скорости точек тела при сферическом движении. Распределение ускорений точек тела при сферическом движении. Общий случай движения свободного твердого тела. Разложение движения свободного твердого тела на поступательное и сферическое. Уравнения движения свободного твердого тела. Скорости и ускорения точек в общем случае движения свободного твердого тела.
8. Формула Бура. Сложное движение точки в общем случае. Основные понятия и определения. Теорема о сложении скоростей в сложном движении точки. Теорема о сложении ускорений в общем случае сложного движения точки. Ускорение Кориолиса и анализ формулы его определяющей.
9. Сложное движение твердого тела. Сложение поступательных движений. Сложение вращений твердого тела вокруг пересекающихся осей. Пара вращений твердого тела вокруг параллельных осей. Различные случаи сложения поступательного и вращательного движений твердого тела. Винтовое движение. Статико-кинематические аналогии.

### **Раздел 3. Динамика**

1. Основные понятия и законы динамики. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки в векторной форме и в проекциях на декартовы и естественные оси. Математическая постановка и решение двух основных задач динамики точки. Движение материальной

точки, брошенной под углом к горизонту.

2. Прямолинейное движение материальной точки. Дифференциальное уравнение прямолинейного движения. Интегрирование дифференциального уравнения прямолинейного движения точки. Падение тела в сопротивляющейся среде. Движение несвободной материальной точки.

3. Механическая система. Центр масс системы. Классификация сил действующих на систему. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Моменты инерции. Примеры вычисления моментов инерции. Зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей. Момент инерции относительно произвольной оси, проходящей через заданную точку.

4. Количество движения точки и механической системы. Элементарный и полный импульс силы. Теорема о количестве движения точки. Теорема о количестве движения механической системы. Законы сохранения количества движения механической системы. Теорема о движении центра масс механической системы. Закон сохранения движения масс.

5. Движение точки (тела) переменной массы. Дифференциальное уравнение движения точки переменной массы (уравнение Мещерского). Задачи Циолковского и их анализ.

6. Момент количества движения точки и главный момент количества движения механической системы. Теорема о моменте количества движения материальной точки. Теорема о главном моменте количества движения механической системы. Теорема о главном моменте количества движения механической системы относительно центра масс. Законы сохранения главных моментов количества движения системы. Главный момент количеств движения твердого тела относительно оси вращения.

Дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела.

7. Элементарная и полная работа силы. Мощность. Работа силы, приложенной к твердому телу при различных случаях его движения. Работа внутренних сил, приложенных к твердому телу. Кинетическая энергия точки и механической системы. Теорема Кенига. Вычисление кинетической энергии твердого тела в различных случаях его движения. Теоремы о кинетической энергии материальной точки и механической системы. Примеры решения задач.

8. Потенциальное силовое поле и силовая функция. Поверхности уровня потенциального силового поля и их свойства. Потенциальная энергия. Примеры вычисления силовых функций. Силовая функция и потенциальная энергия системы. Закон сохранения полной механической энергии.

9. Принцип Даламбера. Силы инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Главный вектор и главный момент сил инерции. Частные случаи приведения сил инерции твердого тела в различных случаях его движения. Определение динамических реакций при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси.

10. Основы аналитической механики. Классификация связей. Обобщенные координаты. Возможные перемещения. Возможная работа силы. Идеальные связи. Обобщенные силы.

11. Принцип возможных перемещений. Условия равновесия механической системы в обобщенных координатах.

12. Принцип Даламбера-Лагранжа. Общее уравнение динамики.

13. Уравнения Лагранжа II рода.

14. Основы теории малых колебаний около положения устойчивого равновесия. Теорема Лагранжа-Дирихле. Кинетическая и потенциальная энергия системы с одной степенью свободы при малых отклонениях от положения устойчивого равновесия. Свободные колебания механической системы с одной степенью свободы. Дифференциальное уравнение собственных линейных колебаний системы и его интегрирование.
15. Влияние линейного сопротивления на малые собственные колебания системы с одной степенью свободы. Линейное сопротивление и диссипативная функция. Дифференциальное уравнение малых собственных колебаний механической системы при действии линейного сопротивления и его интегрирование
16. Вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы без учета сопротивления.
17. Понятие о принципе Гамильтона-Остроградского.
18. Явление удара. Ударная сила и ударный импульс. Основные понятия и допущения элементарной теории удара. Основное уравнение теории удара. Прямой центральный удар тела о неподвижную поверхность. Опытное определение коэффициента восстановления. Прямой центральный удар двух тел. Теорема Карно. Действие удара на твердое тело, вращающееся вокруг оси. Условия отсутствия ударных реакций. Центр удара и определение его положения.
19. Элементарная теория гироскопа.

Критерии оценивания представлены в таблице 8.1.

## **ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Практические занятия по курсу теоретической механики имеют весьма важное значение. В основном эти занятия должны быть посвящены решению задач, связанных с будущей специальностью студентов. На практических занятиях должны также демонстрироваться отдельные модели, особенно модели решаемых задач.

### **Раздел 1. Статика ( ПК-2, ПК-5, ПК-7).**

1. Система сходящихся сил.
2. Система параллельных сил и пар сил, лежащих в одной плоскости.
3. Произвольная плоская система сил. Произвольная пространственная система сил.
4. Центр тяжести.
5. Связи и их реакции. Равновесие тела под действием системы сходящихся сил на плоскости и равновесие тела под действием произвольной плоской системы.
6. Равновесие сочлененных тел под действием произвольной плоской системы сил.
7. Приведение системы сил к центру.
8. Определение сил реакций связей в случае произвольной пространственной системы сил.

### **Раздел 2. Кинематика ( ПК-2, ПК-5, ПК-7).**

9. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси.
10. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки.
11. Сложное движение точки.
12. Сложное движение твердого тела.
13. Кинематика точки. Определение траектории, скорости, ускорения и

радиуса кривизны.

14. Вращательное движение твердого тела. Угловая скорость и угловое ускорение. Равномерное и равнопеременное вращательное движение. Определение скоростей и ускорений точек тела.

15. Плоскопараллельное движение тела. Определение угловой скорости и скоростей точек тела различными способами.

16. Плоскопараллельное движение тела. Определение ускорений точек тела различными способами.

17. Определение скоростей точек тела при сферическом движении.

18. Сложное движение точки. Определение скорости и ускорения.

### Раздел 3. Динамика (ПК-2, ПК-5, ПК-7).

1. Две основные задачи динамики точки.

2. Общие теоремы динамики механической системы.

3. Принцип Лагранжа – Даламбера.

4. Малые колебания системы с двумя степенями свободы.

5. Прямолинейное движение материальной точки. Решение первой и второй задач динамики.

6. Динамика относительного движения точки.

7. Теорема об изменении количества движения и теорема о движении центра масс механической системы.

8. Теорема об изменении момента количества движения механической системы и дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела.

9. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы.

10. Метод кинетостатики.

11. Принцип возможных перемещений. Общее уравнение динамики.

12. Уравнение Лагранжа II рода и малые колебания механической системы с одной степенью свободы.

13. Элементарная теория удара.

Для привития необходимых инженеру навыков самостоятельной работы и навыков практического использования методов теоретической механики студенты выполняют за время изучения курса теоретической механики по *три расчётно-графических работы в каждом семестре* (см. табл. 2). Работы выполняются по материалам, разработанным кафедрой. Конкретный перечень и содержание работ определяется лектором в рабочем плане в зависимости от специализации и утверждается на заседании кафедры.

#### Перечень расчётно-графических работ

Название работы	Какие темы осваиваются
Статика	
Расчет плоской фермы	Система сходящихся сил, произвольная плоская система сил. Условия равновесия
Произвольная плоская система сил	Типы связей на плоскости. Равновесие тела и системы сочленённых тел под действием произвольной плоской системы сил
Расчёт составной рамы с односторонними связями	Типы связей на плоскости. Равновесие системы сочленённых тел под действием произвольной плоской системы сил
Произвольная пространственная система	Типы связей в пространстве. Равновесие

сил	тела под действием сходящейся и произвольной пространственной системы сил
<b>Кинематика</b>	
Кинематика точки и простейшие движения твёрдого тела	Уравнения движения точки, определение скорости и ускорения точки в декартовых и естественных координатах. Преобразование движений
Расчет плоской рамы	Определение скоростей точек по теореме Грасгофа и с помощью мгновенного центра скоростей, определение ускорений точек и угловых ускорений методом проецирования векторного уравнения
Плоскопараллельное движение твердого тела	Кинематический расчет плоского механизма. Определение скоростей с помощью мгновенного центра скоростей, определение ускорений точек методом проецирования векторного уравнения. Построение планов скоростей и ускорений
Сложное движение точки	Определение скорости и ускорения точки при сложном движении, ускорение Кориолиса
Сложение вращательных движений твердого тела. Относительное движение материальной точки	Сложное движение точки, сложное движение тела, динамика относительного движения точки
<b>Динамика</b>	
Динамика точки. Принцип Германа – Эйлера – Даламбера	Законы Ньютона. Силы инерции. Принцип Даламбера для механической системы, уравнения кинетостатики. Динамические реакции и их гашение
Динамика плоского движения твердого тела	Применение общих теорем динамики (теорема о движении центра масс, теорема об изменении кинетического момента), трение скольжения, закон Кулона, условия не проскальзывания. Принцип Даламбера для материальной точки, уравнения кинетостатики. Численное решение дифференциальных уравнений
Общие теоремы динамики механической системы	Моменты инерции. Теорема о движении центра масс и ее следствия, теорема об изменении количества движения и ее следствия, теорема об изменении кинетического момента и ее следствия, теорема об изменении кинетической энергии механической системы в интегральной форме
Принцип возможных перемещений и скоростей(принцип мощностей)	Работа, мощность, идеальные связи. Возможная работа, условия равновесия
Принцип Лагранжа – Даламбера для системы с одной степенью свободы	Принцип возможных перемещений. Силы инерции, моменты от сил инерции. Возможная работа, мощность

Уравнения Лагранжа второго рода	Обобщенные силы и перемещения, условия равновесия. Уравнения Лагранжа второго рода
Принцип Лагранжа – Даламбера для системы с двумя степенями свободы	Возможная работа, обобщенные силы и перемещения. Условия равновесия. Сложное движение точки
Собственные колебания механической системы с двумя степенями свободы	Уравнения частот. Собственные формы колебаний. Уравнения Лагранжа второго рода

### Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение

1. История развития механики.
2. Расчёт ферм в матричной форме.
3. Равновесие гибкой нити.
4. Криволинейные координаты. Скорость точки в цилиндрических и сферических координатах.
5. Фазовая плоскость. Нелинейные колебания и автоколебания.
6. Движение под действием центральной силы; закон площадей.
7. Приложения общих теорем динамики при ударе.
8. Вариационные принципы механики.
9. Задачи механики точки переменной массы.
10. Элементарная теория гироскопа.
11. Устойчивость движения. Основные теоремы прямого метода Ляпунова. Устойчивость по первому приближению. Критерии устойчивости.
12. Использование численных методов при решении задач механики.

### Методика формирования результирующей оценки

Таблица 8.1

Этап	Форма контроля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71–85%	60–70%	Менее 60%
1. Текущий контроль (max 25 баллов за 1 модуль)					
		7-8 баллов	6–7 баллов	4–5 баллов	0–3 баллов
	Посещение занятий (max 8 б.)	Студент посетил более 85% занятий	Студент посетил 71–85% занятий	Студент посетил 56–70% занятий	Студент посетил менее 56% занятий
		9–10 баллов	7–8 баллов	6–7 баллов	0–5 баллов
	Текущая работа в течение модуля (max 10б.)	Студент активно работает на занятиях, превосходно выполняет все задания преподавателя.	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.
		3/2 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Доклад, презентация (max 3б.) / опорный конспект	Тема полностью раскрыта. Превосходное владение материалом.	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом. Средний уровень	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом.	Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом. Недостаточный



	(max 2б.)	Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Превосходный стиль изложения.	самостоятельности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения.	Низкий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Неудовлетворительный стиль изложения.
<b>2. Рубежный контроль (25б. за 1 модуль)</b>					
		22–25 баллов	18–21 балл	14–17 баллов	0–13 баллов
	Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Пр продемонстрированы высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Пр продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Пр продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Пр продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.
<b>3. Итоговый контроль по дисциплине</b>					
		43–50 баллов	36–42 балла	28–35 баллов	0–27 баллов
	Экзамен/зачет	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов, автоматически получают «Зачет» или соответствующую шкале экзаменационную оценку. Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

### Вопросы для подготовки к зачёту/экзамену: КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО СТАТИКЕ

1. Сформулируйте аксиомы статики.
2. Дайте определения равнодействующей и уравнивающей произвольной системы сил.

3. Какая система сил называется сходящейся?
4. Как определить равнодействующую системы сходящихся сил?
5. Запишите и сформулируйте условия равновесия системы сходящихся сил в векторной форме, а также в проекциях на оси декартовой системы координат.
6. Сформулируйте теорему о трех уравновешенных силах.
7. Дайте определение алгебраической величины момента силы относительно некоторого центра.
8. Запишите векторное выражение момента силы относительно некоторого центра.
9. Почему для плоской системы сил нет необходимости придавать векторный смысл моменту силы?
10. Дайте определение момента силы относительно оси и укажите способы его нахождения.
11. В каких случаях момент силы относительно оси равен нулю?
12. Какова связь между моментом силы относительно оси и моментом силы относительно любой точки, лежащей на этой оси.
13. Дайте определение пары сил.
14. Дайте определения момента пары сил. Как направлен вектор-момент пары.
15. Сформулируйте теоремы об эквивалентности и сложении пар.
16. Сформулируйте лемму о параллельном переносе силы.
17. Дайте определение главного вектора и главного момента произвольной пространственной системы сил.
18. Чем отличается главный вектор от равнодействующей произвольной системы сил.
19. Напишите аналитические выражения для главного вектора и главного момента.
20. Объяснить, как взаимно расположены главный вектор и главный момент произвольной плоской системы сил.
21. Сформулируйте основную теорему статики (о приведении произвольной пространственной системы сил к заданному центру).
22. Напишите и сформулируйте условия равновесия произвольной пространственной системы сил в векторной и аналитической формах.
23. Напишите и сформулируйте условия равновесия пространственной системы параллельных сил.
24. Сформулируйте необходимые и достаточные условия равновесия произвольной плоской системы сил?
25. Напишите и сформулируйте три формы условий равновесия произвольной плоской системы сил.
26. Какие статические инварианты Вам известны?
27. Каков геометрический смысл второго инварианта.
28. Как изменяется главный момент системы сил при изменении центра приведения?
29. Какая совокупность сил называется динамическим винтом.
30. Как должны быть взаимно расположены главный вектор и главный момент системы сил для того, чтобы она приводилась к динамическому винту?
31. Как должны быть взаимно расположены главный вектор и главный момент системы сил для того, чтобы она приводилась к равнодействующей?

32. Что представляет собой геометрическое место точек пространства, в которых система сил приводится к динамическому винту?
33. В каком случае пространственная система сил приводится к паре сил?
34. Если система сил приводится к равнодействующей, в каких точках пространства это имеет место?
35. Дайте определение центра параллельных сил.
36. Дайте определение центра тяжести. Какие способы определения координат центра тяжести Вы знаете.
37. В чем состоит метод отрицательных масс, и метод разбиения на части при определении координат центра тяжести.
38. Дайте определение силы трения скольжения.
39. Сформулируйте определение момента трения качения.
40. Какова размерность коэффициента трения качения.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО КИНЕМАТИКЕ**

1. Какие способы задания движения точки применяются в кинематике и в чем они состоят?
2. Какая зависимость существует между радиус-вектором движущейся точки и вектором скорости этой точки?
3. Как направлен вектор скорости криволинейного движения точки по отношению к её траектории?
4. Как определяется скорость точки при координатном способе задания движения?
5. Какая зависимость существует между радиус-вектором движущейся точки и вектором ускорения точки?
6. Как направлен вектор ускорения криволинейного движения точки по отношению к её траектории, в какой плоскости он лежит?
7. Как определяется ускорение точки при координатном способе задания движения?
8. Какие оси называются естественными осями координат?
9. Дайте определение нормальной и соприкасающейся плоскости. Изобразите их на чертеже.
10. Чему равны проекции вектора скорости точки на естественные оси?
11. Чему равны проекции вектора ускорения точки на естественные оси?
12. Напишите формулу для определения касательного ускорения точки, укажите в каких случаях оно равно нулю? Что характеризует касательное ускорение точки.
13. Напишите формулу для определения нормального ускорения точки, укажите в каких случаях оно равно нулю? Что характеризует нормальное ускорение точки.
14. Можно ли утверждать в общем случае, что в те моменты, когда скорость точки равна нулю, её ускорение также обязательно равно нулю?
15. Какое движение твердого тела называется поступательным?
16. Перечислите свойства поступательного движения твердого тела.
17. Какое движение твердого тела называется движением вокруг неподвижной оси?
18. Что называется угловой скоростью и угловым ускорением тела? Напишите формулы для их вычисления.
19. Какое вращение твердого тела называется равномерным, какое равномерно-переменным?
20. Запишите законы равномерного и равнопеременного вращательного

движения твердого тела.

21. Какая зависимость существует между угловой скоростью вращающегося тела и числом его оборотов в минуту?
22. Как изображается угловая скорость тела в виде вектора, как этот вектор направлен?
23. Как выражается зависимость между угловой скоростью вращающегося тела и линейной скоростью какой-нибудь точки этого тела?
24. Как выражаются касательное и нормальное ускорения точки твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси?
25. Напишите векторные формулы для скоростей и ускорений точек тела, вращающегося вокруг неподвижной оси.
26. Какое движение твердого тела называется плоским, или плоскопараллельным?
27. Сформулируйте теоремы о перемещениях плоской фигуры.
28. Как определить скорость точки плоской фигуры с помощью формулы распределения скоростей?
29. Что называется мгновенным центром скоростей? Каковы способы его нахождения?
30. Как определить скорость точки плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей?
31. Как определить скорость точки плоской фигуры с помощью теоремы о проекциях скоростей концов отрезка на направление этого отрезка?
32. Каковы будут скорости точек плоской фигуры в том случае, когда мгновенный центр скоростей этой фигуры окажется в бесконечности?
33. Как определить ускорение точки плоской фигуры с помощью формулы распределения ускорений?
34. Что называется мгновенным центром ускорений плоской фигуры, движущейся в своей плоскости?
35. Как можно найти положение мгновенного центра ускорений плоской фигуры, движущейся в своей плоскости?
36. Какое движение твердого тела называется сферическим движением?
37. В чем состоит теорема о перемещении твердого тела, имеющего одну неподвижную точку?
38. Что называется мгновенной осью вращения твердого тела, имеющего одну неподвижную точку?
39. Как направлен вектор углового ускорения тела, имеющего одну неподвижную точку?
40. Какое движение точки называется относительным? Какое — переносным?
41. Какое движение точки называется абсолютным, или составным?
42. Какая скорость точки называется относительной? Какая — переносной?
43. В чем состоит теорема о сложении скоростей?
44. Какое ускорение точки называется относительным? Какое — переносным?
45. В чем состоит теорема о сложении ускорений точки в том случае, когда переносное движение является произвольным?
46. Запишите формулу для определения величины кориолисова ускорения.
47. Сформулируйте правило определения направления кориолисова ускорения.
48. В каких случаях поворотное, или кориолисово, ускорение точки равно нулю?

49. Какое движение твердого тела называется винтовым?
50. Какое результирующее движение двух вращений относительно параллельных осей?
51. Какое результирующее движение двух вращений относительно пересекающихся осей?
52. Какому движению эквивалентна пара вращений? Чему равна скорость этого движения?

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИНАМИКЕ

1. Напишите в векторном виде основное уравнение динамики точки. Сформулируйте второй закон Ньютона.
2. В чем заключаются первая и вторая задачи динамики точки?
3. Напишите дифференциальные уравнения движения свободной точки в проекциях на оси декартовой системы координат.
4. Напишите естественные уравнения движения свободной точки.
5. Напишите дифференциальные уравнения движения несвободной точки в проекциях на оси декартовой системы координат.
6. Опишите последовательность решения первой задачи динамики точки.
7. Опишите последовательность решения второй задачи динамики точки. Что такое начальные условия движения точки?
8. Может ли точка под действием одной и той же силы совершать движения, описываемые различными уравнениями?
9. Дайте определение количества движения материальной точки.
10. Как записывается и формулируется теорема об изменении количества движения материальной точки в дифференциальной форме?
11. Как записывается и формулируется теорема об изменении количества движения материальной точки на конечном промежутке времени?
12. Что называется элементарным импульсом и импульсом силы за конечный промежуток времени? Запишите соответствующие формулы.
13. При каком характере силы, действующей на точку, целесообразно при решении задач применять теорему об изменении количества движения материальной точки?
14. Материальная точка массой  $m$  движется по окружности с постоянной по модулю скоростью  $v$ . Чему равен импульс силы  $S_1$ , действующей на эту точку, за время полного оборота точки.
15. Сформулируйте определение количества движения системы.
16. Как связано количество движения системы с величиной и направлением скорости центра масс?
17. Напишите и сформулируйте теорему об изменении количества движения системы в дифференциальной и в интегральной формах в векторном виде.
18. При действии каких сил на систему целесообразно пользоваться теоремой об изменении количества движения системы для решения задач динамики?
19. Почему количество движения системы непосредственно зависит только от внешних сил?
20. В каком случае при  $\mathbf{F}^{(e)} = 0$  количество движения системы все время будет иметь нулевое значение?
21. Какой вывод о количестве движения можно сделать, если, например,  $F_y^{(e)} = 0$ ?
22. Сформулируйте законы сохранения количества движения системы.
23. Что называется моментом количества движения материальной точки?

24. Как записывается и формулируется теорема об изменении момента количества движения материальной точки?
25. Сформулируйте понятия о моментах количеств движения системы относительно точки и относительно оси.
26. Напишите формулы для определения моментов количеств движения системы относительно осей декартовой системы координат.
27. Как определяются моменты количеств движения тела относительно декартовых осей при вращательном движении тела?
28. Совпадает ли в общем случае вектор кинетического момента  $K_0$  вращающегося тела с осью вращения? В каком частном случае вектор  $K_0$  у вращающегося тела направлен вдоль оси вращения?
29. Сформулируйте теорему об изменении главного момента количеств движения материальной системы относительно точки и относительно оси.
30. Почему главный момент количеств движения системы непосредственно зависит только от внешних сил?
31. Сформулируйте законы сохранения момента количеств движения системы.
32. Как будет изменяться угловая скорость тела при вращательном движении, если момент внешних сил относительно оси вращения будет равен нулю?
33. Чем отличаются центр масс и центр тяжести системы?
34. Можно ли для нахождения положения центра масс пользоваться всеми формулами и методами определения центра тяжести?
35. Сформулируйте теорему о движении центра масс.
36. Почему одними только внутренними силами (в отсутствие внешних сил) невозможно изменить движение центра масс?
37. Какой вывод можно сделать о движении центра масс, если главный вектор внешних сил системы равен нулю?
38. В каком случае при  $F^{(e)} = 0$  центр масс будет все время находиться в покое?
39. Как при  $F^{(e)} = 0$  определить скорость движения центра масс?
40. Как будет двигаться центр масс в случае, например, когда  $F_z^{(e)} = 0$ ? Как при этом определить проекцию скорости центра масс на ось  $Oz$ ?
41. Если проекция главного вектора внешних сил на одну из декартовых осей координат равна нулю, то можно ли сделать какие-либо выводы о движении центра масс вдоль двух других осей?
42. Чему равен главный вектор внешних сил, действующих на вращающееся тело, у которого центр масс находится на оси вращения?
43. Может ли изменить движение центра масс тела приложенная к нему пара сил?
44. Дайте определение кинетической энергии точки.
45. Как вычисляется работа постоянной по величине и направлению силы на прямолинейном участке траектории?
46. Как вычисляется работа переменной по величине и направлению силы на криволинейном участке траектории?
47. Дайте определение потенциальной энергии точки и механической системы.
48. Приведите примеры потенциальных сил.
49. Как вычисляется работа потенциальных сил на конечном перемещении точки?
50. Сформулируйте понятие мощности и запишите формулу для ее

определения.

51. Запишите и сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии точки.
52. В каких случаях целесообразно применять теорему об изменении кинетической энергии точки?
53. Сформулируйте и запишите закон сохранения полной механической энергии точки.
54. Сформулируйте определение кинетической энергии системы.
55. Как зависит кинетическая энергия системы от направления скоростей ее точек?
56. Сформулируйте и запишите теорему об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной и в интегральной формах.
57. Как определить работу сил, действующих на систему, если они потенциальны?
58. Сформулируйте закон сохранения полной механической энергии системы.
59. Как определяется работа однородных сил тяжести, действующих на систему?
60. Чему равна работа внутренних сил твердого тела?
61. Напишите формулы для определения элементарной работы силы, приложенной к вращающемуся телу, и для определения работы этой силы на конечном перемещении тела.
62. Сформулируйте теорему Кёнига.
63. Какие оси называются осями Кёнига?
64. Напишите формулы для определения кинетической энергии тела, совершающего: поступательное, вращательное, плоское движения.
65. Как определяется кинетическая энергия системы, у которой скорости всех ее точек имеют одинаковые модули?
66. Как определить кинетическую энергию системы, состоящей из нескольких тел?
67. Запишите все формулы, которые вы знаете, для определения элементарной работы силы.
68. Запишите все формулы, которые вы знаете, для определения полной работы силы.
69. Дайте определение силы инерции материальной точки. Запишите формулы касательной и нормальной сил инерции точки.
70. Сформулируйте принцип Даламбера для материальной точки.
71. Сформулируйте и запишите принцип Даламбера для механической системы.
72. Запишите формулу и сформулируйте, чему равен главный вектор сил инерции механической системы.
73. Запишите формулу и сформулируйте, чему равен главный момент сил инерции механической системы.
74. К чему приводятся силы инерции твердого тела в частных случаях его поступательного, вращательного и плоскопараллельного движения? Запишите соответствующие формулы.
75. Сформулируйте определение связи. Как математически выражаются связи, наложенные на систему?
76. Какая связь называется стационарной, голономной, удерживающей? Приведите примеры.
77. Дайте определение обобщенных координат механической системы. Каковы их обозначения?

78. Дайте определение действительного и возможного перемещения точки. Каковы их обозначения и различия?
79. При каких связях действительное перемещение точки совпадает с одним из возможных?
80. Дайте определение и запишите формулу возможной работы силы. Какие связи называются идеальными?
81. Сформулируйте определение обобщенной силы. Каково аналитическое выражение обобщенной силы?
82. Если система находится в потенциальном силовом поле, то как выражаются обобщенные силы через потенциальную энергию?
83. Сформулируйте и запишите принцип возможных перемещений для механической системы.
84. Как формулируются условия равновесия механической системы в обобщенных координатах.
85. Сформулируйте и запишите общее уравнение динамики в векторной и аналитической формах.
86. Запишите уравнения Лагранжа II рода. Сколько этих уравнений можно составить для конкретной механической системы.
87. Запишите формулы для кинетической и потенциальной энергии механической системы с одной степенью свободы при малых отклонениях от положения устойчивого равновесия.
88. Запишите дифференциальное уравнение малых линейных колебаний системы с одной степенью свободы.
89. Запишите формулу периода малых линейных колебаний системы с одной степенью свободы. Что такое изохронизм колебаний?
90. Запишите приближенную формулу для диссипативной функции механической системы с одной степенью свободы при малых отклонениях от положения устойчивого равновесия.
91. В чем состоит физический смысл диссипативной функции. Запишите соответствующую формулу.
92. Запишите дифференциальное уравнение малых движений системы с одной степенью свободы с учетом сил сопротивления.
93. Запишите дифференциальное уравнение вынужденных колебаний системы с одной степенью свободы без учета сопротивления.
94. В каком случае при вынужденных колебаниях наступит явление резонанса? Чем характерно это явление?
95. В чем состоит характерная особенность явления удара?
96. Почему вместо ударных сил в теории удара фигурируют ударные импульсы?
97. Каково перемещение материальной точки за время действия на неё ударного импульса?
98. Дайте определение коэффициента восстановления. По какой формуле можно определить этот коэффициент опытным путем.

**Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

<b>Уровень сформированности компетенций</b>
---



«Минимальный уровень не достигнут» (менее 56 баллов)	«Минимальный уровень» (56-70 баллов)	«Средний уровень» (71-85 баллов)	«Высокий уровень» (86-100 баллов)
<p><u>Компетенции не сформированы.</u></p> <p>Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.</p>	<p><u>Компетенции сформированы.</u></p> <p>Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p><u>Компетенции сформированы.</u></p> <p>Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p><u>Компетенции сформированы.</u></p> <p>Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
Описание критериев оценивания			
<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>- допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>- непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий;</li> <li>- отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины;</li> <li>- отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знания теоретического материала;</li> <li>- неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>- неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы;</li> <li>- недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины;</li> <li>- умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;</li> <li>- твердые знания теоретического материала.</li> <li>- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>- правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы;</li> <li>- умение решать практические задания, которые следует выполнить;</li> <li>- владение основной литературой, рекомендованной программой дисциплины;</li> <li>- наличие собственной</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;</li> <li>- полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>- способность устанавливать и объяснять связь практики и теории;</li> <li>- логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора;</li> <li>- умение решать практические задания;</li> <li>- свободное использование в</li> </ul>

		обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах.	ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.
<b>Оценка</b> <b>«неудовлетворительно» / не зачтено</b>	<b>Оценка</b> <b>«удовлетворительно» / «зачтено»</b>	<b>Оценка</b> <b>«хорошо» / «зачтено»</b>	<b>Оценка</b> <b>«отлично» / «зачтено»</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### *а) Основная литература*

1. Эрдеди А.А. Теоретическая механика: учебное пособие / А.А. Эрдеди, Н.А., Эрдеди. – М.: КНОРУС, 2016. – 204 с.
2. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Ч. I.: учебник для вузов / А.А. Яблонский, В.М. Никифорова. – М.: Высш. Школа, 1977. – 368 с.
3. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Ч. II.: учебник для техн. Вузов / А.А. Яблонский. – М.: Высш. Школа, 1984. – 423 с.
4. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики: учебник для техн. Вузов / С.М. Тарг. – М.: Наука, 1964. – 480 с.
5. Бутенин, Н.В. Курс теоретической механики. Т. I: Статика и кинематика./ Н.В. Бутенин, Я.Л. Лунц, Д.Р. Меркин. – М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. Лит.1985. – 240 с.
6. Никитин, Н.Н. Курс теоретической механики: Учеб. Для машиностроит. И приборостроитспец. Вузов.- М.: Высш. Шк., 1990. – 607 с.

### *б) Дополнительная литература*

1. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики: Учебник. Спб.: Лань, 2008. 736 с.
2. Журавлёв В.Ф. Основы теоретической механики: Учебник. М.: Физматлит, 2008. 304 с.
3. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – М.: Высшая школа, 2007 и другие издания.

**в) электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор, современные профессиональные базы, информационные справочные системы:**

– eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – URL: <http://www.elibrary.ru>.

– База данных «ЭБС elibrary»: <http://elibrary.ru>

– Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://biblio-online.ru>.

- Университетская библиотека online [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://www.biblioclub.ru>.

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Занятия по дисциплине проводятся в аудиториях, обеспеченных компьютерами, имеющими доступ к сети Интернет, интерактивными досками и мультимедийным оборудованием.

*Лицензионное программное обеспечение:*

1. Windows 10 Pro for Workstations, (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
2. Office Standard 2016 (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
3. Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»;

*Перечень ПО в свободном доступе:*

1. Kaspersky Free;
2. WinRar;
3. Google Chrome;
4. Yandex Browser;
5. OperaBrowser.

## **11. Лист обновления/актуализации**

1. Рабочая программа  
пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры физики и астрономии  
протокол \_\_\_\_\_  
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных технологий.  
протокол № 5 от 30.03.2018)

2. Рабочая программа  
пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры физики и астрономии  
протокол \_\_\_\_\_  
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных  
технологий, протокол № 5 от 29.03.2019 г.

3. Рабочая программа  
пересмотрена и актуализирована на заседании кафедры физики и астрономии  
протокол \_\_\_\_\_  
одобрена на заседании совета факультета математики и информационных  
технологий, протокол № 5 от 27.03.2020 г.