

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____ Хагуров Т.А.
подпись
«26» мая 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.29

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Специальность	01.05.01 Фундаментальные математика и механика
Специализация	«Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг» «Фундаментальная математика и ее приложения»
Форма обучения	очная
Квалификация	Математик. Механик. Преподаватель

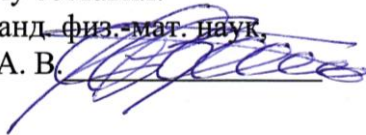
Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины «Теоретическая механика» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Программу составил:

доцент, канд. физ.-мат. наук,

Бунякин А. В.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов, протокол № 10 от 18.04.2023.

Заведующий кафедрой

математических и компьютерных методов Лежнев А. В.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук, протокол № 3 от 20.04.2023.

Председатель УМК факультета математики и компьютерных наук Шмалько С. П.



Рецензенты:

Савенко И. В., коммерческий директор ООО «РосГлавВино»

Никитин Ю. Г., доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Основной целью освоения дисциплины «Теоретическая механика» является обучение применению современных методов для решения задач математического моделирования в механике, ее технических приложений (механические модели являются широко распространенными). Получение высшего профессионального образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности с применением современных математических методов.

1.2 Задачи дисциплины

Задачей курса является ознакомление студентов с методологическими подходами, позволяющими строить адекватные математические модели механических явлений; ознакомление с некоторыми распространенными моделями движения и взаимодействия материальных объектов и основными методами исследования этих моделей.

1.3 Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего образования, и является основой для решения исследовательских задач. Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть обязательным минимумом содержания основных образовательных программ по математике для специалистов.

1.4 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций.

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
УК-3 – Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	
УК-3.1 – Владеет принципами формирования эффективной команды	Знает проблемы подбора эффективной команды; основные условия эффективной командной работы; основы стратегического управления человеческими ресурсами, нормативные правовые акты, касающиеся организации и осуществления профессиональной деятельности; модели организационного поведения, факторы формирования организационных отношений; стратегии и принципы командной работы

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	<p>Умеет определять стиль управления и эффективность руководства командой; вырабатывать командную стратегию; владеть технологией реализации основных функций управления, анализировать и интерпретировать результаты научного исследования в области управления человеческими ресурсами; применять принципы и методы организации командной деятельности;</p> <p>Владеет организацией и управлением командным взаимодействием в решении поставленных целей; созданием команды для выполнения практических задач; участием в разработке стратегии командной работы; умением работать в команде; разработкой программы эмпирического исследования профессиональных практических задач</p>
ОПК-1 – Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	
ОПК-1.1 – Знает актуальные и значимые проблемы фундаментальной математики	<p>Знает основные понятия, методы и проблематику математического моделирования</p> <p>Умеет проводить выбор отношений и эффектов, учитываемых при составлении математических моделей</p> <p>Владеет навыками проверки адекватности математических моделей</p>
ОПК-1.2 – Осуществляет выбор методов решения задач фундаментальной математики	<p>Знает основные этапы построения математических моделей</p> <p>Умеет определять параметры и переменные математических моделей</p> <p>Владеет навыками составления количественных соотношений, входящих в математическую модель</p>
ОПК-1.3 – Владеет навыками формализации актуальных задач фундаментальной математики и применения подходящих методов их решения	<p>Знает методы составления математических моделей различных процессов, явлений и систем</p> <p>Умеет составлять и решать обратные задачи для целей математического моделирования</p> <p>Владеет навыками обеспечения адекватности математических моделей</p>
ПК-1 – Способен формулировать и решать актуальные и значимые задачи фундаментальной и прикладной математики	
ПК-1.1 – Знает основные понятия, идеи и методы фундаментальных математических дисциплин для решения базовых задач	<p>Знает основные понятия, задачи, методы и результаты предшествующих учебных дисциплин</p> <p>Умеет решать типовые задачи, характерные для предшествующих учебных дисциплин</p> <p>Владеет навыками решения задач из разделов математики, базовых для теоретической механики</p>
ПК-1.2 – Умеет передавать результаты проведенных теоретических и прикладных исследований в виде конкретных предметных рекомендаций в терминах предметной области	<p>Знает методологию решения прикладных задач математическими методами</p> <p>Умеет представлять в математической форме свойства и отношения, представленные в описательной форме</p> <p>Владеет навыками интерпретации решений задач теоретической механики</p>
ПК-1.3 – Самостоятельно и корректно решает стандартные задачи	Знает методы решения классических задач теоретической механики

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
фундаментальной и прикладной математики	Умеет применять методы теоретической механики к практически возникающим задачам
	Владеет навыками решения подчинённых задач, возникающих в области теоретической механики
ПК-1.4 – Имеет навыки решения математических задач, соответствующих квалификации, возникающих при проведении научных и прикладных исследований	Знает о потенциальной эффективности применения математических методов при проведении научных и прикладных исследований
	Умеет составлять задачи теоретической механики при проведении научных и прикладных исследований
	Владеет навыками адаптации общих методов теоретической механики к особенностям постановок прикладных задач

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

Структура дисциплины

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)				
		7	8			
Контактная работа, в том числе:	108,5	58,2	50,3			
Аудиторные занятия (всего):	100	52	48			
Занятия лекционного типа	34	18	16	-	-	
Лабораторные занятия	66	34	32	-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-	
Иная контактная работа:	8,5	6,2	2,3			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	8	6	2			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,2	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:	62,8	49,8	13			
Проработка учебного (теоретического) материала	20	15	5	-	-	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	18	15	3	-	-	
Реферат	15	15	-	-	-	
Подготовка к текущему контролю	9,8	4,8	5	-	-	
Контроль:						
Подготовка к экзамену	44,7	-	44,7			
Общая трудоемкость	час.	216	108	108	-	-
	в том числе контактная работа	106,5	58,2	48,3		
	зач. ед	6	3	3		

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 7 и 8 семестрах.

№ разд ела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ЛР	ПЗ	
1	2	3			4	
7 семестр						
1.	Кинематика точки и твердого тела. Аксиомы классической механики. Число степеней свободы системы из твердых тел. Специальные системы координат.	26	5	9		12
2.	Динамика точки. Уравнения движения. Активные и диссипативные силы. Периодические колебания.	24	4	8		12
3.	Задача двух тел. Ограниченная задача трех тел. Гармонический двумерный осциллятор и бигармонический осциллятор.	24	4	8		12
4.	Нелинейные колебания одномерной системы. Малые нелинейные возмущения одномерного гармонического осциллятора.	27,8	5	9		13,8
<i>Итого за 7-й семестр:</i>			18	34		49,8
8 семестр						
5.	Системы с консервативными и неконсервативными связями. Движение механической системы как движение точки в фазовом пространстве.	12	4	8		3
6.	Системы материальных точек, внутренние и внешние силы. Теоремы об изменении импульса, кинетического момента, энергии при переходе в систему координат, связанную с центром масс.	11	4	7		4
7.	Динамика твердого тела. Случаи интегрируемости системы уравнений движения твердого тела. Качественный анализ. Приведение системы сил, действующих на твердое тело к равнодействующей и главному моменту.	11	4	7		3

8.	Уравнения Лагранжа и гамильтонов формализм. Инвариантные торы. Экстремальные принципы. Канонические преобразования. Переменные действие – угол. Основные теоремы гамильтоновой механики.	12	4	8	3
	<i>Итого за 8-й семестр:</i>		16	30	13
	<i>Итого по дисциплине:</i>		34	66	62,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Кинематика точки и твердого тела. Аксиомы классической механики. Число степеней свободы системы из твердых тел. Специальные системы координат.	<p>1.1 Аксиомы евклидова пространства, принцип относительности Галилея, инерциальные системы отсчета.</p> <p>1.2 Движение материальной точки по криволинейной траектории, репер Френе.</p> <p>1.3 Движение твердого тела, формула Эйлера, репер Френе как твердое тело.</p> <p>1.4 Подвижная система отсчета как твердое тело, формула Ривальса. Система отсчета, связанная с Землей.</p> <p>1.5 Движение материальной точки по поверхности как простейший случай системы со связями. Понятие о числе степеней свободы системы, состоящей из соединения твердых тел.</p> <p>1.6 Фазовое пространство и обобщенные координаты, представление системы из соединения твердых тел как движение фазовой точки.</p> <p>1.7 Специальные системы координат (сферическая и полярная, эллипсоидальная и эллиптическая, параболоидная и параболическая).</p>	Опрос
2.	Динамика точки. Уравнения движения. Активные и диссипативные силы. Периодические колебания.	<p>2.1 Задача о движении материальной точки (1-й и 2-й законы Ньютона). Принцип суперпозиции.</p> <p>2.2 Линейные колебания одномерной системы (упругая сила и сила трения), возмущающая сила. Периодические возмущения и резонанс.</p> <p>2.3 Точка в потенциальном поле сил. Сила Лоренца как пример непотенциального силового поля.</p> <p>2.4 Закон сохранения энергии в консервативной</p>	Опрос

		<p>системе.</p> <p>2.5 Эквивалентность инерциальных систем отсчета (группа инвариантности Галилея).</p> <p>2.6 Движение под действием силы Лоренца. Циклотронная частота.</p> <p>2.7 Движение точки под действием силы тяжести и силы квадратичного сопротивления – несвободное падение.</p>	
3.	<p>Задача двух тел.</p> <p>Ограниченная задача трех тел.</p> <p>Гармонический двумерный осциллятор и бигармонический осциллятор.</p>	<p>3.1 Задача Кеплера и сведение к ней задачи двух тел. Вывод законов Кеплера.</p> <p>3.2 Двумерный гармонический осциллятор и его дуализм с задачей Кеплера (замена Болина).</p> <p>3.3 Бигармонический осциллятор, фигуры Лиссажу, связь с задачей о бильярдных траекториях. Анализ замкнутости траекторий.</p> <p>3.4 Ограниченная задача трех тел (асимптотика малой третьей массы).</p>	Опрос
4.	<p>Нелинейные колебания одномерной системы.</p>	<p>4.1 Малые нелинейные возмущения одномерного гармонического осциллятора. Формула Линдштеда.</p>	Опрос
5.	<p>Системы с консервативными и неконсервативными связями. Движение механической системы как движение точки в фазовом пространстве.</p>	<p>5.1 Движение материальной точки по кривой с трением.</p> <p>5.2 Движение материальной точки по подвижной кривой.</p> <p>5.3 Движение материальной точки по подвижной (в частности – вращающейся) поверхности.</p> <p>5.4 Движение материальной точки по поверхности с трением.</p> <p>5.5 Сферический маятник – линейное приближение и качественный нелинейный анализ. Апсидальный угол и условие замкнутости траекторий.</p> <p>5.6 Маятник на поверхности Земли (маятник Фуко).</p>	Опрос
6.	<p>Системы материальных точек, внутренние и внешние силы. Теоремы об изменении импульса, кинетического</p>	<p>6.1 Третий закон Ньютона и теорема о движении центра масс. Изменение импульса системы материальных точек.</p> <p>6.2 Оси Кенига, импульс, кинетическая энергия, момент инерции, (запись этих величин и изменение их в осях Кенига). Бариецентрические координаты.</p>	Опрос

	момента, энергии при переходе в систему координат, связанную с центром масс.	<p>6.3 Момент сил и теорема об изменении кинетического момента. Условия равновесия механической системы как частный случай движения (геометрическая теория).</p> <p>6.4 Задача многих тел. Качественный анализ движения системы гравитационно - взаимодействующих точек. Неравенство Сундмана.</p>	
7.	Динамика твердого тела. Случаи интегрируемости системы уравнений движения твердого тела. Качественный анализ. Приведение системы сил, действующих на твердое тело к равнодействующей и главному моменту.	<p>7.1 Системы сил, действующих на твердое тело, условия равновесия, равнодействующая, главный момент сил и приведение по Пуансо.</p> <p>7.2 Матрица (тензор) инерции твердого тела, выражение кинетического момента и кинетической энергии через это.</p> <p>7.3 Твердое тело с закрепленным центром масс (случай Эйлера) – интегрируемость, представление Пуансо.</p> <p>7.5 Углы Эйлера и представление вращения твердого тела через них.</p> <p>7.4 Осесимметричное твердое тело с закрепленной точкой на оси симметрии (случай Лагранжа – Пуассона – «волчок»), качественный анализ прецессии.</p>	Опрос
8.	Уравнения Лагранжа и гамильтонов формализм. Экстремальные принципы. Инвариантные торы. Основные утверждения гамильтоновой механики.	<p>8.1 Уравнения Лагранжа – их получение, применение, формулировка в виде вариационной задачи для консервативной системы.</p> <p>8.2 Учет диссипации и неконсервативность связей в уравнениях Лагранжа (функция Рэлея).</p> <p>8.3 Преобразования Лежандра и система уравнений Гамильтона. Функционал действия, экстремальный принцип в расширенном фазовом пространстве гамильтоновой системы (наименьшее действие по Гамильтону).</p> <p>8.4 Скобки Пуассона, алгебра Ли интегралов гамильтоновой системы, теорема Лиувилля об инвариантных торах (полная интегрируемость гамильтоновой системы).</p> <p>8.5 Канонические преобразования – их свойства, переменные действие – угол, симплектические матрицы и пространство.</p>	Опрос, экзамен

		<p>Уравнение Гамильтона – Якоби, его применение для решения задачи о двух притягивающих центрах одинаковой массы.</p> <p>8.6 Общие понятия о теоремах Ли – Нетер, Дарбу, о расщеплении инвариантных торов при малом возмущении гамильтоновой системы.</p>	
--	--	---	--

2.3.2 Занятия семинарского типа *УП не предусмотрены.*

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	1	Определение числа степеней свободы системы из соединения твердых тел. Системы координат – сферическая и полярная, эллипсоидальная и эллиптическая, параболоидная и параболическая.	Опрос
2.	2	Одномерный гармонический осциллятор (физическая постановка и математическая модель) – без трения с периодической вынуждающей силой. Резонанс и его подавление линейным трением.	Опрос
3.	2	Движение под действием силы Лоренца. Циклотронная частота.	Опрос
4.	2	Движение точки под действием силы тяжести и силы квадратичного сопротивления – несвободное падение.	Опрос
5.	3	Бильярд в прямоугольнике. Замкнутость траекторий и аналогия с кривыми Лиссажу. Эллиптический бильярд. Частные случаи замкнутости его траекторий.	Опрос
6.	3	Качение шара без трения и без проскальзывания по плоскости, осуществляющей заданное продольное движение (пример неголономной связи).	Опрос
7.	5	Качение шара без трения и без проскальзывания по поверхности вертикального цилиндра под действием силы тяжести (пример неголономной связи).	Опрос
8.	7	Кватернионы и их применение для описания движения твердого тела с закрепленной точкой. Связь кватернионов с углами Эйлера.	Зачет

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов) Курсовые работы УП не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов по дисциплине включает следующие виды деятельности:

- проработку и анализ лекционного материала;
- изучение учебной литературы;
- поиск информации в сети Интернет по различным вопросам;
- решение задач по темам курса;
- работу с вопросами для самопроверки;
- подготовку к контрольной работе;
- подготовку к экзамену.

Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины представлен в таблице.

№	Вид самостоятельной работы	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	Подготовка к текущему контролю	<p>Методические указания для подготовки к занятиям лекционного и семинарского типа. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p> <p>Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p> <p>Методические указания по использованию интерактивных методов обучения. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5т от 05 мая 2022 г.</p> <p>Методические указания по подготовке эссе, рефератов, курсовых работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5т от 05 мая 2022 г.</p>
2.	Выполнение лабораторных работ и расчетно-графических заданий	<p>Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p> <p>Методические указания по выполнению расчетно-графических заданий. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p>
3.	Подготовка и оформление отчетов по практике	<p>1. Методические указания по подготовке и оформлению отчета по практике. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.</p>
4.	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	<p>1. Методические указания по выполнению и защите выпускной квалификационной работы (бакалавриат, магистратура, специалитет). Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук</p>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла;
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии:

Разбор практических задач и примеров, моделирование ситуаций, приводящих к тем или иным ошибкам в программе, выработка навыков выявления и исправления ошибок в процессе написания программы. Построение тестовых примеров для выявления ошибок в программе и сравнения эффективности различных алгоритмов.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Сем естр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Кол-во часов
7,8	Занятия лекционного типа	Дискуссия на тему: «Математика от Ньютона и до настоящего времени – этапы и основные результаты»	18
	Занятия лекционного типа	Дискуссия на тему: «Геометрия от Евклида до Лобачевского – ее роль в становлении других разделов математики и механики»	18
	Лабораторные занятия	Дискуссия на тему: «Механика от Паскаля и Галилея до Лапласа и Гамильтона – ее изменение и обретение математической строгости»	18
	Лабораторные занятия	Дискуссия на тему: «Роль физики и ее открытий на становление математики и приобретение современной формы (труды Эйлера, Гаусса и других ученых этой эпохи)»	18
<i>Итого:</i>			72

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Текущие аттестации не предусматриваются.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Контрольные вопросы (к экзамену):

1. Аксиомы евклидова пространства, принцип относительности Галилея, инерциальные системы отсчета.
2. Движение материальной точки по криволинейной траектории, репер Френе.
3. Движение твердого тела, формула Эйлера, репер Френе как твердое тело.
4. Подвижная система отсчета как твердое тело, формула Ривальса. Система отсчета, связанная с Землей.
5. Движение материальной точки по поверхности как простейший случай системы со связями. Понятие о числе степеней свободы системы, состоящей из соединения твердых тел.
6. Фазовое пространство и обобщенные координаты, представление системы из соединения твердых тел как движение фазовой точки.
Специальные системы координат (сферическая и полярная, эллипсоидальная и эллиптическая, параболоидная и параболическая).
7. Задача о движении материальной точки (1-й и 2-й законы Ньютона). Принцип суперпозиции.
8. Линейные колебания одномерной системы (упругая сила и сила трения), возмущающая сила. Периодические возмущения и резонанс.
9. Точка в потенциальном поле сил. Сила Лоренца как пример непотенциального силового поля.
10. Закон сохранения энергии в консервативной системе.
11. Эквивалентность инерциальных систем отсчета (группа инвариантности Галилея).
12. Движение под действием силы Лоренца. Циклотронная частота.
Движение точки под действием силы тяжести и силы квадратичного сопротивления – несвободное падение.
13. Задача Кеплера и сведение к ней задачи двух тел. Вывод законов Кеплера.
14. Двумерный гармонический осциллятор и его дуализм с задачей Кеплера (замена Болина).
15. Бигармонический осциллятор, фигуры Лиссажу, связь с задачей о бильярдных траекториях. Анализ замкнутости траекторий.
16. Ограниченная задача трех тел (асимптотика малой третьей массы).
Движение материальной точки по кривой с трением.
17. Движение материальной точки по подвижной кривой.

18. Движение материальной точки по подвижной (в частности – вращающейся) поверхности.
19. Движение материальной точки по поверхности с трением.
20. Сферический маятник – линейное приближение и качественный нелинейный анализ. Апсидальный угол и условие замкнутости траекторий.
21. Маятник на поверхности Земли (маятник Фуко).
22. Третий закон Ньютона и теорема о движении центра масс. Изменение импульса системы материальных точек.
23. Оси Кенига, импульс, кинетическая энергия, момент инерции, (запись этих величин и изменение их в осях Кенига). Бариецентрические координаты.
24. Момент сил и теорема об изменении кинетического момента. Условия равновесия механической системы как частный случай движения (геометрическая теория).
25. Задача многих тел. Качественный анализ движения системы гравитационно - взаимодействующих точек. Неравенство Сундмана.
26. Системы сил, действующих на твердое тело, условия равновесия, равнодействующая, главный момент сил и приведение по Пуансо.
27. Матрица (тензор) инерции твердого тела, выражение кинетического момента и кинетической энергии через это.
28. Твердое тело с закрепленным центром масс (случай Эйлера) – интегрируемость, представление Пуансо.
29. Углы Эйлера и представление вращения твердого тела через них.
30. Осесимметричное твердое тело с закрепленной точкой на оси симметрии (случай Лагранжа – Пуассона – «волчок»), качественный анализ прецессии.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Теория оптимального управления: учебное пособие / И.П. Болодурин Т.А. Огурцова, О.С. Арапова, Ю.П. Иванова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. — Оренбург: ОГУ, 2016. — 147 с.: ил., схем, табл. — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-7410-1505-6; То же [Электронный ресурс]. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469724>
2. Специальные разделы теории управления. Оптимальное управление динамическими системами / Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, В.В. Алексеев и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». — Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. — 108 с. : ил. — Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277799>

3. Рачков М. Ю. Оптимальное управление в технических системах: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 120 с. — (Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05406-4. — Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/615503AA-3C33-4F5F-8F83-2CC02936692B

4. Першин И.М. Управление в технических системах. Введение в специальность: учебное пособие / И.М. Першин, В.А. Криштал, В.В. Григорьев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». — Ставрополь: СКФУ, 2014. — 146 с.: ил. — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-905989-49-0; То же [Электронный ресурс]. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457553>

5. Оптимальное управление в технических системах. Практикум: учебное пособие / Е.А. Балашова, Ю.П. Барметов, В.К. Битюков, Е.А. Хромых; науч. ред. В.К. Битюков; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 289 с.: табл., граф. — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-00032-307-6; То же [Электронный ресурс]. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482037>

6. Оптимальное управление / под ред. Н.П. Осмоловского, В.М. Тихомирова. — Москва: МЦНМО, 2008. — 320 с. - ISBN 978-5-94057-367-8; То же [Электронный ресурс]. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63270>

5.2 Дополнительная литература:

1. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах Том 1, 2013 г. 672 стр. Изд. «Лань» ISBN:978-5-8114-1035-4; Том 2, 2013 г. 640 стр. Изд. «Лань» ISBN:978-5-8114-1021-7 <http://e.lanbook.com/>

2. Никитин Н. Н. Курс теоретической механики 2011 г. 720 стр. Изд. «Лань» ISBN: 978-5-8114-1039-2 <http://e.lanbook.com/>

3. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике 2012 г. 448 стр. Изд. «Лань» ISBN: 978-5-8114-0019-1 <http://e.lanbook.com/>

5.3 Периодические издания:

1. Бунякин А.В. Особые точки решения системы дифференциальных уравнений Лоренца // Журн. выч. матем. и мат. физ. — 1991. — № 10. — С. 1489 — 1497.

2. Бунякин А.В. Особые точки решения семимерной системы турбулентного течения // Журн. выч. матем. и мат. физ. – 1993. – № 6. – С. 968 – 973.

3. Бунякин А.В. Особые точки динамических систем // Журн. выч. матем. и мат. физ. – 1995. – № 3. – С.477 – 478.

4. Бунякин А.В. Сведение системы для волн Римана к гамильтоновой системе / Lambert Academic Publishing, 2011 г., 82 с. ISBN 978-3-8465-5663-4 info@lap-publishing.com, <https://www.morebooks.de/?locale=RU> или <https://www.ljubljuknigi.ru/search/gb?utf8=%E2%9C%93&q=978-3-8465-5663-4>

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля): Wikipedia

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе самостоятельной работы каждый обучающийся получает задания по каждому из трех разделов дисциплины (см. табл. 2.2), которые принимаются по согласованию с преподавателем (в специально назначаемое время).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения:

Лицензированные программы не используются, а только авторские.

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем: Wikipedia

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)

2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Распределение видов материально-технического обеспечения по видам занятий представлено в таблице.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (302Н, 303Н, 308Н, 309Н, 505А, 507А)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	средство подготовки презентаций MS PowerPoint; математический пакет MathCAD
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций (301Н, 309Н, 316Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер с доступом к сети «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint; математический пакет MathCAD
Учебные аудитории для проведения текущей и промежуточной аттестации (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Математический пакет MathCAD

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint

Помещение для самостоятельной работы обучающихся (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель. Подключение к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации	Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет; средство подготовки презентаций MS PowerPoint
--	--	--