

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИК

_____ М.А. Сонькин

« ___ » _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

НАПРАВЛЕНИЕ ООП: 221000 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ: Автоматизация и управление. Автоматизация технологических процессов и производств.

КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ): бакалавр, дипломированный специалист

БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2009 г.

КУРС 2; СЕМЕСТР 4;

КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ: 3

ПРЕРЕКВИЗИТЫ: «Физика», «Высшая математика», «Информатика»

КОРЕКВИЗИТЫ: «Теория машин и механизмов», «Детали машин», «Гидравлика», «Теория автоматического управления»

ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:

ЛЕКЦИИ	40 часов (ауд.)
ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	24 часов (ауд)
ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	16 часов (ауд.)
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	80 часов
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	56 часов
ВСЕГО	136 часов
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ	очная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ: ЭКЗАМЕН В 4 СЕМЕСТРЕ

ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ КАФЕДРА: «Теоретическая и прикладная механика»

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ: к.т.н., доцент В.М. Замятин

РУКОВОДИТЕЛЬ ООП: к.т.н., доцент В.Н. Шкляр

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: к.ф-м.н., доцент В.А. Дубовик

2010г.

1. Цели освоения дисциплины

В результате освоения данной дисциплины специалист приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Ц1, Ц2 и Ц5 основной образовательной программы «Мехатроника и робототехника».

Дисциплина нацелена на подготовку специалиста к:

- изучению ОП цикла дисциплин, а так же научно-исследовательской работе в области автоматизации и робототехники,
- решению научно-исследовательских и прикладных задач, возникающих при эксплуатации и проектировании автоматических устройств,
- поиску и анализу профильной научно-технической информации, необходимой для решения конкретных инженерных задач.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к дисциплинам естественнонаучного и математического цикла и опирается на освоенные при изучении физики, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, векторного анализа, дифференциальных уравнений знания и умения. Корреквизитами для дисциплины «Теоретическая механика» являются дисциплины ОП цикла: «Теория машин и механизмов», «Детали машин», «Гидравлика», «Теория автоматического управления».

3. Результаты освоения дисциплины

При изучении дисциплины специалисты должны научиться самостоятельно математически описывать простейшие задачи механики, получать и анализировать их решения.

После изучения данной дисциплины специалисты приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы: **Р1, Р3, Р6***. Соответствие результатов освоения дисциплины «Теоретическая механика» формируемым компетенциям ООП представлено в таблице.

Формируемые компетенции в соответствии с ООП*	Результаты освоения дисциплины
ОК–1	<i>В результате освоения дисциплины магистрант должен знать:</i> Основные понятия, принципы и методы механики, необходимые для составления уравнений равновесия и движения механических систем.
ПК–1, ПК–3	<i>В результате освоения дисциплины магистрант должен уметь:</i> Определять реакции опор при равновесии тела, скорости и ускорения точек при вращательном и плоском движениях тела, закон вращательного движения тела в зависимости от сил, динамические реакции, закон движения простых механизмов.

ОК–9	<p><i>В результате освоения дисциплины магистрант должен владеть:</i></p> <p>Опытom составления уравнений равновесия и их решения, вычисления кинетической и потенциальной энергии механической системы, кинематического и динамического анализа простых плоских механизмов.</p>
-------------	--

*Расшифровка кодов результатов обучения и формируемых компетенций представлена в Основной образовательной программе подготовки бакалавров по направлению 22100 «Мехатроника и роботехника».

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Структура дисциплины по разделам, формам организации и контроля обучения

№	Название раздела/темы	Аудиторная работа (час)			СРС (час)	Итого	Формы текущего контроля и аттестации
		Лекции	Практ./семинар	Лаб. зан.			
1	Кинематика точки	2			2	4	Устный отчет
2	Вращательное движение тела	2			2	4	Промежуточный отчет
3	Сложное движение точки	2	2		6	10	Отчеты по индивидуальным работам
4	Кинематика плоского движения тела	2	4	8	6	20	Отчеты по инд. и лаб. работе
5	Сферическое движение тела	2				2	Устный отчет
6	Сложное движение тела	2			2	4	Устный отчет
7	Однородные координаты	2			2	4	Устный отчет
8	Динамика точки	2	2		2	6	Устный отчет
9	Геометрия масс	2			2	4	Устный отчет
10	Система сил	2			2	4	Устный отчет
11	Принцип Даламбера	2	2	8	6	18	Отчеты по инд. и лаб. работе
12	Теорема кинетич. энергии	2	2		6	10	Отчет по инд. работе
13	Теорема об измен. количества движ.	2			2	4	Устный отчет
14	Теорема моментов	2			2	4	Устный отчет
15	Диф. ур. движ. твердого тела	2			2	4	Устный отчет
16	Элем. теория	2			2	4	Устный отчет

	гироскопа						
17	Принцип вирт. перемещений	2	2		4	8	Отчет по инд. работе
18	Равновесие тела и системы тел	2				2	Отчет по инд. работе
19	Уравн. Лагранжа 2-го рода	2	2	8	6	18	Отчеты по инд. и лаб. работе
20	Малые колебания системы	2				2	Устный отчет
	Итого	40	16	24	56	136	
	Аттестация						Экзамен

При сдаче отчетов и письменных работ проводится устное собеседование.

4.2. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Кинематика точки

Лекция. Векторный способ задания движения точки. Траектория точки. Скорость точки как производная от её радиус-вектора по времени. Ускорение точки как производная от вектора скорости по времени. Координатный способ задания движения точки в прямоугольных декартовых координатах. Определение траектории точки. Определение скорости и ускорения точки по их проекциям на координатные оси. Естественный способ задания движения точки. Оси естественного трёхгранника. Алгебраическая величина скорости точки. Определение ускорения точки по его проекциям на оси естественного трёхгранника: касательное и нормальное ускорение точки.

Раздел 2. Вращательное движение тела

Лекция. Поступательное и вращательное движения твёрдого тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек твёрдого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Вектор угловой скорости тела. Выражение скорости точки вращающегося тела в виде векторного произведения. Формула Эйлера. Ускорения точек вращающегося тела.

Раздел 3. Сложное движение точки

Лекция. Практика. Сложное (составное) движение точки. Абсолютное и относительное движения точки; переносное движение. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений. Кориолисово ускорение и его вычисление.

Раздел 4. Кинематика плоского движения тела

Лекция. Плоское движение твёрдого тела и движение плоской фигуры в её плоскости. Уравнения движения плоской фигуры. Разложение движения плоской фигуры на два - поступательное вместе с полюсом и вращательное вокруг полюса; независимость угловой скорости фигуры от выбора полюса. Определение скорости любой точки фигуры как геометрической суммы скорости полюса и скорости этой точки при вращении фигуры вокруг полюса. Теорема о проекциях скоростей двух точек фигуры (тела). Мгновенный центр скоростей. Определение скоростей точек плоской фигуры

с помощью мгновенного центра скоростей. План скоростей. Теорема сложения ускорений. План ускорений.

Практика 1. Определение скоростей точек механизма.

Практика 2. Определение ускорений точек механизма.

Лабораторная работа №1. Исследование кинематики плоского манипулятора на базе Mathcad.

Раздел 5. Сферическое движение тела

Лекция. Уравнения движения. Углы Эйлера. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Скорости точек. Теорема Ривальса. Скорости и ускорения точек при свободном движении тела.

Раздел 6. Сложное движение тела

Лекция. Сложение вращений вокруг пересекающихся осей. Сложение вращений вокруг параллельных осей. Пара вращений. Метод остановки при расчете планетарных механизмов. Формулы Виллиса.

Раздел 7. Однородные координаты

Лекция. Однородные координаты точки в 3-х мерном пространстве. Преобразования однородных координат. Однородные преобразования в механике твердых тел. Уравнение кинематики манипулятора.

Раздел 8. Динамика точки

Лекция. Практика. Законы Галилея-Ньютона. Инерциальная система отсчёта. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки в декартовых координатах. Две основные задачи динамики для материальной точки. Решение первой задачи динамики для материальной точки. Решение второй задачи динамики. Начальные условия. Постоянные интегрирования и их определение по начальным условиям. Динамика относительного движения точки. Введение в динамику механической системы. Механическая система. Классификация сил действующих на систему: силы активные (задаваемые) и реакции связей; силы внешние и внутренние. Свойства внутренних сил.

Раздел 9. Геометрия масс

Лекция. Масса системы. Центр масс; радиус-вектор и координаты центра масс. Момент инерции. Момент инерции твёрдого тела относительно оси; радиус инерции; центробежный момент инерции твёрдого тела Теорема о моментах инерции тела относительно параллельных осей. Формулы для вычисления моментов инерции: моменты инерции однородного тонкого стержня, тонкого круглого кольца или полого цилиндра, круглого диска или сплошного круглого цилиндра.

Раздел 10. Система сил

Лекция. Сходящаяся система сил. равнодействующая. Момент силы относительно точки и оси. Пара сил. Главный вектор и главный момент системы сил. Распределенные силы по отрезку. Реакции связей.

Раздел 11. Принцип Даламбера

Лекция. Практика. Сила инерции материальной точки. Принцип Даламбера для материальной точки и механической системы. Главный

вектор и главный момент сил инерции. Вычисление сил инерции твёрдого тела .

Лабораторная работа №2. Динамика манипулятора с 2-мя степенями свободы.

Раздел 12. Теорема об изменении кинетической энергии

Лекция. Практика Элементарная работа силы: аналитическое выражение элементарной работы. Работа силы на конечном перемещении точки её приложения. Работа силы тяжести, силы упругости и силы тяготения. Мощность. Кинетическая энергия механической системы. Кинетическая энергия твёрдого тела при поступательном движении, при вращении вокруг неподвижной оси и при плоскопараллельном движении тела. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Равенство нулю суммы работ внутренних сил в твёрдом теле. Работа и мощность сил, приложенных к твёрдому телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси.

Раздел 13. Теорема об изменении количества движения

Лекция. Количество движения материальной точки. Элементарный импульс силы. Импульс силы за конечный промежуток времени. Количество движения механической системы; его выражение через массу системы и скорость её центра масс. Теорема об изменении количества движения механической системы в дифференциальной и в конечной формах. Закон сохранения количества движения механической системы.

Раздел 14. Теорема моментов

Лекция. Теорема об изменении момента количества движения. Момент количества движения материальной точки относительно центра и относительно оси. Главный момент количества движения или кинетический момент механической системы относительно центра и относительно оси. Кинетический момент вращающегося твёрдого тела относительно оси вращения. Теорема об изменении кинетического момента механической системы. Закон сохранения кинетического момента механической системы.

Раздел 15. Дифференциальные уравнения движения твёрдого тела

Лекция. Дифференциальные уравнения вращательного и плоского движений твёрдого тела. Диф. уравнения сферического движения тела. Динамические уравнения Эйлера. Движение свободного твёрдого тела.

Раздел 16. Элементарная теория гироскопа

Лекция. Свободный трехстепенной гироскоп. Устойчивость оси гироскопа. Прецессия трехстепенного гироскопа. Гироскопический эффект. Гироскопический момент. Технические применения гироскопа.

Раздел 17. Принцип виртуальных перемещений

Лекция. Практика. Классификация связей. Виртуальные перемещения. Идеальные связи. Число степеней свободы голономной системы. Принцип виртуальных перемещений. Обобщённые координаты, обобщённые скорости и обобщённые силы.

Раздел 18. Равновесие тела и системы тел

Лекция. Уравнения равновесия твердого тела. Равновесие при наличии сил трения скольжения и трения качения. Статически определимые и не определимые системы.

Раздел 19. Уравнения Лагранжа 2-го рода

Лекция. Практика. Общее уравнение динамики. Принцип Даламбера–Лагранжа в обобщенных координатах. Уравнения Лагранжа для консервативных систем.

Лабораторная работа №3. Исследование управления манипулятором.

Раздел 20. Малые колебания системы

Лекция. Собственные (свободные) колебания линейных систем. Круговая частота. Период и частота колебаний. Амплитуда и фаза колебаний. Затухающие и вынужденные колебания систем. Свободные колебания системы с 2-мя степенями свободы. Собственные частоты и коэффициенты формы.

4.3. Распределение компетенций по разделам дисциплины

Распределение по разделам дисциплины планируемых результатов обучения по основной образовательной программе, формируемых в рамках данной дисциплины и указанных в пункте 3.

№	Формируемые компетенции	Разделы дисциплины									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ОК–1	x		x	x				x		
2	ОК–9				x	x					x
3	ПК–1						x	x			
4	ПК–3	x	x	x	x	x	x	x		x	

№	Формируемые компетенции	Разделы дисциплины									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	ОК–1			x					x		x
2	ОК–9	x	x				x				x
3	ПК–1									x	
4	ПК–3	x			x	x	x	x			x

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности бакалавров для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Методы и формы	Виды учебной деятельности
----------------	---------------------------

активизации деятельности	ЛК	Семинар	ЛБ	СРС
Дискуссия	х	х		
Командная работа		х	х	х
Опережающая СРС	х	х	х	х
Индивидуальное обучение			х	х

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала на практических занятиях

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)

6.1 Текущая и опережающая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний, а также развитие практических умений заключается в:

- работе бакалавров с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме ,
- выполнении домашних заданий,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- подготовке к экзамену.

6.1.1. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- теория удара.
- Принцип Гамильтона-Остроградского.

6.2 Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР) направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала магистрантов и заключается в:

- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме исследований,
- анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, проведении расчетов, составлении схем и моделей на основе статистических материалов,
- выполнении расчетно-графических работ,
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах,

6.2.1. Примерный перечень научных проблем и направлений научных исследований:

7. Средства текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины (фонд оценочных средств)

Оценка успеваемости бакалавров осуществляется по результатам:

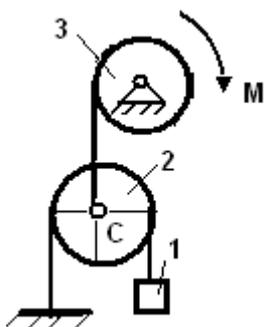
- самостоятельного выполнения заданий на практических занятиях,
- тестирования в течении семестра,
- устного опроса при сдаче выполненных индивидуальных заданий, во время экзамена в 4-м семестре (для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины).

7.1. Требования к содержанию экзаменационных вопросов

Экзаменационные билеты включают 4 задачи по различным разделам дисциплины

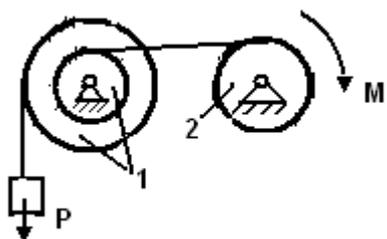
7.2. Примеры экзаменационных вопросов

Задача №1



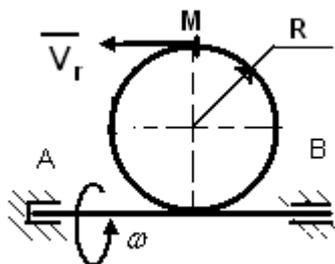
Дано: $m_1 = 2m$, $m_2 = m$, $m_3 = 0$, $r_2 = r$, $r_3 = 2r$, $M = \text{const}$.
Тело 2 — однородный сплошной диск. Движение начинается из состояния покоя. **Определить:** 1. ускорение тела 1; 2. натяжение неподвижной части нити; 3. количество движения тела 1 — Q_1 в момент $t = 2\text{с}$.; 4. кинетический момент тела 2 относительно центра C — K_c при $t = 2\text{с}$.; 5. главный момент сил инерции тела 2 относительно точки C — M_c^u .

Задача №2



Дано: момент M , r_1 , R_1 , r_2 . **Определить** силу P при равновесии механизма в вертикальной плоскости.
Решить по принципу Лагранжа.

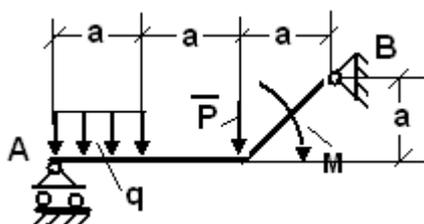
Задача №3



Дано: $\omega = \text{const}$, $V_r = \omega R$ — относительная скорость точки M .

Определить абсолютное ускорение точки M в указанном на рисунке положении.

Задача №4



Составить уравнения равновесия для определения реакций опор.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля (дисциплины)

Основная литература

- Тарг С. М. Курс теоретической механики. М.,1986 и посл. из-я.
- Мещерский И. В. Сборник задач по теоретической механике М., 1971 г. и посл. из-я.
- Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. Под ред. Яблонского А. А. М., 1986 г. и посл. из-я.

Вспомогательная литература

- Бутенин Н. В. и др. Курс теоретической механики, ч 1 11 М., 1971 г. и посл. из-я.
- Айзенберг Т. Б. и др. Руководство к решению задач по теоретической механике. М., 1968 г.
- Бать М. И. и др. Теоретическая механика в примерах и задачах, ч. 1 и II М., 1961 г. и посл. из-я.
- Аркуша А.И. Руководство к решению задач по теоретической механике. М.: Высш.шк., 2002.-336 с.

Интернет-ресурсы:

http://mysopromat.ru/uchebnye_kursy/sopromat/ - электронный курс «Сопротивления материалов».

9. Материально-техническое обеспечение модуля (дисциплины)

В НТБ ТПУ курс "Теоретическая механика" обеспечен учебниками и учебными пособиями по теоретической механике. В процессе обучения используются технические средства: компьютер, проектор.

* приложение – Рейтинг-план освоения модуля (дисциплины) в течение семестра.

Автор: Дубовик В.А.

Программа одобрена на заседании кафедры ТПМ ИПР
(протокол № ____ от «__» _____ 2010 г.).