

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»**

**Институт технологий и инженерной механики
Кафедра технологии машиностроения и инженерного консалтинга**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики



Могильная Е.П. Могильная Е.П.
« 22 » 09 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»

По направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение

Профиль: «Технологии прототипирования машиностроительных объектов»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Аналитическая механика» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение – 18 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Аналитическая механика» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «09» августа 2021 года № 727.

СОСТАВИТЕЛЬ:

старший преподаватель Кузнецова М.Н.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технологии машиностроения и инженерного консалтинга «5» 09 20 23 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой технологии машиностроения и инженерного консалтинга Ясуник С.Н. Ясуник С.Н.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Согласована:

Директор института технологий и инженерной механики Могильная Е.П. Могильная Е.П.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики «12» 09 20 23 года, протокол № 1

Председатель учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики Ясуник С.Н. Ясуник С.Н.

© Кузнецова М.Н., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель освоения дисциплины – изучить задачи движения механических систем с большим числом степеней свободы. Рассмотреть различные способы получения математических моделей, сформировать базу для их расчета и анализа движения, привить навыки решения задач аналитической механики разнообразных объектов современной техники

Задачи: освоение математических методов исследования механических систем, создание научной базы для последующего изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Аналитическая механика» относится к модулю профессиональных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания основ классической механики, умения применять операции векторного дифференциального и интегрального исчисления, навыки решения задач векторной алгебры.

Основывается на базе дисциплин: «Математика», «Теоретическая механика» «Физика», служит основой для освоения дисциплин «Теория механизмов и машин», «Детали машин и основы конструирования» и в дальнейшем используется при изучении специальных технических дисциплин.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-13. Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения	ОПК-13.1. Применяет стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения.	Знать: основные модели механических явлений и границы их применения; основные методы исследования равновесия и движения механических систем, важнейшие (типовые) алгоритмы такого исследования. Уметь: применять математические методы при решении технических задач; пользоваться при аналитическом и численном исследовании математико-механических моделей технических систем возможностями современных компьютеров и информационных технологий, строить математические модели процессов. Владеть: выбором адекватных физико-математических средств и методов решения профессиональных задач; использованием возможностей современных компьютеров и информационных

		технологий при аналитическом и численном исследовании математико-механических моделей технических систем.
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 часов (3 зач.ед.)	
Обязательная контактная работа (всего)	68	12
в том числе:		
Лекции	17	2
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	51	10
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	40	96
Форма аттестации	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Принципы механики.

Принцип Даламбера для материальной точки. Силы инерции твердого тела в различных случаях его движения. Определение динамических реакций связей.

Классификация связей. Идеальные связи. Возможные перемещения. Принцип возможных перемещений. Применение принципа возможных перемещений для определения опорных реакций.

Общее уравнение динамики. Обобщенные координаты. Обобщенные силы, способы их вычисления.

Уравнения Лагранжа II-го рода для консервативных механических систем. Уравнения Лагранжа для систем с потенциальными силами.

Применение уравнений Лагранжа II-го рода для исследования движения машин

Тема 2. Малые колебания механических систем

Введение в теорию колебаний. Устойчивость равновесия. Теорема Лагранжа-Дирихле. Малые собственные колебания механической системы с одной степенью свободы. Параметры колебаний

Вынужденные колебания механической системы без учета сопротивления. Резонанс. Вынужденные колебания при наличии сопротивления

Тема 3. Основы теории удара

Применение общих теорем динамики для анализа ударных явлений. Применение общих теорем динамики для анализа ударных явлений.

Прямой центральный удар двух тел. Потеря кинетической энергии при ударе.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Принципы механики		
	Принцип Даламбера для материальной точки. Силы инерции твердого тела в различных случаях его движения. Определение динамических реакций связей.	2	
	Классификация связей. Идеальные связи. Возможные перемещения. Принцип возможных перемещений. Применение принципа возможных перемещений для определения опорных реакций.	2	
	Общее уравнение динамики. Обобщенные координаты. Обобщенные силы, способы их вычисления.	2	
	Уравнения Лагранжа II-го рода для консервативных механических систем. Уравнения Лагранжа для систем с потенциальными силами.	2	1
	Применение уравнений Лагранжа II-го рода для исследования движения машин	1	1
2.	Малые колебания механических систем		
	Введение в теорию колебаний. Устойчивость равновесия. Теорема Лагранжа-Дирихле. Малые собственные колебания механической системы с одной степенью свободы. Параметры колебаний.	2	
	Вынужденные колебания механической системы без учета сопротивления. Резонанс. Вынужденные колебания при наличии сопротивления	2	
3.	Основы теории удара		
	Применение общих теорем динамики для анализа ударных явлений. Применение общих теорем динамики для анализа ударных явлений	2	
	Прямой центральный удар двух тел. Потеря кинетической энергии при ударе.	2	
Итого:		17	2

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Принцип Даламбера для материальной точки.	2	
2.	Принцип Даламбера. Определение динамических реакций связей	4	2
3.	Принцип возможных перемещений.	2	2
4.	Определение реакций связей с использованием принципа возможных перемещений.	4	2
5.	Общее уравнение динамики.	2	
6.	Применение уравнений Лагранжа II-го рода для исследования движения механических систем с одной степенью свободы	4	
7.	Применение уравнений Лагранжа II-го рода для исследования движения механических систем с двумя	2	

	степенями свободы.		
8.	Решение элементарных задач динамики гироскопа.	4	
9.	Контрольная работа.	2	
10	Динамическое исследование многосвязных шарнирных механизмов.	4	
11	Динамика машины с кулисным приводом.	2	
12	Малые гармонические колебания системы с одной степенью свободы.	4	2
13.	Затухающие колебания механической системы. Апериодическое движение	2	
14.	Затухающие колебания механической системы. Апериодическое движение	4	
15.	Вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы.	2	
16.	Применение ЭВМ для исследования колебаний механических систем	4	
17.	Применение общих теорем динамики для анализа ударных явлений.	3	2
Итого:		51	10

4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Принципы механики			
	Принцип Даламбера для материальной точки. Силы инерции твердого тела в различных случаях его движения. Определение динамических реакций связей.	Освоение теоретического учебного материала (в т.ч. подготовка к практическим занятиям)	4	10
	Классификация связей. Идеальные связи. Возможные перемещения. Принцип возможных перемещений. Применение принципа возможных перемещений для определения опорных реакций.	Освоение теоретического учебного материала (в т.ч. подготовка к практическим занятиям)	4	10
	Общее уравнение динамики. Обобщенные координаты. Обобщенные силы, способы их вычисления.	Освоение теоретического учебного материала (в т.ч. подготовка к практическим занятиям)	4	10
	Уравнения Лагранжа II-го рода для консервативных механических систем. Уравнения Лагранжа для систем с потенциальными	Освоение теоретического учебного материала (в т.ч. подготовка к практическим занятиям)	6	14

	силами.			
	Применение уравнений Лагранжа II-го рода для исследования движения машин	Освоение теоретического учебного материала (в т.ч. подготовка к практическим занятиям)	4	14
2.	Малые колебания механических систем			
	Введение в теорию колебаний. Устойчивость равновесия. Теорема Лагранжа-Дирихле. Малые собственные колебания механической системы с одной степенью свободы. Параметры колебаний.	Освоение теоретического учебного материала (в т.ч. подготовка к практическим занятиям)	4	10
	Вынужденные колебания механической системы без учета сопротивления. Резонанс. Вынужденные колебания при наличии сопротивления	Освоение теоретического учебного материала (в т.ч. подготовка к практическим занятиям)	6	14
3.	Основы теории удара			
	Применение общих теорем динамики для анализа ударных явлений. Применение общих теорем динамики для анализа ударных явлений	Освоение теоретического учебного материала (в т.ч. подготовка к практическим занятиям)	4	1
	Прямой центральный удар двух тел. Потеря кинетической энергии при ударе.		4	10
Итого:			40	96

4.7. Курсовые проекты. Учебным планом не предусмотрено выполнение курсового проекта.

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Аналитическая механика» используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

- развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

- личностно-ориентированные технологии обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание

необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при выполнении домашних индивидуальных заданий, решении задач повышенной сложности, на еженедельных консультациях.

– технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Шинкин В.Н., Теоретическая механика: Динамика и аналитическая механика / Шинкин, В. Н. - М.: МИСиС, 2011. - 206 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876233912.html>

2. Цивильский В.Л., Теоретическая механика : Учеб. для вузов / В.Л. Цивильский. - М.: Абрис, 2012. - 368 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200797>

3. Дронг В.И., Курс теоретической механики : учеб. для вузов / В.И. Дронг, В.В. Дубинин, М.М. Ильин, К.С. Колесников, В.А. Космодемьянский, Б.П. Назаренко, А.А. Панкратов, П.Г. Русанов, Ю.С. Саратов, Ю.М. Степанчук, Г.М. Тушева, П.М. Шкапов - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 758 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703834909.html>

б) дополнительная литература:

1. Жуковский, Николай Егорович. Аналитическая механика. Теория регулирования хода машин. Прикладная механика [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / Жуковский Н. Е. ; под ред. Ветчинкина В.П., Чеботарева Н.Г., 2020. 462 с.

2. Лукьянов, Дмитрий Павлович. Прикладная теория гироскопов [Текст] : учеб. для вузов по направлению подгот. 200100 "Приборостроение" / Д. П. Лукьянов, В. Я. Распопов, Ю. В. Филатов, 2015. 315 с.

3. Мещерский, Иван Всеволодович. Задачи по теоретической механике : учебное пособие для вузов / И. В. Мещерский ; Под ред. В. А. Пальмова, Д. Р. Меркина. — 51-е изд., стер. — СанктПетербург [и др.] : Лань, 2012. — 448 с.

4. Бутенин, Николай Васильевич. Курс теоретической механики : учебное пособие : в 2 т. Т. 1. Т. 2. Статика и кинематика. Динамика / Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. — 10-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 729 с.

5. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике [Электронный ресурс] : учеб. пособие для технических вузов / под ред. А. А. Яблонского. - 15-е изд., стереотип. - М.: Интеграл-Пресс, 2006. - 384 с.

6. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: учебник для втузов / С. М. Тарг. – 20-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2010. - 416 с.: ил.

в) методические указания:

г) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Научная электронная библиотека Elibrary – Режим доступа: URL: <http://elibrary.ru/>

Справочная правовая система «Консультант Плюс» – Режим доступа: URL: <https://www.consultant.ru/sys/>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – Режим доступа: URL: <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Теоретическая механика» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com

Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Аналитическая механика»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-13	Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения	ОПК-13.1. Применяет стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов изделий машиностроения.	Тема 1. Тема 2. Тема 3.	3
				Тема 1. Тема 2. Тема 3.	3

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал
оценивания**

№ п/ п	Код контролиру емой компетенц ии	Индикаторы достижений компетенци и (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролиру емые темы учебной дисциплин ы	Наименова ние оценочного средства
2	ОПК-13. Способен применять стандартны е методы расчета при проектиров ании деталей и узлов изделий машиностр оения	ОПК-13.1. Применяет стандартные методы расчета при проектирова нии деталей и узлов изделий машиностро ения	<i>Знать:</i> основные модели механических явлений и границы их применения; основные методы исследования равновесия и движения механических систем, важнейшие (типовые) алгоритмы такого исследования. <i>Уметь:</i> применять математические методы при решении технических задач; пользоваться при аналитическом и численном исследовании математико-механических моделей технических систем возможностями современных компьютеров и информационных технологий; строить математические модели процессов. <i>Владеть:</i> выбором адекватных физико-математических средств и методов решения профессиональных задач; использованием возможностей современных компьютеров и информационных технологий при аналитическом и численном исследовании математико-механических моделей технических систем.	Тема 1. Тема 2. Тема 3.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно) ; задания для контрольных работ; зачет.

Фонды оценочных средств по дисциплине «Теоретическая механика»

**Вопросы для комбинированного контроля усвоения
теоретического материала (устно или письменно):**

1. Почему в лагранжевом формализме сохраняются энергия и момент импульса?
2. Сформулировать теорему Штейнера в тензорном виде.
3. Чем отличаются канонические преобразования от произвольных координатных?
4. Всегда ли функция Лагранжа равна разности кинетической и потенциальной энергии?

5. Однозначно ли определены функции Лагранжа, Гамильтона и производящая функция?
6. Определение энергии в лагранжевом формализме.
7. Определение тензора моментов инерции.
8. Вывод формулы для рассеяния на малые углы.
9. Определение полностью антисимметричного тензора третьего ранга.
10. Уравнения Гамильтона (желательно через скобки Пуассона).
11. Чему равны $\{p, f(p, q)\}$ и $\{q, f(p, q)\}$?
12. От каких переменных зависят функции Лагранжа и Гамильтона?
13. Определение действия как функционала.
14. Связь между вектором частоты и моментом импульса для симметричного волчка (частоты прецессии и вращения вокруг оси симметрии).
15. Что такое сила Кориолиса и куда она направлена?
16. Какие законы сохранения выполняются в кулоновском поле, а какие в центральном?
17. Из какого закона получается, что траектория плоская?
18. Что такое эффективное дифференциальное сечения рассеяния?
19. Как проверить в уравнениях колебаний, что ваше предположение о симметрии или антисимметрии правильное?
20. Написать гамильтониан гармонического осциллятора.
21. Написать гамильтониан в центральном поле в декартовых, сферических, цилиндрических координатах.
22. Сформулировать законы Кеплера. В каком поле они выполняются?
23. Траектория в сферическом гармоническом потенциале. Где находится центр поля?
24. Сформулировать теорему Лиувилля. Что такое фазовый объем в двумерном случае?
25. Фазовая траектория для гармонического осциллятора. Как меняется с энергией? А в произвольной потенциальной яме?
26. Куб, это какой волчок?
27. Адиабатический инвариант для гармонического осциллятора.
28. Сколько колебательных степеней свободы у молекул CO_2 и H_2O ?
29. Тензор моментов инерции для тонкого кольца, стержня, сферы, шара, стержня, куба, любого простого тела (хотя бы только симметрию).
30. Выражение для энергии и момента импульса твердого тела. В этом выражении проекции угловой скорости на какие оси?
31. Как связаны гамильтониан и лагранжиан? В каких переменных записываются?
32. Написать уравнение движения гармонического осциллятора и его решение.
33. Гамильтоновы уравнения движения гармонического осциллятора и их решение.
34. Функция Лагранжа в электромагнитном поле.
35. Энергия в электромагнитном поле.
36. Функция Гамильтона в электромагнитном поле.

37. Действие как функция координат и времени.
38. Уравнение Гамильтона-Якоби для гармонического осциллятора.
39. Что такое эффективный потенциал в центральном поле? Нарисовать $U_{\text{эфф}}(r)$ в кулоновском потенциале.
40. Как выглядят траектории гармонического осциллятора на фазовой плоскости?
41. Как записывается функция Лагранжа колебательной системы в нормальных координатах?
42. Что такое циклические координаты?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала

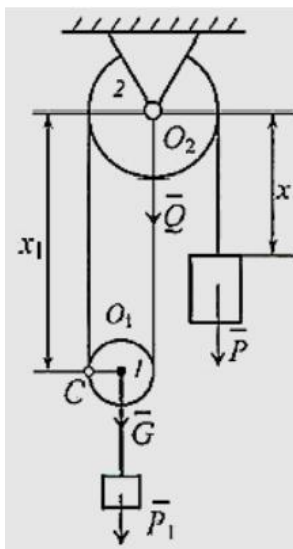
Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Варианты типовых заданий для контрольных работ:

Задача 1

Дано: Груз P_1 поднимается посредством полиспаста под действием падающего груза P . Вес блока 1 равен G , а блока 2 равен Q . Блоки считать однородными дисками.

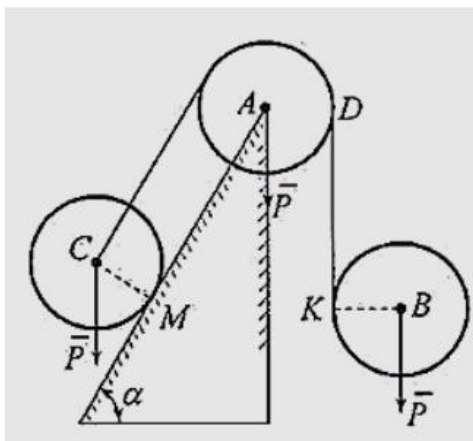
Определить: Ускорение поднимаемого груза P_1 .



Задача 2

Дано: Три одинаковых сплошных однородных цилиндра A , B и C весом P каждый движутся так, что цилиндр A , обмотанный нерастяжимой нитью вращается вокруг своей неподвижной оси, причем свободный конец нити прикреплен к центру цилиндра C , катящегося без скольжения по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол α . Другая часть нити обмотана вокруг цилиндра B , падающего под действием силы тяжести.

Определить: Ускорение оси цилиндра C и натяжение нити на участке DK , считая, что оси цилиндров C и B перемещаются параллельно друг другу. При каком угле α цилиндр C не будет катиться по наклонной плоскости, если начальная скорость его оси равна нулю?

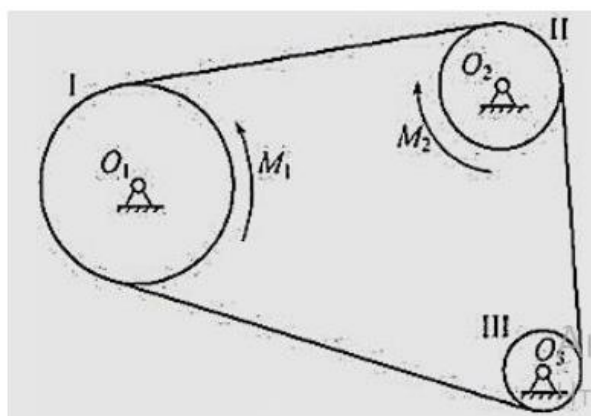


Задача 3

Дано: Система, состоящая из трёх шкивов, соединённых ремённой передачей. Шкивы считать однородными цилиндрами с радиусами:

$r_1, r_2 = 0,5 r_1, r_3 = r_1/3$ и весами $P_1, P_2 = P_1/4, P_3 = P_1/9$, Массой ремня пренебречь.

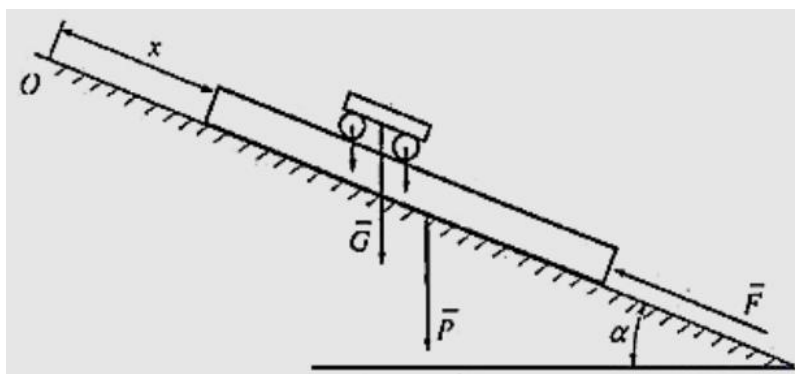
Определить: Угловое ускорение ведущего шкива I ремённой передачи, изображенной на рисунке, если к ведущему шкиву I приложен вращающий момент M_1 , а к шкиву II – момент сопротивления M_2



Задача 4

Дано: По гладкой плоскости, наклоненной к горизонту под углом α , скользит без трения платформа весом $P = 4Q$, а по платформе скатывается без скольжения тележка, вес которой без колес равен $G = 3Q$, причем вес всех колес Q . Колеса считать сплошными однородными цилиндрами. К платформе приложена постоянная сила сопротивления F , параллельная наклонной плоскости.

Определить: Ускорение тележки. При каком значении силы F тележка будет скатываться равномерно.



Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
контрольная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильность выполнения заданий составляет 90-100%);
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильность выполнения заданий составляет 75-89%);
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильность выполнения заданий составляет 50-74%), ошибки и неточности в ходе решения;
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильность выполнения заданий составляет менее чем 50%), наличие грубых ошибок в вычислениях.

Вопросы для промежуточной аттестации (зачет):

1. Основные понятия аналитической механики Связи и их виды. Обобщенные координаты. Обобщенные скорости.
2. Возможные перемещения. Выбор обобщенных координат и определение возможных перемещений для системы с двумя степенями свободы.
3. Кинетическая энергия Моменты инерции. Кинетическая энергия системы материальных точек.
4. Кинетическая энергия твердого тела при различных случаях его движения. Выражение кинетической энергии многомассовой системы через обобщенные координаты и обобщенные скорости
5. Обобщенные силы Элементарная и полная работа силы. Работа некоторых сил. Работа сил, приложенных к твердому телу.
6. Потенциальное силовое поле и силовая функция. Потенциальная энергия.
7. Определение обобщенных сил. Способы вычисления обобщенных сил. Диссипативная функция.
8. Определение обобщенной силы в системе, находящейся под действием потенциальных, диссипативных и непотенциальных сил.
9. Идеальные связи. Реакции связей. Принцип освобожденности от связей.
10. Принцип возможных перемещений. Условие равновесия системы. Определение положения равновесия системы, находящейся под действием заданной системы сил.
11. Определение реакций опор с использованием принципа виртуальных перемещений. Метод кинетостатики (принцип Даламбера).
12. Определение сил инерции и моментов сил инерции для различных случаев движения твердого тела.
13. Общее уравнение динамики. Виртуальная работа сил инерции. Использование общего уравнения динамики для определения характеристик механической системы.
14. Первое и второе тождества Лагранжа.
15. Вывод уравнений Лагранжа II рода. Порядок действий при использовании уравнений Лагранжа II рода.
16. Свободные незатухающие и затухающие колебания. Получение уравнения малых движений механической системы около положения равновесия. Построение фазовой траектории.
17. Канонические уравнения механики Кинетический потенциал.
18. Уравнение Лагранжа II рода для консервативной системы. Первые интегралы лагранжевых систем. Циклические координаты.
19. Канонические переменные. Функция Гамильтона. Уравнения Гамильтона. Свойства функции Гамильтона.
20. Направляющие косинусы и углы Эйлера–Крылова Сферическое движение твердого тела.

- 21.Связанная система координат. Направляющие косинусы и углы Эйлера как параметры ориентации связанной системы координат.
- 22.Связь направляющих косинусов с углами Эйлера. Сложение поворотов, матрица перехода и ее свойства.
- 23.Теорема Эйлера о перемещении твердого тела вокруг неподвижной точки.
- 24.Вектор конечного поворота: определение, геометрическое представление, параметры, свойства.
- 25.Связь вектора конечного поворота с направляющими косинусами, использование его для определения ориентации твердого тела. Сложение поворотов, уравнения движения.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (*зачет*)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
зачтено	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
не зачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)