

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БОРИСОГЛЕБСКИЙ ФИЛИАЛ
(БФ ФГБОУ ВО «ВГУ»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
Теория машин и механизмов

1. Код и наименование направления подготовки:

15.03.01 Машиностроение

2. Профиль подготовки:

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавр

4. Форма обучения:

Очная, заочная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра прикладной математики, информатики, физики и методики ее преподавания

6. Составитель(и):

Зюзин С.Е, кандидат физ.-мат. наук, доцент.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению учебной дисциплины, обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой дисциплины. Электронный вариант рабочей программы размещён на сайте БФ ВГУ. Следует обратить особое внимание на:

- основные цели и задачи дисциплины;
- перечень и содержания компетенций, на формирование которых направлена дисциплина;
- систему оценивания ваших учебных достижений;
- учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

В ходе лекций необходимо критически осмысливать предлагаемый материал, задавать вопросы, добиваться полного понимания изучаемых вопросов темы.

Приветствуются доклады с использованием презентаций, раздаточного материала, видеороликов и т.п.

Результаты проектной работы рекомендуется оформлять в форме, позволяющей сохранить их на кафедре.

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачёт, соответствует п.17 данной программы.

Требования к оформлению рефератов и списка цитированных источников соответствуют требованиям к оформлению курсовых работ по кафедре ПМИФимП.

8. Методические материалы для обучающихся по освоению теоретических вопросов дисциплины

№	Тема лекции	Рассматриваемые вопросы
1	Основы строения машин и механизмов	Структурный анализ механизмов. Введение. Структура механизмов, классификация звеньев и кинематических пар. Кинематические цепи. Подвижность механизмов. Избыточные связи, лишние степени свободы. Принцип образования плоских механизмов. Класс и порядок структурных групп. Структурный анализ механизмов с низшими и высшими парами. Структурный синтез механизмов наложением структурных групп по Асуре (структурная группа Асура; класс, вид и порядок структурной группы; принцип образования механизмов по Асуре).
2	Кинематический анализ механизмов	Задачи кинематики, методы кинематического анализа. Виды движения звеньев механизмов и их краткая характеристика. Графический метод кинематического анализа (метод диаграмм). Кинематический анализ плоских механизмов методом планов. Свойства планов скоростей и ускорений. Кинематический анализ структурных групп II класса 2 порядка.
3	Динамический анализ механизмов	Кинематический анализ зубчатых механизмов. Понятие о передаточном отношении. Основной закон зацепления. Виды зубчатых механизмов. Кинематический анализ механизмов с неподвижными осями колес. Кинематический анализ механизмов с подвижными осями колес. Метод Виллиса. Кинематический анализ сложных эпициклических механизмов. Синтез эпициклических механизмов. Условия соосности, соседства, сборки.
4	Кинетостатика плоских механизмов Уравновешивание масс и сил инерции звеньев механизмов	Задачи и методы кинетостатики. Классификация сил, действующих в механизмах. Расчет сил инерции методом теоретической механики. Условие статической определимости плоской кинематической цепи. Общие положения силового расчета. Определение реакций в кинематических парах методом планов сил. Силовой расчет исходного механизма.

		Определение уравнивающей силы методом рычага Жуковского. Уравнивание механизмов и вращающихся звеньев.
5	Динамика машин	Динамика. Задачи динамики. Режимы движения машины. Уравнения динамики. Понятие о звене приведения. Приведение сил и масс в механизмах. Решение задачи динамического анализа методом Виттенбауэра. Решение задачи динамического синтеза методом Виттенбауэра. Определение фактической угловой скорости звена приведения.
6	Синтез механизмов	Основные понятия теории зубчатых зацеплений. Основные понятия и определения. Эвольвента окружности, ее свойства и уравнение. Методы нарезания колес. Теоретический исходный и исходный производящий контуры. Теоретический исходный и исходный производящий контуры. Подрезание и заострение зуба колеса, способы устранения этих дефектов геометрии. Картина зацепления, расчет геометрических размеров зубчатых колес и передачи. Критерии качества зубчатых передач. Выбор коэффициентов смещения по заданным условиям. Кулачковые механизмы. Строение, особенности, виды, назначение. Понятие об ударах. Угол давления и его влияние на работу механизма. Синтез кулачковых механизмов по заданным условиям. Синтез механизмов. Параметры синтеза. Основные и дополнительные условия синтеза. Понятия о целевой и штрафной функциях. Методы синтеза.

9. Методические материалы для обучающихся по подготовке к практическим/лабораторным занятиям

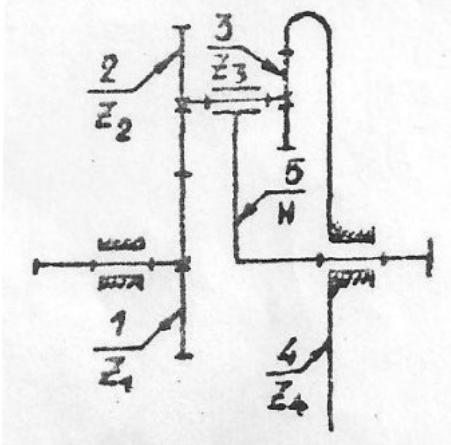
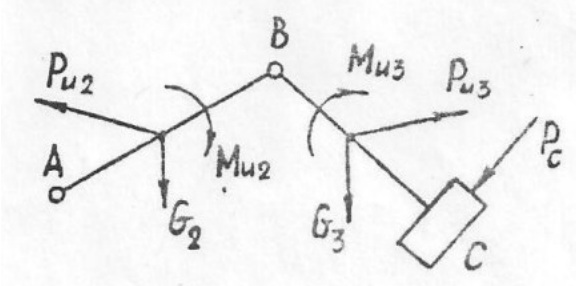
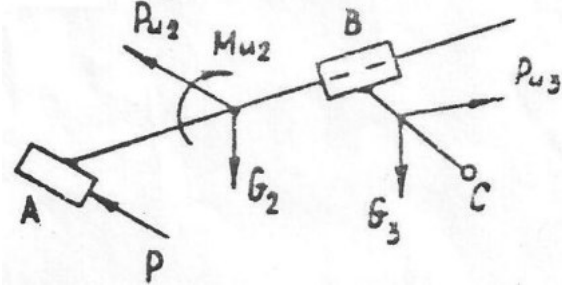
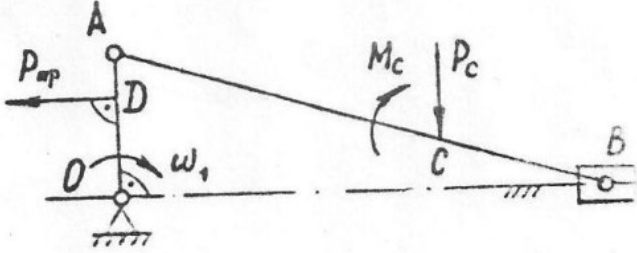
Задания для организации индивидуальной работы (индивидуальные задания) по дисциплине Теория машин и механизмов

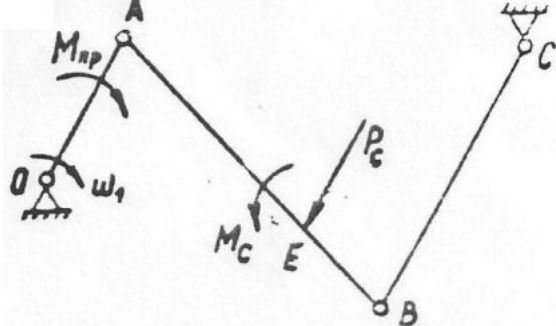
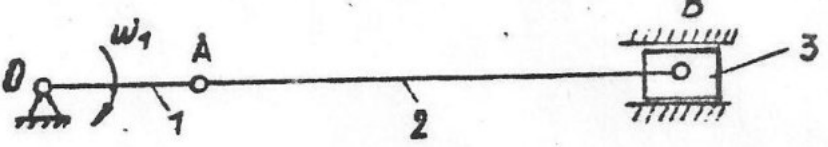
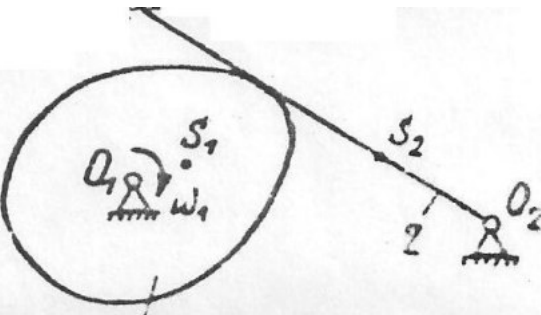
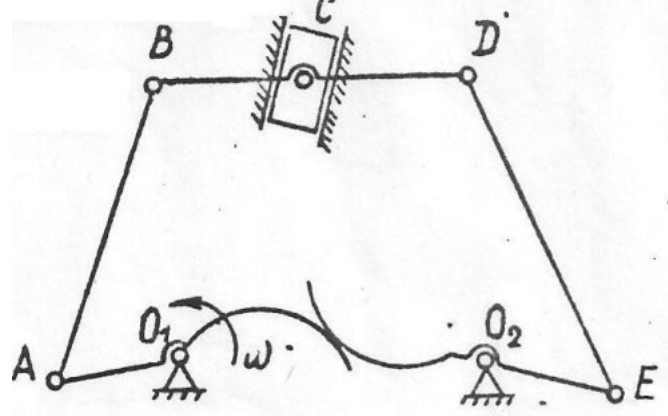
№	Тема занятия	Рассматриваемые вопросы
1	Основы строения машин и механизмов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия ТММ: машина, механизм, машинный агрегат, звено, кинематическая пара, кинематическая цепь. 2. Как делятся машины по их функциональному назначению? 3. Какое звено называют: стойкой, кривошипом, шатуном, ползуном, кулисой, коромыслом, камнем кулисы? 4. По каким признакам классифицируют кинематические пары? 5. Как определяют класс кинематической пары? 6. Изобразите кинематические пары разных классов, какие виды их существуют? 7. Изобразите кинематические цепи: простую открытую, сложную открытую, простую закрытую, сложную закрытую. 8. Как рассчитать подвижность плоского механизмов? 9. Какие связи называют избыточными? 10. В чем заключается принцип структурного образования механизма Л.В. Ассура? 11. Что называют структурной группой (группой Ассура)? 12. Как определяют класс и порядок структурной группы? 13. Как классифицируют механизмы? 14. Что называют формулой строения механизма?
2	Кинематический анализ механизмов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изобразите схемы синусного, кривошипно-ползунного, кривошипно-кулисного, четырехшарнирного механизмов. 2. Что такое кинематические функции механизмов и их аналоги (передаточные функции)? 3. Как определить крайние положения указанных механизмов? 4. Назовите методы исследования кинематики механизмов. 5. Что такое план скоростей механизма, план ускорений?

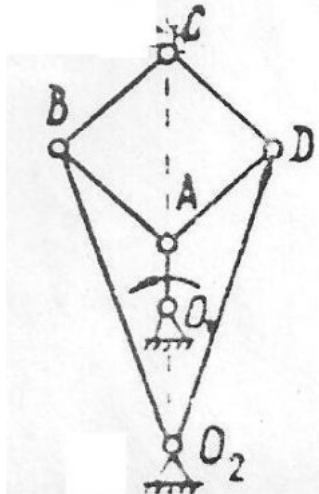
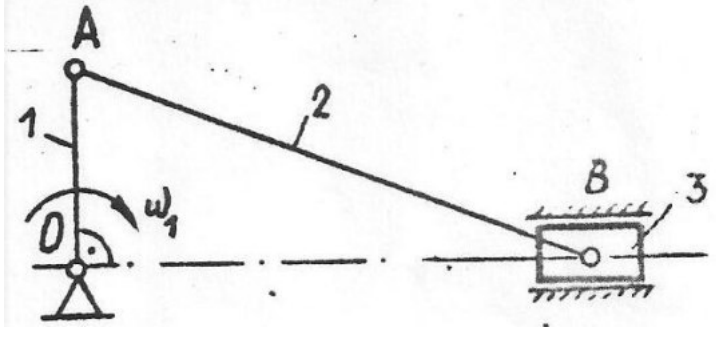
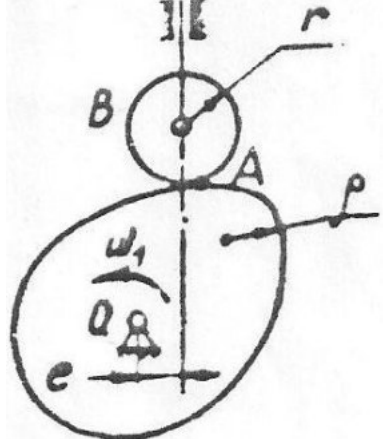
		<ol style="list-style-type: none"> 6. Что такое масштаб? 7. Какова основа метода графического дифференцирования? Как определяется масштаб? 8. Что характеризует нормальная составляющая ускорения, тангенциальная составляющая? 9. Как направляется вектор нормального ускорения? 10. Как определяется угловая скорость звена, угловое ускорение? 11. Как определяется Кориолисово ускорение? 12. В чем состоит теорема подобия и как с ее помощью определить скорость и ускорение заданной точки звена? 13. Как математически связаны между собой кинематические диаграммы и как доказать эту связь? 14. В чем заключаются преимущества и недостатки аналитического и графических методов кинематического анализа? 15. Что называется передаточным отношением? 16. Что такое редуктор, мультипликатор? 17. Как можно выразить передаточное отношение простой зубчатой передачи? 18. Как выражается передаточное отношение механизма с рядовым, со ступенчатым соединением колес? 19. Какой зубчатый механизм называют дифференциальным, планетарным? 20. Что такое водило, сателлит в планетарном механизме? 21. В чем состоит основное достоинство планетарных (дифференциальных) механизмов? 22. Для чего применяется метод обращения движения при кинематическом анализе планетарных механизмов? 23. В чем заключаются условия соосности, соседства, сборки? Когда они применяются? 35. Сформулируйте основной закон зацепления.
3	Динамический анализ механизмов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какова основная задача кинематического расчета механизма? 2. Сформулируйте принцип Даламбера, принцип освобожденности. 3. Какая кинематическая цепь является статически определимой и почему? 4. Какова последовательность силового расчета механизма? 5. К чему сводится расчет инерционных воздействий при поступательном, вращательном или сложном движении звена? Записать расчетные формулы. 6. Какова конечная цель определения реакций в кинематических парах механизма? 7. В чем особенность силового расчета входного звена? 8. Что называется планом сил? 9. В чем состоит и для чего применяется теорема Н.Е. Жуковского о «жестком рычаге»? 10. Запишите условие статической уравновешенности механизма. 11. Запишите условие моментной уравновешенности механизма. 12. Запишите условие динамической уравновешенности механизма. 13. Что является мерой статической неуравновешенности ротора.
4	Кинетостатика плоских механизмов Уравновешивание масс и сил инерции звеньев механизмов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое коэффициент полезного действия, коэффициент потерь? 2. Сформулируйте основные задачи динамики машин. 3. Что такое динамическая модель машины? 4. Что такое приведенный момент инерции механизма? 5. Запишите основное уравнение динамики в простейшей форме. Какому основополагающему закону физики оно соответствует? 6. Какая машина называется ротативной? 7. Какие существуют режимы (виды) движения машины, как они возникают и чем характеризуются? 8. Что такое избыточная работа?

		<p>9. Что такое коэффициент неравномерности движения?</p> <p>10. Что такое маховик, для чего он применяется?</p> <p>11. От чего зависит величина момента инерции маховика?</p>
5	Динамика машин	<p>Темы 5-6.</p> <p>1. Основные понятия: зубчатый венец; тело колеса; окружность (поверхность) вершин; окружность (поверхность) впадин; боковая поверхность; главная поверхность; активная поверхность; переходная поверхность.</p> <p>2. Какую окружность называют основной?</p> <p>3. Какую окружность называют делительной?</p> <p>4. Какую окружность называют начальной?</p> <p>5. Что называется модулем, шагом колеса?</p> <p>6. Что называют полюсом зацепления?</p> <p>7. Понятия: линия зацепления (теоретическая, активная), угол зацепления.</p> <p>8. Что такое эвольвента окружности?</p> <p>9. Сформулируйте основные свойства эвольвенты.</p> <p>10. Как определяется коэффициент перекрытия, какое качество передачи он характеризует?</p> <p>11. Как определяется коэффициент относительного скольжения, какое качество передачи он характеризует?</p> <p>12. Как определяется коэффициент удельного давления, какое качество передачи он характеризует?</p> <p>13. Назовите методы изготовления зубчатых колес и охарактеризуйте их.</p> <p>14. Изобразите теоретический исходный контур, укажите его основные параметры?</p> <p>15. Изобразите подрезанный зуб. Каковы последствия этого дефекта геометрии?</p> <p>16. При каких условиях возникает подрезание зуба колеса и как устранить этот дефект геометрии?</p> <p>17. В каком случае зуб колеса считают заостренным?</p> <p>18. Приведите формулы для расчета диаметров: делительной окружности, основной вершин, впадин, межосевого расстояния.</p> <p>19. Назовите основные свойства эвольвентной передачи.</p> <p>20. Какой механизм называют кулачковым? Изобразите его схему и назовите звенья.</p> <p>21. По каким критериям классифицируют кулачковые механизмы?</p> <p>22. Назовите фазы работы кулачкового механизма.</p> <p>23. Определение угла давления.</p> <p>24. При каком условии происходит заклинивание кулачкового механизма?</p> <p>25. Назовите законы движения толкателя, при которых возникает жесткий и мягкий удары.</p> <p>26. Какой закон движения толкателя обеспечивает безударную работу механизма?</p> <p>27. Что понимают под параметрами синтеза?</p> <p>28. Что называют целевой, штрафной функцией?</p> <p>29. Понятие оптимизации.</p> <p>30. Что понимают под локальным и глобальным минимумами?</p> <p>31. Как описывают дополнительные условия синтеза?</p> <p>32. Назовите этапы синтеза.</p> <p>33. Назовите методы оптимизации.</p> <p>34. Что такое приведенный момент сил?</p>
6	Синтез механизмов	

**Задания для организации работы
в группах по дисциплине Теория машин и механизмов**

№	Задания с использованием графических схем	
1	<p>Определить передаточное отношение планетарного редуктора. Дано: $z_1 = 18$; $z_2 = 24$; $z_3 = 30$.</p>	
2	<p>Определить реакции в кинематических парах (без учета трения).</p>	
3	<p>Определить реакции в кинематических парах (без учета трения).</p>	
4	<p>Определить приведенную силу $P_{пр}$. Дано: l_{OA}; l_{AB}; M_c; P_c; $l_{OD} = 2/3 l_{OA}$</p>	

5	<p>Определить приведенный момент $M_{пр}$. Дано: l_{OA}; l_{AB}; M_C; P_C</p>	
6	<p>Методом планов определить угловые скорость и ускорение звена 2. Дано: ω_1; l_{OA}; l_{AB}.</p>	
7	<p>Определить приведенный к звену I момент инерции механизма. Дано: Y_{S1}; Y_{S2}; m_1; m_2.</p>	
8	<p>Определить число степеней свободы механизма.</p>	

9	<p>Определить число степеней свободы механизма. Разложить на группы Ассура, определить класс механизма по Артоболовскому.</p>	
10	<p>Построить треугольники скоростей планетарного редуктора. ДАНО: $Z_1 ; Z_2 ; Z_3 ; Z_4$; $m_{12}=m_{34}$. 1.</p>	
11	<p>Построить план скоростей и ускорений для заданного положения кулачкового механизма. ДАНО: $\omega_1 ; l_{OA} ; r ; \rho ; e$.</p>	

**Вопросы для подготовки докладов и подготовки к экзамену по дисциплине
Теория машин и механизмов**

1. Приведите классификацию кинематических пар. Какие пары могут существовать в плоских механизмах.
2. В чем заключаются формулы образования пространственных и плоских механизмов (Малышева. Чебышева).
3. Укажите основные характеристики пассивных звеньев, кинематических пар и приведите примеры.
4. Каковы принципы образования механизмов по Ассуру. Что такое группа Ассура. Приведите основные виды плоских рычажных механизмов образованных группами 2 класса 2 порядка.
5. Структурный анализ механизмов рассмотрите на примере. Обоснуйте основные цели и условия замены в плоских механизмах высших кинематических пар низшими.

6. Каковы основные задачи кинематического исследования механизмов. Понятие о геометрических и кинематических характеристиках. Связь кинематических и передаточных функций.

7. Каковы основные задачи кинематического анализа механизмов. Аналитический метод – способ проекций векторного контура (рассмотреть на примере).

8. Каковы основные задачи кинематического анализа механизмов. В чем заключается метод планов (показать на примере).

9. Каковы основные задачи кинематического анализа механизмов. В чем заключается метод графического дифференцирования диаграмм.

10. Укажите основные задачи проектирования механизмов. Приведите условие нормальной работы, кинематику и параметры, достоинства и недостатки фрикционных передач. Что такое вариатор скорости.

11. Объясните основную теорему зацепления, проанализируйте её следствия.

12. Каковы геометрические элементы зубчатых колёс.

13. Сложные зубчатые механизмы. Приведите последовательность определения передаточного отношения зубчатых сложных передач с промежуточными валами.

14. Укажите основные определения и виды планетарных передач, объясните их назначение.

15. Проанализируйте на примере аналитический метод кинематического анализа планетарных передач (метод Виллиса).

16. В чем заключается графоаналитический метод кинематического анализа планетарных передач (приведите последовательность действий на примере).

17. Обоснуйте основные задачи и условия синтеза планетарных передач.

18. Что такое волновые механизмы, их основные преимущества, область применения, определение передаточного отношения.

19. Основные критерии синтеза зубчатых зацеплений. Укажите основные свойства эвольвенты окружности. Что такое инволюта угла.

20. Проанализируйте свойства эвольвентного зацепления зубчатых колёс.

21. Каковы основные методы изготовления зубчатых колёс и особенности геометрии режущего инструмента.

22. Смещение режущего инструмента при нарезании зубчатого колёса. Заострение зуба при смещении.

23. Когда наблюдается и в чём заключается явление подрезания зубьев. Получите минимально-допустимое нарезаемое число зубьев, приведите и проанализируйте основные методы коррегирования зубчатых колёс.

24. Каково назначение, классификация, геометрия и кинематика червячных передач.

25. Каково назначение, виды и особенности геометрических параметров винтовых передач.

26. Каково назначение, основные параметры, классификация и структура кулачковых механизмов.

27. Приведите последовательность кинематического анализа кулачковых механизмов методом кинематических диаграмм.

28. Проанализируйте и получите основные зависимости и условия синтеза кулачковых механизмов наименьших размеров.

29. Приведите и сопоставьте между собой основные законы движения толкателя в кулачковых механизмах.

30. В чем заключаются основные задачи силового анализа механизмов. Приведите классификацию сил действующих в механизме.

31. Механические характеристики машин, приведите примеры для машин двигателей и исполнительных машин.

32. Что такое сила инерции, объясните особенности этих сил для тел с вращательным, поступательным и сложным движением.

33. В чём заключается условие кинетостатической определимости кинематических цепей.

34. Приведите последовательность силового анализа механизмов методом планов на примере.

35. В чём заключается метод проф. Н.Е. Жуковского для определения уравнивающей силы, когда его целесообразнее использовать.
36. Укажите основные режимы движения механизмов и приведите уравнения каждого из них.
37. Прямая задача динамики. Уравнение движения механизма в дифференциальном виде.
38. Что такое динамическая модель машинного агрегата, для чего её используют. Приведение сил и моментов сил к звену приведения.
39. Что такое динамическая модель машинного агрегата, для чего её используют. Приведение масс и моментов инерции масс звеньев в механизме.
40. Проанализируйте установившееся движение машинного агрегата, объясните почему возникает периодическая неравномерность движения и как решается задача её регулирования.
41. Приведите последовательность расчета махового колеса при действии сил зависящих от положения механизма (частный случай $J_n = \text{const}$).
42. Вибрации и колебания в машинах. Понятие о неуравновешенности механизма (звена). Метод замещающих масс.
43. Полное и частичное статическое уравнивание кривошипно-ползунного механизма.
44. Баланировка роторов при статической, моментной и динамической неуравновешенности.
45. В чём заключается условие самоторможения на горизонтальной плоскости, при каких случаях тело будет двигаться ускоренно. Какое трение наблюдается при движении клинчатого ползуна. Что такое приведенный коэффициент трения.
46. Получите основные условия для движения тела вверх и вниз по наклонной плоскости с учетом трения.
47. Приведите последовательность расчета момента необходимого при монтаже и демонтаже резьбового соединения.
48. Укажите особенности трения во вращательной кинематической паре и пятах.
49. Укажите особенности трения гибких тел. Получите формулу Эйлера.
50. Укажите особенности трения качения, когда возможно чистое качение тела.
51. Что такое КПД, приведите основные расчетные формулы для его определения. Как определяется КПД механизма с последовательным (параллельным) соединением звеньев.
52. Что такое КПД. Как определяется КПД винтовой передачи.

10. Тематика рефератов/докладов/эссе, методические рекомендации по выполнению контрольных и курсовых работ, иные материалы

Темы рефератов по дисциплине Теория машин и механизмов

- :
1. Принципы образования механизмов по Ассуру. Группа Ассура. Основные виды плоских рычажных механизмов образованных группами 2 класса 2 порядка.
 2. Основные задачи кинематического исследования механизмов. Понятие о геометрических и кинематических характеристиках. Связь кинематических и передаточных функций.
 3. Основные задачи кинематического анализа механизмов. Аналитический метод – способ проекций векторного контура (рассмотреть на примере).
 4. Основные задачи кинематического анализа механизмов. Метод планов (показать на примере).
 5. Основные задачи кинематического анализа механизмов. Метод графического дифференцирования диаграмм.
 6. Основные задачи проектирования механизмов. Приведите условие нормальной работы, кинематику и параметры, достоинства и недостатки фрикционных передач. Вариатор скорости.

7. Сложные зубчатые механизмы. Последовательность определения передаточного отношения зубчатых сложных передач с промежуточными валами.
8. Основные определения и виды планетарных передач, их назначение.
9. Аналитический метод кинематического анализа планетарных передач (метод Виллиса).
10. Механические характеристики машин, примеры для машин двигателей и исполнительных машин.
11. Сила инерции, особенности этих сил для тел с вращательным, поступательным и сложным движением.
12. Прямая задача динамики. Уравнение движения механизма в дифференциальном виде.
13. Вибрации и колебания в машинах. Понятие о неуравновешенности механизма (звена). Метод замещающих масс.
14. Полное и частичное статическое уравновешивание кривошипно-ползунного механизма.
15. Балансировка роторов при статической, моментной и динамической неуравновешенности.