



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО».

Руководитель ОП

Механика деформируемого твердого тела

(название образовательной программы)

 О.Н. Любимова

(подпись) (Ф.И.О)

«14» января 2015 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой

Механики и математического моделирования

(название кафедры)

 А.А. Бочарова

(подпись) (Ф.И.О)

«15» января 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)
ПРОБЛЕМЫ ДИНАМИКИ И ПРОЧНОСТИ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ

Направление подготовки – 01.06.01, Математика и механика

Профиль - Механика деформируемого твердого тела

Образовательная программа «Механика деформируемого твердого тела»

Форма подготовки – очная

Инженерная школа

Кафедра механики и математического моделирования

курс 2 семестр 4

лекции 18 час. / 0.5 з.е.

практические занятия 18 час. / 0.5 з.е.

лабораторные работы 0 час. / 0 з.е.

всего часов аудиторной нагрузки 36 (час.) / 1 з.е.

самостоятельная работа 72 (час.) / 2 з.е.

контрольные работы (0)

курсовая работа / курсовой проект - семестр

зачет - семестр

экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 866

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры механики и математического моделирования, протокол № 5 от «12» января 2015 г.

Заведующий кафедрой: А.А. Бочарова

Составитель: докт. техн. наук., профессор, профессор кафедры механики и математического моделирования В.В. Кузлякина

Оборотная сторона титульного листа программы

I. Рабочая программа дисциплины пересмотрена на заседании кафедры:

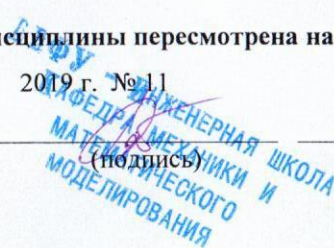
Протокол от «24» июня 2019 г. № 11

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

Богарев ДА

(И.О. Фамилия)



II. Рабочая программа дисциплины пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Проблемы динамики и прочности машин» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе «Механика деформируемого твердого тела» и входит в вариативную часть учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, учебный план подготовки аспирантов по профилю «Механика деформируемого твердого тела»

Цель - формирование представлений о динамических процессах, имеющих место при эксплуатации машин и механизмов и учёте их при проектировании. Изучение динамики и прочности машин должно привести к расширению научного кругозора и развитию мышления будущего дипломированного специалиста, формированию способности выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и находить для них соответствующие методы решения.

Задачи:

1. Ознакомить со специальными знаниями по определению кинематических и динамических характеристик машин и механизмов
2. Научить переходить от реальной машины к абстрактной эквивалентной схеме с учетом ее конструктивных и упругих свойств элементов машин и механизмов
3. Ознакомить с аналитическими методами исследования режимов работы машины на базе применяемой эквивалентной схемы или динамической модели

4. Научить определять исходные данные для последующих расчетов мощности привода, производительности, прочности машин, долговечности

5. Ознакомить с современными системами структурно-параметрического анализа и синтеза механизмов, расчёта на прочность и конструирования элементов механизмов и машин, критериями оценки надёжности машин.

Интерактивные формы обучения – не предусмотрены учебным планом.

Компетенции выпускника, формируемые в результате изучения дисциплины

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК - 1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

Профессиональные компетенции:

ПК - 1 самостоятельно выполнять научные исследования в области механики деформируемого твердого тела, используя соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии, с целью установление законов деформирования, повреждения и разрушения материалов; выявлять новые связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения

ПК - 2 самостоятельно применять методы механики и вычислительной математики, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования к постановке и решению краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях, а также для решения технологических проблем

деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.

Требования к уровню усвоения содержания дисциплины.

Аспиранты должны приобрести следующие знания и умения:

знать:

- методы реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий

- научные основы и закономерности механических явлений, применяемые для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой материалов.

- научные основы и закономерности механических явлений, применяемые при постановке и решении краевых задач для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях

уметь:

- планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

- использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.

- использовать базовый физико-математический аппарат, расчетные и экспериментальные методы исследования для решения технологических проблем деформирования, разрушения и предупреждения недопустимых деформаций в конструкциях различного назначения.

владеть:

- навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации; выбора методов и средств решения задач исследования, навыками работы с вычислительной техникой

- современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, компьютерными технологиями, применяемыми в области механики деформируемого твердого тела

- современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, теоретическими, расчетными и экспериментальными методами исследований, применяемыми для прогноза поведения деформируемых твердых тел различной природы при разнообразных воздействиях.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

МОДУЛЬ 1. Основные проблемы динамики и прочности машин и механизмов (18 час.)

Раздел I. Исследование вопросов кинематики и динамики механизмов (10 час.)

Тема 1. Введение (2 час.)

Тенденции развития машиностроения. Общие вопросы проблем динамики и прочности машин. Степень подвижности механизмов. Избыточные связи и лишние степени подвижности. Обобщённые структурные модули. Моделирование схем рычажных механизмов.

Тема 2. Исследование кинематики механизмов (лекция-визуализация) (2 час.)

Методы и средства исследования кинематики механизмов. Аналитические методы. Математические модели обобщённых структурных модулей. Система VSE.

Тема 3. Исследование динамики машин. (лекция-визуализация) (2 час.)

Характеристика сил, действующих в машинах. Моделирование технологического воздействия на рабочие звенья. Механические характеристики машин. Динамические модели машин. Приведение сил и масс. Уравнения движения в машинах. Составление, методы и способы их решения.

Тема 4. Определение реакций и сил в машинах и механизмах (2 час.)

Определение реакций в соединениях звеньев машин (аналитический метод). Уравновешивание сил и моментов инерции в машинах.

Тема 5. Колебательные процессы в машинах. (лекция-визуализация) (2 час.)

Разновидности механических колебаний. Критерии выбора динамической модели. Вибродиагностика и виброзащита.

Раздел II. Исследование вопросов прочности, надежности, износостойкости и долговечности машин и механизмов (8 час.)

Тема 1. Общая характеристика механизмов с высшими парами. (лекция-визуализация) (2 час.)

Зубчатые механизмы. Система GCG&FG. Кулачковые механизмы. Система АПМ

Тема 2. Расчёт на прочность и конструирование элементов машин (2 час.)

Основные виды деформаций и напряжений. Механические свойства важнейших конструкционных материалов. Система АПМ

Тема 3. Моделирование расчётных схем (2 час.)

Конструкции. Соединения деталей. Валы и опоры. Передачи вращения. Система АПМ

Тема 4. Вопросы надёжности и долговечности машин и их элементов (2 час.)

Механические критерии пластичности и разрушения. Понятие о механической поврежденности. Надёжность и ресурс машин и конструкций.

Основные понятия о машинах автоматического действия, комплексных системах автоматизации производства и эксплуатации механических систем.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 час.)

Занятие 1. Структурный анализ механизмов. (групповая консультация) (2 час.)

1. Определение числа подвижных звеньев в механизме
2. Определение числа кинематических пар в механизме
3. Определение степени подвижности механизма
4. Определение числа групп Ассура в механизме
5. Определение класса механизма

Занятие 2. Исследование кинематики механизмов методом замкнутых контуров (групповая консультация) (2 час.)

1. Составление уравнения замкнутости
2. Определение кинематических параметров
3. Определение координат центра масс

Занятие 3. Исследование кинематики механизмов методом преобразования координат (2 час.)

1. Определение скорости звена для данного положения механизма
2. Определение углового ускорения звена для данного положения механизма
3. Определение класса механизма

Занятие 4. Определение внешних сил, действующих в механизме и параметров динамической модели. (2 час.)

1. Статическое уравновешивание вращающихся масс
2. Динамическое уравновешивание вращающихся масс
3. Статическая и динамическая балансировка

Занятие 5. Определение реакций в соединениях звеньев. (2 час.)

1. Определение параметров динамической модели

2. Решение уравнения движения
3. Определение реакций в соединениях звеньев

Занятие 6. Геометрический расчёт зубчатых передач с элементами оптимизации. Системы GCG&FQ, АПМ (2 час.)

1. Определение основных параметров зубчатых колес
2. Определение числа зубьев
3. Определение угла зацепления
4. Определение межосевого расстояния

Занятие 7. Расчёт соединений деталей машин (2 час.)

1. Определение передаточного отношения в планетарном механизме
2. Определение неуравновешенных сил и моментов инерции
3. Определение показателей качества для исследуемой передачи

Занятие 8. Расчёт валов и опор. (2 час.)

1. Определение момента инерции маховика
2. Понятие динамического синтеза.
3. Определение реакций опор

Занятие 9. Расчёт ресурса долговечности машин (2 час.)

1. Анализ требований долговечности машины и ее элементов
2. Расчет ресурсов машины
3. Анализ структурных схем надежности машины и ее элементов
4. Трибоанализ

III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Вопросы к экзамену

1. Какие задачи решаются при исследовании динамики машин?
2. Что представляет собой динамическая модель машины? Какие характеристики имеет динамическая модель машины?
3. Что называется приведённым моментом инерции механизма? Что называется приведённым моментом сил сопротивления, движущих сил?
4. Какая теорема механики положена в основу уравнений динамики машин? Дайте её формулировку.

5. Как записать кратчайшую форму уравнения динамики? Что такое избыточная работа?

6. Какие виды (режимы) движения существуют в машинах? Чем характеризуются пуск, остановка и установившиеся режимы работы машин? Назовите установившиеся режимы работы.

7. Что такое коэффициент неравномерности движения машины? Какие существуют формы уравнений движения машин и каковы области их применения? Запишите уравнения движения машин.

8. Как определяется средняя величина угловой скорости ведущего звена?

9. - Объясните, что значит устойчивый и неустойчивый характер работы машины. Что называют критерием устойчивости?

10. Алгоритм расчета быстродействия машинного агрегата при режиме работы "пуск-останов". Балансировка роторов - балансировка ротора на рамном балансировочном станке системы Шитикова по методу трех пусков.

11. Балансировка роторов - понятие о неуравновешенности ротора, виды неуравновешенности роторов и способы их устранения.

12. В какой последовательности производится силовой расчет плоского механизма по методу планов сил?

13. Вибрационные транспортеры. Вибрация. Виброзащита в механизмах и машинах. Методы защиты машин от внешних вибраций. Виброизоляция и динамическое гашение.

14. Виброзащита механизмов - взаимодействие двух материальных тел без виброизоляции и при установке между ними линейного виброизолятора.

15. Выбор типа приводов. Выведите формулу для определения момента трения во вращательной паре. Что называют кругом трения?

16. Гидропривод механизмов. Дать определение приведенной массы или приведенного момента инерции массы механизма.

17. Дать определение, что называется силой движущей, силой сопротивления, силой полезного сопротивления. Динамика механизмов -

силы, действующие в механизмах, и их классификация, силы в кинематических парах плоских механизмов без учета трения.

18. Динамика одноподвижного машинного агрегата - алгоритм определения зависимости $\varepsilon_1 = f(\varphi)$ при неустановившемся режиме работы.

19. Динамика одноподвижного машинного агрегата - алгоритм определения закона движения при установившемся режиме движения.

20. Динамика одноподвижного машинного агрегата - определение закона движения начального звена и времени цикла при неустановившемся режиме работы.

21. Динамика одноподвижного машинного агрегата - регулирование хода машины с помощью маховика. Алгоритм расчета дополнительной маховой массы по методу Н.И. Мерцалова.

22. Динамика одноподвижного машинного агрегата - режимы работы машинного агрегата, их основные кинематические и энергетические характеристики.

23. Динамика одноподвижного машинного агрегата - уравнение движения машинного агрегата в дифференциальной форме.

24. Динамика одноподвижного машинного агрегата - уравнения движения механической системы и ее динамической модели в энергетической форме.

25. Динамика одноподвижного машинного агрегата - цели и задачи силового расчета механизмов, методы силового расчета, применение метода кинетостатики для силового расчета механизмов.

26. Динамика приводов. Динамические модели одноподвижных машинных агрегатов. Условия приведения масс и моментов инерции. Вывод формулы для расчета суммарного приведенного момента инерции.

27. Динамические модели одноподвижных механизмов. Условие приведения сил и моментов. Динамическое гашение колебаний.

28. Для чего ограничивают коэффициент неравномерности хода машины? Зависит ли приведенная масса от скорости точки приведения? От каких параметров зависит приведенная масса и приведенная сила?

29. Изложите методику определения приведенных сил движущих и сопротивления для рассматриваемого механизма.

30. Изложите методику расчета приведенных масс или приведенных моментов инерции массы на примере какого-либо звена.

31. Изложите порядок действий при расчете маховика по методу Виттенбауэра. Изложите порядок действий при расчете маховика по методу Мерцалова.

32. Изложите сущность методов приведения сил и масс в механизме. Изменится ли, а если изменится, то как, масса маховика при установке его на валу двигателя, а не на валу кривошипа? Изменятся ли и если изменятся, то как, размеры маховика, если уменьшить неравномерность хода машины?

33. Изобразите график изменения угловой скорости начального звена рассматриваемого механизма до установки маховика и после. Изобразите расчетную схему, принятую при динамическом исследовании машины.

34. Используя график изменения сил сопротивления, указанный в задании, и график изменения работ приведенных сил, найдите механический коэффициент полезного действия машины.

35. Как классифицируются силы, действующие на звенья механизма? Как определить угловое ускорение начального звена в произвольном положении механизма? Как определяется уравновешивающая сила (или момент) методом рычага Жуковского?

36. Как определяются силы трения в кинематических парах механизма. Что называют коэффициентом и углом трения-скольжения.

37. Какие силы учитываются при динамическом исследовании механизмов? Какие факторы вызывают периодические колебания скорости ведущего звена машины? Каков порядок определения средней мощности двигателя при установившемся режиме?

38. Какова цель установки махового колеса в машине; в каких случаях маховик необходим и когда он не требуется? Какое соотношение между работами движущих сил и сил сопротивления должно выполняться в различные периоды движения машин?

39. Кинетическая энергия механизма. Колебания в кулачковых механизмах. Колебания в механизмах. Колебания в рычажных механизмах.

40. Коэффициент неравномерности хода механизма. КПД механической системы - КПД одноподвижного механизма, КПД системы механизмов при последовательном и параллельном соединении, экспериментальное определение КПД редуктора.

41. Линейные уравнения в механизмах. Методы регулирования неравномерности хода машинного агрегата. Понятие о коэффициенте неравномерности δ . Устойчивость работы машинного агрегата с приводом от асинхронного электродвигателя.

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(печатные и электронные издания)

1. Борисенко. Л.А. Теория механизмов, машин и манипуляторов: Учебное пособие. / Л.А. Борисенко. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 285 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=209529>

2. Яцун С.Ф. Кинематика, динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры: Учебное пособие. / С.Ф. Яцун, В.Я. Мищенко, Е.Н. Политов. - М.: Альфа-М: НИЦ Инфра-М, 2012. - 208 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=314716>

3. Хруничева Т.В. Детали машин: типовые расчеты на прочность: Учебное пособие. / Т.В. Хруничева.- М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 224 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=417970>

4. Дарков А.В. Строительная механика. / А.В. Дарков, В.А. Шапошников. – СПб:Лань, 2010. – 656 с. <http://e.lanbook.com/view/book/121/>

5. Ступишин. Л.Ю. Строительная механика плоских стержневых систем: Учебное пособие. / Л.Ю. Ступишин. – М:Инфра-М, 2014. - 278 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=443277>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Васильков Г. В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. / Г. В. Васильков, З. В.Буйко. – СПб:Лань, 2013. – 256 с. <http://e.lanbook.com/view/book/5110/>

2. Березина. Е.В. Сопротивление материалов: учебное пособие - / Е.В. Березина. М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2010. - 208 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=191214>

3. Николаенко В.Л. Механика: Учебное пособие. / В.Л. Николаенко. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 636 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=220748>

4. Варданян Г.С. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности: Учеб. / Г.С. Варданян, В.И. Андреев - М.: ИНФРА-М, 2011. - 638 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=256769>

5. Зоткин В.Е. Методология выбора материалов и упрочняющих технологий в машиностроении: Учебник. / В.Е. Зоткин - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011. - 320 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=263957>