

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



Программа дисциплины

Основы теории устойчивости механических систем Б1.В.ДВ.8

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Великанов П.Г.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Коноплев Ю. Г.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 817223315

Казань
2015

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Великанов П.Г. Кафедра теоретической механики отделение механики , Petr.Velikanov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Основы теории устойчивости механических систем" являются: определение места анализа и расчета на устойчивость механических систем в общем цикле расчета конструкций. Изучение методов расчета устойчивости положений равновесия механических систем, находящихся под действием внешних нагрузок. Получение знаний использования вариационных принципов и численных методов для исследования устойчивости механических систем. Определение особенности исследования устойчивости механических систем при нагружении, зависящем от времени. Решение конкретных задач устойчивости механических систем.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.8 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 15.03.03 Прикладная механика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина "Основы основы теории устойчивости механических систем" в учебном плане находится в профессиональном цикле Б3 в вариативной части профессиональной подготовки.

Получаемые знания необходимы для понимания и освоения курсов профильных дисциплин направления прикладной механики.

Слушатели должны владеть знаниями по дисциплинам: математический анализ, теоретическая механика, физика, сопротивление материалов.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Умение выявлять сущность задач расчётов на устойчивость, возникающих в процессе проектирования объектов современной техники
ПК-4 (профессиональные компетенции)	Умение выполнять расчётно-экспериментальные работы в области расчетов на устойчивость механических систем с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Роль и место теории устойчивости механических систем в теории твёрдого деформируемого тела; понимать основные положения и понятия теории устойчивости механических систем.

2. должен уметь:

Работать с соответствующей научной и технической литературой. Ориентироваться в использовании моделей, применяемых для получения решения прикладных задач устойчивости механических систем. Ориентироваться в методах решения различных задач устойчивости механических систем.

3. должен владеть:

Навыками решения типовых задач устойчивости механических систем, используя аналитические и численные методы решения.

Владеть основными компетенциями.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Основные понятия теории упругой устойчивости. Статическое и динамическое нагружение. Устойчивость за пределами упругости.	7		3	6	0	тестирование
2.	Тема 2. Методы исследования и решения задач устойчивости	7		3	6	0	домашнее задание
3.	Тема 3. Устойчивость прямолинейных стержней	7		3	6	0	домашнее задание
4.	Тема 4. Устойчивость пластин	7		3	6	0	домашнее задание
5.	Тема 5. Устойчивость оболочек	7		3	6	0	домашнее задание
6.	Тема 6. Устойчивость за пределами упругости	7		3	6	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	экзамен

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
Итого				18	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Основные понятия теории упругой устойчивости. Статическое и динамическое нагружение. Устойчивость за пределами упругости.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Формы равновесия: устойчивая, неустойчивая, безразличная. Статическое и динамическое нагружение. Критическая нагрузка. Границы применимости теории упругой устойчивости.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Использование пакетов прикладных программ для исследования устойчивости.

Тема 2. Методы исследования и решения задач устойчивости

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Статический и динамический методы исследования устойчивости. Энергетические методы в теории устойчивости. Формула Рэлея в задачах упругой устойчивости. Частные случаи: стержни, пластины, упругое тело. Энергетическое истолкование формулы Рэлея. Вариационный принцип Треффца.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Приближенные методы определения критических нагрузок: метод Ритца, метод Бубнова-Галёркина.

Тема 3. Устойчивость прямолинейных стержней

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Формула Эйлера и пределы ее применимости. Влияние граничных условий. Методы Ритца и Тимошенко, численные методы.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Продольный изгиб сжатых стержней. Различные случаи граничных условий. Устойчивость стержней на упругом основании.

Тема 4. Устойчивость пластин

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Основные зависимости теории жестких и гибких пластинок. Устойчивость пластин при различных граничных условиях и действующих нагрузках.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Устойчивость прямоугольных пластин при сжатии. Шарнирно опертая пластина, сжатая в одном направлении. Устойчивость прямоугольной пластины при сжатии в двух направлениях. Устойчивость пластин при сдвиге. Устойчивость круговых и кольцевых пластин. Послекритические деформации прямоугольных пластин.

Тема 5. Устойчивость оболочек

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Особенности задач об устойчивости оболочек. Основные зависимости теории оболочек. Устойчивость оболочек при различных граничных условиях и действующих нагрузках.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Устойчивость тонких упругих оболочек. Вариационный принцип Треффца для оболочек. Устойчивость круговой цилиндрической оболочки при осевом сжатии и при внешнем гидростатическом давлении. Сопоставление численных результатов линейной теории устойчивости оболочек с экспериментальными данными.

Тема 6. Устойчивость за пределами упругости

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Устойчивость стержней, пластин и оболочек за пределами упругости. Учет температуры, ползучести.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Примеры решения задач устойчивости стержней, пластин и оболочек за пределами упругости.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Основные понятия теории упругой устойчивости. Статическое и динамическое нагружение. Устойчивость за пределами упругости.	7		подготовка к тестированию	3	тестирование
2.	Тема 2. Методы исследования и решения задач устойчивости	7		подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
3.	Тема 3. Устойчивость прямолинейных стержней	7		подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
4.	Тема 4. Устойчивость пластин	7		подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
5.	Тема 5. Устойчивость оболочек	7		подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
6.	Тема 6. Устойчивость за пределами упругости	7		подготовка к устному опросу	3	устный опрос
	Итого				18	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Лекции, практические занятия, тесты, устный опрос, экзамен. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому практическому занятию. на практических занятиях проводятся контрольные работы. Экзамен выставляется по положительным результатам опроса теоретического материала по прилагаемой программе студента на экзамене, выполнения контрольных работ и самостоятельной работы в течении семестра.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение. Основные понятия теории упругой устойчивости. Статическое и динамическое нагружение. Устойчивость за пределами упругости.

тестирование , примерные вопросы:

Проверка знаний основных определений, относящихся к курсу "Основы теории устойчивости механических систем" Что понимается под устойчивостью? Варианты ответов: способность систем сохранять состояние равновесия или движения во времени под действием малых возмущений/ способность систем сохранять усталостную прочность во времени под действием малых возмущений / способность систем сохранять твердость во времени под действием малых возмущений. Какие основные факторы влияют на предел устойчивости механических систем? Варианты ответов: начальные несовершенства, граничные условия, метод расчета, материал.

Тема 2. Методы исследования и решения задач устойчивости

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка решений заданных задач на устойчивость механических систем Исследовать устойчивость механических систем с помощью энергетических, вариационных и приближенных методов при различных граничных условиях, поперечных сечениях, нагрузках и материалах.

Тема 3. Устойчивость прямолинейных стержней

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка решений заданных задач на устойчивость механических систем Исследовать аналитически и численно с использованием пакета символьной математики, например, Wolfram Mathematica и Ansys устойчивость в упругой постановке прямолинейных стержней при различных граничных условиях, поперечных сечениях и материалах.

Тема 4. Устойчивость пластин

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка решений заданных задач на устойчивость механических систем Исследовать аналитически и численно с использованием пакета символьной математики, например, Wolfram Mathematica и Ansys устойчивость в упругой постановке пластин при различных граничных условиях, поперечных сечениях, нагрузках и материалах.

Тема 5. Устойчивость оболочек

домашнее задание , примерные вопросы:

Проверка решений заданных задач на устойчивость механических систем Исследовать аналитически и численно с использованием пакета символьной математики, например, Wolfram Mathematica и Ansys устойчивость в упругой постановке оболочек при различных граничных условиях, поперечных сечениях, нагрузках и материалах.

Тема 6. Устойчивость за пределами упругости

устный опрос , примерные вопросы:

Оценка влияния высокой температуры, пластичности и ползучести на устойчивость механических систем. Исследование устойчивости стержней, пластин и оболочек за пределами упругости при различных граничных условиях, поперечных сечениях, нагрузках и материалах.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Все виды текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины оцениваются по 100-балльной рейтинговой системе, принятой к КФУ. Контрольные вопросы для проведения текущего контроля:

1. Основные понятия устойчивости механических систем.
2. Вариационные принципы, используемые для решения задач устойчивости.
3. Аналитические методы решения задач устойчивости.
4. Численные методы решения задач устойчивости.
5. Постановка задач устойчивости оболочек при динамическом нагружении.
6. Особенности решения задач устойчивости стержней.
7. Особенности решения задач устойчивости пластин.
8. Особенности решения задач устойчивости оболочек.
9. Устойчивость стержней за пределами упругости.
10. Устойчивость пластин за пределами упругости.

11. Устойчивость оболочек за пределами упругости.

7.1. Основная литература:

Практические занятия по курсу "Устойчивость и управление движением": учебно-методическое пособие / Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Мех.-мат. фак.; [сост.: к.ф.-м.н., доц. Ф. Х. Тазюков, к.ф.-м.н. Б. Ф. Тазюков]. - Казань: [Казанский университет], 2011.-19 с.

Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. - Санкт-Петербург:Лань, 2008. - 480 с. <http://e.lanbook.com/view/book/123/>

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

7.2. Дополнительная литература:

Динамическая устойчивость упругих пластин и оболочек: учебное пособие / [Ю. Г. Коноплев и др.]-Казань: Казанский университет, 2012.-79 с.

Формальский А.М. Управление движением неустойчивых объектов. - М.: Физматлит", 2012. - 277 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48308

Ступина, А. А. Технология надежностного программирования задач автоматизации управления в технических системах [Электронный ресурс] : монография / А. А. Ступина, С. Н. Ежеманская. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 164 с
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=442655>

7.3. Интернет-ресурсы:

Электронный ресурс - <http://elibrary.ru>

Электронный ресурс - <http://www.scopus.com/home.url>

Электронный ресурс - <http://yandex.ru>

Электронный ресурс - <http://link.springer.com>

Электронный ресурс - <http://knigafund.ru>

Электронный ресурс - <http://mech.math.msu.su>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Основы теории устойчивости механических систем" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, доступ студентов к компьютерам с Microsoft Office и программой Ansys.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 15.03.03 "Прикладная механика" и профилю подготовки Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры .

Автор(ы):

Великанов П.Г. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г. _____

"__" _____ 201__ г.