

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
Термоупругость Б1.В.ДВ.7

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):

Бережной Д.В.

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 817220815

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. (доцент) Бережной Д.В. Кафедра теоретической механики отделение механики , Dmitri.Berezhnoi@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Термоупругость" является получение базовых знаний по термоупругости, включая следующие вопросы: термодинамические основы термоупругости, термодинамические функции, основные уравнения статической и квазистатической задач термоупругости, постановка задачи термоупругости в напряжениях, основные законы и задачи теплопроводности, плоская задача термоупругости, термоупругость круглых пластин, термоупругость оболочек вращения, динамическая задача термоупругости.

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

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

Курсом "Термоупругость" продолжается общемеханическое образование. Знания, полученные в этом курсе, используются в дальнейшем в курсе "Теория упругости" и специальных курсах, как обязательных по выбору кафедры, например "Основы прочности конструкций" и др., так и по выбору студента. Слушатели должны владеть знаниями курса теоретической механики и математических дисциплин, изучаемых на первом и втором курсах.

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)	быть способным выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат
ПК-2 (профессиональные компетенции)	применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности
ПК-3 (профессиональные компетенции)	быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям
ПК-4 (профессиональные компетенции)	быть готовым выполнять расчетно-экспериментальные работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня, и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные понятия и законы термодинамики; уравнение производства энтропии; принцип Онзагера; модели жидкостей и газов; термодинамические потенциалы; совершенный газ; линейно-вязкие и теплопроводные жидкости и газы; поверхности сильных и слабых разрывов; условия на разрывах в идеальном газе; гидромеханика идеальной жидкости; интегралы уравнений Эйлера; потенциальные и вихревые течения; плоские и пространственные задачи обтекания тел жидкостями и газами; распространение волн; гидромеханика вязкой жидкости; точные решения уравнений Навье-Стокса и приближения по числу Рейнольдса; пограничный слой и явление отрыва; турбулентность; уравнения Рейнольдса и полуэмпирические модели турбулентности; общая теория нелинейного термоупругого тела; линейная теория упругости; плоские и пространственные статические задачи; волны в упругих телах; модели вязкоупругих сред; деформационные теории пластичности и теории течения; упрочнение материалов; квазистатические задачи теории пластичности; теория размерности; подобие и моделирование механических явлений; взаимодействие сплошных сред с электромагнитным полем; проводимость; поляризация и намагничивание; модели магнитной гидродинамики и электрогидродинамики.

2. должен уметь:

Логически мыслить, формулировать математические модели и постановки задач, проводить анализ уравнений и построение решений, применять полученные знания для решения актуальных практических задач.

3. должен владеть:

Навыками математического и механического подходов к проблеме моделирования разнообразных физических явлений, анализа уравнений и построения решений, применения полученных знания для решения актуальных практических задач.

Знать: основные понятия и модели термоупругости (понятие сплошной среды; область приложений; лагранжево и эйлерово описание движения; закон движения, вектор перемещений, скорость, ускорение; элементы тензорного исчисления; тензоры деформаций, скоростей деформаций, вектор вихря; интегральные законы сохранения массы, количества движения, момента количества движения и энергии; динамические и термодинамические понятия: тензоры напряжений и моментных напряжений, внутренняя энергия, поток тепла; дифференциальные уравнения и условия на разрывах, следующие из законов сохранения; модели идеальной и вязкой несжимаемых жидкостей, идеального газа и линейно-упругой среды (полные системы уравнений); типичные начальные и краевые условия). Студенты должны знать логические связи между ними.

Уметь: адекватно подойти к проблеме моделирования данного физического явления, сформулировать математическую модель и постановку задачи в рамках термоупругости, провести анализ уравнений и построение решения, применить полученные знания для решения актуальных практических задач.

Владеть: методами термоупругости.

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. Термодинамические основы термоупругости.	7	1-2	2	4	0	
2.	Тема 2. Термодинамические функции.	7	3-4	2	4	0	
3.	Тема 3. Основные уравнения статической и квазистатической задач термоупругости.	7	5-6	2	4	0	контрольная работа
4.	Тема 4. Постановка задачи термоупругости в напряжениях.	7	7-8	2	4	0	
5.	Тема 5. Основные законы и задачи теплопроводности.	7	9-10	2	4	0	
6.	Тема 6. Плоская задача термоупругости.	7	11-12	2	4	0	контрольная работа
7.	Тема 7. Термоупругость круглых пластин.	7	13-14	2	4	0	
8.	Тема 8. Термоупругость оболочек вращения.	7	15-16	2	4	0	
9.	Тема 9. Динамическая задача термоупругости.	7	17-18	2	4	0	коллоквиум
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	экзамен
	Итого			18	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Термодинамические основы термоупругости.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Общие замечания и обозначения. Основные понятия и положения классической термодинамики. Основные положения термодинамики необратимых процессов в связи с термоупругим деформированием твердого тела.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Уравнения термоупругости в цилиндрических и сферических координатах.

Тема 2. Термодинамические функции.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Уравнения состояния. Уравнение теплопроводности. Случай малого термического возмущения. Адиабатическая деформация. Постановка задачи термоупругости. Классификация задач термоупругости.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Преобразование Лапласа. Нестационарное температурное поле полупространства и неограниченной пластины.

Тема 3. Основные уравнения статической и квазистатической задач термоупругости.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Постановка задачи. Представление общего решения задачи термоупругости в перемещениях.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Нестационарное осесимметричное температурное поле цилиндра конечной длины. Нестационарное плоское осесимметричное температурное поле длинного цилиндра под воздействием линейного источника тепла, расположенного на оси цилиндра.

Тема 4. Постановка задачи термоупругости в напряжениях.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Вариационные принципы термоупругости. Обобщение теоремы о взаимности работ на задачу термоупругости.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Применение теории функций комплексного переменного в плоской задаче термоупругости при стационарном температурном поле. Дислокационная аналогия. Тепловые напряжения в цилиндре и диске при плоском осесимметричном температурном поле.

Тема 5. Основные законы и задачи теплопроводности.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Основные способы теплообмена и методы решения задач теплопроводности. Уравнение теплопроводности. Начальное и граничные условия. Уравнения нестационарной теплопроводности пластин.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Некоторые свойства гипергеометрических функций. Тепловые напряжения в цилиндре при переменных модуле упругости и коэффициенте линейного теплового расширения.

Тема 6. Плоская задача термоупругости.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Особенности плоской задачи термоупругости. Плоская деформация и плоское напряженное состояние. Пространственное температурное поле, вызывающее плоское напряженное состояние.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Тепловые напряжения в цилиндрической оболочке. Разрешающие уравнения. Форма решений и граничные условия.

Тема 7. Термоупругость круглых пластин.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Основные предположения и задачи. Основные уравнения термоупругости пластин переменной толщины. Тепловые напряжения в пластине постоянной толщины.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Осесимметричная задача термоупругости. Основные уравнения. Тепловые напряжения в цилиндре конечной длины. Расчет тепловых напряжений в сплошном цилиндре конечной длины.

Тема 8. Термоупругость оболочек вращения.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Вводные замечания. Некоторые понятия и формулы теории поверхностей вращения. Деформации оболочки. Уравнения равновесия оболочки. Соотношения между усилиями, моментами и деформациями.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Осесимметричные колебания круглой пластины, возбужденные тепловым ударом. Динамические эффекты при конечной скорости изменения тепловых воздействий.

Тема 9. Динамическая задача термоупругости.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Представления общего решения. Тепловые напряжения в упругом полупространстве при тепловом ударе на его поверхности.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Представления общего решения. Вариационный принцип связанной динамической задачи термоупругости.

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. Термодинамические основы термоупругости.	7	1-2	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
2.	Тема 2. Термодинамические функции.	7	3-4	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
3.	Тема 3. Основные уравнения статической и квазистатической задач термоупругости.	7	5-6	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа
4.	Тема 4. Постановка задачи термоупругости в напряжениях.	7	7-8	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
5.	Тема 5. Основные законы и задачи теплопроводности.	7	9-10	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
6.	Тема 6. Плоская задача термоупругости.	7	11-12	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе	1	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Термоупругость круглых пластин.	7	13-14	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
8.	Тема 8. Термоупругость оболочек вращения.	7	15-16	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
9.	Тема 9. Динамическая задача термоупругости.	7	17-18	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к коллоквиуму	1	коллоквиум
	Итого				18	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, зачеты и экзамены. В течение учебного года студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару.

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

Тема 1. Термодинамические основы термоупругости.

домашнее задание , примерные вопросы:

Стационарное осесимметричное температурное поле диска, цилиндра и круглой пластины. Стационарное неосесимметричное плоское температурное поле длинного цилиндра.

Тема 2. Термодинамические функции.

домашнее задание , примерные вопросы:

Нестационарное плоское осесимметричное температурное поле диска и длинного цилиндра. Не-стационарное плоское осесимметричное температурное поле длинного полого цилиндра.

Тема 3. Основные уравнения статической и квазистатической задач термоупругости.

домашнее задание , примерные вопросы:

Тепловые напряжения в пластине при изменении температуры только по толщине. Постановка плоской задачи термоупругости в напряжениях для многосвязного тела.

контрольная работа , примерные вопросы:

Примерные задания на контрольную работу: 1. Вывести формулу, как определяется конститутивная производная вектора. 2. Вывести формулу, как определяется конститутивная производная тензора. 3. Вывести уравнение движения; 4. Вывести уравнение неразрывности; 5. Доказать симметрию тензора напряжений Коши. 6. Вывести первый принцип термодинамики в интегральной форме. 7. Вывести первый принцип термодинамики в локальной форме. 8. Вывести приведенное диссипативное неравенство в интегральной форме. 9. Вывести приведенное диссипативное неравенство в локальной форме. 10. Вывести уравнения Дюамеля-Неймана. 11. Вывести систему уравнений движения с учетом термического нагружения. 12. Вывести уравнение теплопроводности с учетом термоупругого нагружения. 13. Вывести связанную динамическую систему уравнений термоупругости.

Тема 4. Постановка задачи термоупругости в напряжениях.

домашнее задание , примерные вопросы:

Тепловые напряжения в полом цилиндре и диске с центральным отверстием при плоском стационарном неосесимметричном температурном поле. Решение задачи о тепловых напряжениях в полом цилиндре с помощью дислокационной аналогии.

Тема 5. Основные законы и задачи теплопроводности.

домашнее задание , примерные вопросы:

Тепловые напряжения в пластине линейно-переменной толщины при осесимметричном температурном поле. Термоупругость неоднородных пластин при осесимметричном температурном поле.

Тема 6. Плоская задача термоупругости.

домашнее задание , примерные вопросы:

Тепловые напряжения в конической оболочке. Тепловые напряжения в сферической оболочке. контрольная работа , примерные вопросы:

Примерные задания на контрольную работу: 1. Вывести неравенство Клаузиуса-Планка в интегральной форме. 2. Вывести неравенство Клаузиуса-Планка в локальной форме. 3. Вывести неравенство Клаузиуса-Дюгема в интегральной форме. 4. Вывести неравенство Клаузиуса-Дюгема в локальной форме. 5. Вывести связь между энергетическими функциями: внутренней энергией, свободной энергией, энтальпией, свободной энтальпией. 6. Вывести формулу связи между диссипацией и внутренней диссипацией энергии. 7. Решить задачу деформирования толстостенного шара под действием теплового нагружения. 8. Решить задачу деформирования системы соосных толстостенных цилиндров под действием теплового нагружения в условиях плоской деформации. 9. Решить задачу деформирования системы соосных толстостенных цилиндров под действием теплового нагружения в условиях плоско напряженного состояния. 10. Решить задачу деформирования однородного стержня под действием теплового нагружения. 11. Решить задачу деформирования однородной балки под действием теплового нагружения. 12. Решить задачу деформирования толстостенного цилиндра под действием теплового нагружения в условиях плоской деформации. 13. Решить задачу деформирования толстостенного цилиндра под действием теплового нагружения в условиях плоско напряженного состояния.

Тема 7. Термоупругость круглых пластин.

домашнее задание , примерные вопросы:

Тепловые напряжения в полой сфере. Тепловые напряжения, возникающие при аэродинамическом нагреве полой сферы в сверхзвуковом потоке.

Тема 8. Термоупругость оболочек вращения.

домашнее задание , примерные вопросы:

Связанная задача термоупругости. Эффекты связанности. Термическое возмущение упругого слоя при мгновенном приложении поверхностных сил.

Тема 9. Динамическая задача термоупругости.

домашнее задание , примерные вопросы:

Плоские гармонические термоупругие волны расширения в неограниченной среде. Термоупругие волны Релея. Продольные волны в бесконечно длинном сплошном цилиндре.

коллоквиум , примерные вопросы:

Примерные вопросы на коллоквиум: 1. Что такое твердое деформируемое тело с точки зрения механики сплошных сред? 2. Что такое пространственные координаты? 3. Что означает положение модели сплошной среды: сплошность и непрерывность. 4. Что такое материальный градиент деформации? 5. Какой мерой является тензор конечных деформаций Альманси? 6. Какие свойства присущи правому тензору искажений? 7. Какой мерой является первый тензор напряжений Пиолы-Кирхгофа? 8. Что такое конфигурация твердого деформируемого тела? 9. Что такое Лагранжевы координаты? 10. Гипотезы модели сплошной среды. 11. Что характеризуют обобщенные термодинамические силы? 12. Что такое пространственный градиент деформации? 13. Какой мерой является тензор конечных деформаций Грина? 14. Какой тензор является мерой чистой деформации тела? 15. Какой мерой является второй тензор напряжений Пиолы-Кирхгофа? 16. Чем характеризуется разность температур в двух бесконечно близких точках? 17. Что является следствием закона сохранения массы? 18. Что такое Эйлеровы координаты? 19. Что характеризуют обобщенные термодинамические перемещения? 20. Какой мерой является тензор деформаций Коши? 21. Какие свойства присущи тензору ротации? 22. Как определяется пространственная мера скорости деформации? 23. Что такое компоненты тензора напряжений? 24. Какая термодинамическая система называется открытой? 25. Что является следствием закона сохранения количества движения? 26. Что такое деформирование? 27. Какой мерой является тензор деформаций Грина? 28. Какие свойства присущи левому тензору искажений? 29. Какой мерой является тензор напряжений Коши? 30. Какая термодинамическая система называется замкнутой? 31. Что является следствием закона сохранения момента количества движения? 32. Может ли вся теплота без всяких дополнительных условий переходить в механическую работу? 33. Обращается ли неравенство Планка в равенство при обратимых процессах. 34. Что относится к первой группе определяющих уравнений. 35. Обращается ли неравенство Клаузиуса-Дюгема в равенство при обратимых процессах. 36. Макромасштабные меры активных состояний. 37. Что относится ко второй группе определяющих уравнений. 38. Обращается ли неравенство Фурье в равенство при обратимых процессах. 39. Макромасштабные меры реактивных состояний. 40. Макромасштабные меры экстранзитивных состояний.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Примерные вопросы на экзамен.

1. Термодинамические основы термоупругости. Общие замечания и обозначения. Основные понятия и положения классической термодинамики. Основные положения термодинамики необратимых процессов в связи с термоупругим деформированием твердого тела.
2. Термодинамические функции. Уравнения состояния. Уравнение теплопроводности. Случай малого термического возмущения. Адиабатическая деформация. Постановка задачи термоупругости. Классификация задач термоупругости.
3. Основные уравнения статической и квазистатической задач термоупругости. Постановка задачи. Представление общего решения задачи термоупругости в перемещениях.
4. Постановка задачи термоупругости в напряжениях. Вариационные принципы термоупругости. Обобщение теоремы о взаимности работ на задачу термоупругости.
5. Основные законы и задачи теплопроводности. Основные способы теплообмена и методы решения задач теплопроводности. Уравнение теплопроводности. Начальное и граничные условия. Уравнения нестационарной теплопроводности пластин.
6. Плоская задача термоупругости. Особенности плоской задачи термоупругости. Плоская деформация и плоское напряженное состояние. Пространственное температурное поле, вызывающее плоское напряженное состояние.
7. Термоупругость круглых пластин. Основные предположения и задачи. Основные уравнения термоупругости пластин переменной толщины. Тепловые напряжения в пластине постоянной толщины.
8. Термоупругость оболочек вращения. Вводные замечания. Некоторые понятия и формулы теории поверхностей вращения. Деформации оболочки. Уравнения равновесия оболочки. Соотношения между усилиями, моментами и деформациями.

9. Динамическая задача термоупругости. Представления общего решения. Тепловые напряжения в упругом полупространстве при тепловом ударе на его поверхности.

7.1. Основная литература:

Практические занятия по механике сплошной среды : учебно-методическое пособие / Казан. (Приволж.) федер. ун-т ; [сост. к.ф.-м.н. К. А. Поташев] .- Казань : [Казанский университет], 2010 .- 43 с.

Николаенко В.Л. Механика - М: Новое знание, 2011. - 636 с.,
<http://e.lanbook.com/view/book/2911/>

Покровский В.В. Механика. Методы решения задач: учебное пособие. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 253 с. <http://e.lanbook.com/view/book/8713/>

7.2. Дополнительная литература:

Нигматулин, Роберт Искандерович. Механика сплошной среды, Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 010701 "Фундаментальная механика и механика" и направлению подготовки 010800 "Механика и математическое моделирование" / Р. И. Нигматулин. ?Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. ?639 с.

Темам Р., Миранвиль А., Математическое моделирование в механике сплошных сред. - 2-е изд. - М.: Бинوم. Лаборатория знаний, 2014. - 319 с.
<http://e.lanbook.com/view/book/50538/>

Семенов, В. П. Основы механики жидкости [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. П. Семенов. - М. : ФЛИНТА, 2013. - 375 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=462982>

7.3. Интернет-ресурсы:

А.Ю.Чеботарев ВВЕДЕНИЕ В МЕХАНИКУ СПЛОШНЫХ СРЕД -
imcs.dvgu.ru/struc/kmf/download/mss.pdf

Курс механики сплошных сред - <http://www.studfiles.ru/dir/cat41/subj1523.html>

Лекции по механике сплошных сред - <http://www.studfiles.ru/dir/cat41/subj1523.html>

Седов Л.И. Механика сплошной среды. Том 1 - <http://www.studfiles.ru/dir/cat41/subj1523.html>

Седов Л.И. Механика сплошной среды. Том 2 - <http://www.studfiles.ru/dir/cat41/subj1523.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Термоупругость" 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.

Лабораторные установки для изучения свойств деформируемых твердых тел.

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):

Бережной Д.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Коноплев Ю.Г. _____

"__" _____ 201__ г.