

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Теория пластин и оболочек Б1.В.ДВ.5

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Автор(ы): Великанов П.Г. , Саченков А.А.

Рецензент(ы): Коноплев Ю.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Султанов Л. У.

Протокол заседания кафедры No ___ от "___" _____ 20__ г.

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

Протокол заседания УМК No ___ от "___" _____ 20__ г.

Казань

2018

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата
ПК-2	способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики и механики

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

разбираться в классификации пластин в соответствии с их геометрией и характером деформирования; понимать смысл гипотез Кирхгофа-Лява; понимать специфику решения задачи теории упругости в напряжениях применительно к изучаемому объекту; основные методы решения задачи изгиба пластины и оболочки. Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны: 1.понимать сущность постановок задач нелинейной теории оболочек,2.обладать теоретическими знаниями по нелинейной теории оболочек.

Должен уметь:

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны: проводить параметризацию поверхности, для практических задач из общих соотношений получать основные соотношения, определяющие компоненты тензоров деформаций и напряжений; уравнения равновесия и граничные условия.

Должен владеть:

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны: проводить линеаризацию уравнений равновесия и граничных условий, знать основные методы решения нелинейных уравнений..

Должен демонстрировать способность и готовность:

владеть основными компетенциями.

Классифицировать конструкционные материалы по их физическим, механическим и химическим свойствам. Ориентироваться во всем многообразии современных конструкционных материалов и уметь учитывать их свойства в рамках предполагаемого назначения проектируемой конструкции. Владеть современными методами анализа свойств материалов. знать специфику соответствующих лабораторных исследований. Уметь применять полученные знания для расчета конкретных конструкционных элементов и конструкций в целом.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.03 "Механика и математическое моделирование (Общий профиль)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе в 7, 8 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 108 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 54 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре; зачет с оценкой в 8 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Некоторые сведения из теории упругости. Уравнения равновесия. Физические и геометрические соотношения. Статические граничные условия. Решение задачи теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчела. Решение в перемещениях. Уравнения равновесия в форме Ляме. Уравнения смешанного типа.	7	2	2	0	3
2.	Тема 2. Классификация пластин по геометрии и характеру нагружения. Гипотезы Кирхгофа-Лява. Слабый изгиб пластины без деформации срединного слоя. Напряжения в пластине. Эпюры напряжений. Противоречия гипотез Кирхгофа-Лява. Изгибная жесткость пластины. Обобщенные усилия и моменты. Изменения кривизн и кручение срединного слоя. Уравнение слабого изгиба пластины при поперечной нагрузке в форме Софии Жермен.	7	3	3	0	8
3.	Тема 3. Формулировка граничных условий. Граничные условия Кирхгофа для пластины в случае жесткой заделки, шарнирного опирания и свободного края. Решение задачи изгиба пластины под синусоидальной нагрузкой. Изгиб круглой пластины. Методы Навье и Леви решения задачи изгиба пластины при произвольной поперечной нагрузке.	7	3	3	0	8
4.	Тема 4. Слабый изгиб пластины с деформацией срединного слоя. Искривления и деформации срединного слоя. Мембранные усилия. Разделение напряжений на мембранные и изгибные. Функция усилий. Примеры решения плоской задачи теории упругости применительно к пластине.	7	2	2	0	8

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Большие прогибы пластины. Уточнение геометрических соотношений. Уравнения Кармана. Граничные условия. Постановка задачи устойчивости пластины. Линеаризованные уравнения Кармана. Безмоментное докритическое состояние пластины. Уравнение нейтрального равновесия.	7	3	3	0	9
6.	Тема 6. Частные случаи решения задачи устойчивости пластины. Устойчивость пластины при одностороннем сжатии, всестороннем сжатии и сдвиге. Поправки к элементарной теории симметричного изгиба круглой пластины. Теорема Папковича.	7	2	2	0	9
7.	Тема 7. Большие прогибы круговой цилиндрической оболочки. Обобщенные усилия и моменты. Уравнения равновесия. Введение функции усилий. Понятие пологости. Уравнения равновесия пологих оболочек. Безмоментные уравнения цилиндрической оболочки. Цилиндрическая оболочка при всестороннем сжатии. Моментные уравнения при малых прогибах. Цилиндрическая оболочка под действием кольцевой нагрузки.	7	3	3	0	9
8.	Тема 8. Теория поверхностей. Сведения из дифференциальной геометрии и тензорного анализа.	8	8	8	0	2
9.	Тема 9. Основные дифференциальные зависимости теории поверхностей.	8	6	6	0	3
10.	Тема 10. Теория деформации оболочки. (Геометрические соотношения).	8	6	6	0	5
11.	Тема 11. Статическое исследование работы оболочки.	8	8	8	0	3
12.	Тема 12. Физические соотношения теории оболочек. Пути решения проблемы теории оболочек.	8	8	8	0	5
	Итого		54	54	0	72

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Некоторые сведения из теории упругости. Уравнения равновесия. Физические и геометрические соотношения. Статические граничные условия. Решение задачи теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчела. Решение в перемещениях. Уравнения равновесия в форме Ляме. Уравнения смешанного типа.

Некоторые сведения из теории упругости. Уравнения равновесия. Физические и геометрические соотношения. Статические граничные условия. Решение задачи теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчела. Уравнения Бельтрами-Митчела для плоского случая. Решение в перемещениях. Уравнения равновесия в форме Ляме. Уравнения смешанного типа.

Тема 2. Классификация пластин по геометрии и характеру нагружения. Гипотезы Кирхгофа-Лява. Слабый изгиб пластины без деформации срединного слоя. Напряжения в пластине. Эпюры напряжений. Противоречия гипотез Кирхгофа-Лява. Изгибная жесткость пластины. Обобщенные усилия и моменты. Изменения кривизн и кручение срединного слоя. Уравнение слабого изгиба пластины при поперечной нагрузке в форме Софии Жермен.

Классификация пластин по геометрии и характеру нагружения. Гипотезы Кирхгофа-Лява. Слабый изгиб пластины без деформации срединного слоя. Напряжения в пластине. Эпюры напряжений. Противоречия гипотез Кирхгофа-Лява. Изгибная жесткость пластины. Обобщенные усилия и моменты. Изменения кривизн и кручение срединного слоя. Уравнение слабого изгиба пластины при поперечной нагрузке в форме Софии Жермен.

Тема 3. Формулировка граничных условий. Граничные условия Кирхгофа для пластины в случае жесткой заделки, шарнирного опирания и свободного края. Решение задачи изгиба пластины под синусоидальной нагрузкой. Изгиб круглой пластины. Методы Навье и Леви решения задачи изгиба пластины при произвольной поперечной нагрузке.

Формулировка граничных условий. Граничные условия Кирхгофа для пластины в случае жесткой заделки, шарнирного опирания и свободного края. Решение задачи изгиба пластины под синусоидальной нагрузкой. Изгиб круглой пластины. Методы Навье и Леви решения задачи изгиба пластины при произвольной поперечной нагрузке.

Тема 4. Слабый изгиб пластины с деформацией срединного слоя. Искривления и деформации срединного слоя. Мембранные усилия. Разделение напряжений на мембранные и изгибные. Функция усилий. Примеры решения плоской задачи теории упругости применительно к пластине.

Слабый изгиб пластины с деформацией срединного слоя. Искривления и деформации срединного слоя. Мембранные усилия. Разделение напряжений на мембранные и изгибные. Экспериментальное разделение изгибных и мембранных напряжений для круглой пластины. Функция усилий. Примеры решения плоской задачи теории упругости применительно к пластине.

Тема 5. Большие прогибы пластины. Уточнение геометрических соотношений. Уравнения Кармана. Граничные условия. Постановка задачи устойчивости пластины. Линеаризованные уравнения Кармана. Безмоментное докритическое состояние пластины. Уравнение нейтрального равновесия.

Большие прогибы пластины. Уточнение геометрических соотношений. Уравнения Кармана. Граничные условия. Постановка задачи устойчивости пластины. Поведение пластины в докритическом и закритическом состояниях. Линеаризованные уравнения Кармана. Безмоментное докритическое состояние пластины. Уравнение нейтрального равновесия.

Тема 6. Частные случаи решения задачи устойчивости пластины. Устойчивость пластины при одностороннем сжатии, всестороннем сжатии и сдвиге. Поправки к элементарной теории симметричного изгиба круглой пластины. Теорема Папковича.

Частные случаи решения задачи устойчивости пластины. Устойчивость пластины при одностороннем сжатии, всестороннем сжатии и сдвиге. Поправки к элементарной теории симметричного изгиба круглой пластины. Устойчивость пластины при комбинированном нагружении. Теорема Папковича. Экспериментальное определение области устойчивости.

Тема 7. Большие прогибы круговой цилиндрической оболочки. Обобщенные усилия и моменты. Уравнения равновесия. Введение функции усилий. Понятие пологости. Уравнения равновесия пологих оболочек. Безмоментные уравнения цилиндрической оболочки. Цилиндрическая оболочка при всестороннем сжатии. Моментные уравнения при малых прогибах. Цилиндрическая оболочка под действием кольцевой нагрузки.

Большие прогибы круговой цилиндрической оболочки. Обобщенные усилия и моменты. Уравнения равновесия. Введение функции усилий. Понятие пологости. Уравнения равновесия пологих оболочек. Безмоментные уравнения цилиндрической оболочки. Цилиндрическая оболочка при всестороннем сжатии. Моментные уравнения при малых прогибах. Цилиндрическая оболочка под действием кольцевой нагрузки.

Тема 8. Теория поверхностей. Сведения из дифференциальной геометрии и тензорного анализа.

Параметрическое уравнение поверхности. Векторы, касательные к координатным линиям. Первая квадратичная форма поверхности. Первый метрический тензор поверхности. Основной и взаимный базисы. Дискриминантный тензор поверхности. Расстояние вдоль линии между двумя точками линии, заданной на поверхности. Элемент площади поверхности. Определение угла между линиями на поверхности. Зависимости между ковариантными и контравариантными компонентами метрического тензора поверхности. Вторая квадратичная форма поверхности. Сопровождающий трехгранник. Формула Френе. Нормальная кривизна поверхности. Второй метрический тензор поверхности. Главные направления и главные кривизны поверхности. Средняя и Гауссова кривизны поверхности. Эллиптические, гиперболические и параболические точки поверхности. Поверхности положительной, нулевой и отрицательной Гауссовой кривизны

Тема 9. Основные дифференциальные зависимости теории поверхностей.

Деривационные формулы Гаусса-Вейнгартена. Символы Кристоффеля первого и второго рода. Ковариантные производные векторов. Ковариантные производные тензоров второй валентности. Третья квадратичная форма поверхности. Соотношения Гаусса-Кодации для поверхности

Основные дифференциальные зависимости теории поверхностей.

Тема 10. Теория деформации оболочки.(Геометрические соотношения).

Способ задания координат материальных частиц тонкой оболочки. Пространственный фундаментальный метрический тензор. Геометрическая теория деформации оболочки. Построение модели деформирования оболочки на основе гипотез Кирхгофа-Лява. Тензор тангенциальных деформаций. Тензор изгибных деформаций. Компоненты второго метрического тензора деформированной поверхности. Физические компоненты тензора. Геометрический смысл ковариантных компонент тензоров тангенциальных и изгибных деформаций. Геометрические соотношения теории оболочек в ортогональной системе координат.

Тема 11. Статическое исследование работы оболочки.

Определение символов Кристоффеля второго рода в ортогональной системе координат. Формулы дифференцирования векторов базиса поверхности в ортогональной системе координат. Соотношения Гаусса-Кодации в линиях кривизны. Определение компонент тензоров тангенциальных и изгибных деформаций в линиях кривизны. Соотношения, определяющие компоненты тензора деформации для тонкой пластины. Определение компонент тензора деформации для линейной задачи деформирования цилиндрической оболочки

Тема 12. Физические соотношения теории оболочек.Пути решения проблемы теории оболочек.

Уравнения неразрывности деформаций в теории оболочек. Тензор напряжений. Формула Вейля. Векторные уравнения равновесия тонкой оболочки. Преобразование векторных уравнений равновесия с помощью формул Остроградского-Гаусса. Векторы внутренних усилий и внутренних моментов. Тензор тангенциальных усилий. Тензор внутренних моментов. Уравнения равновесия тонкой оболочки в скалярной форме. Уравнения равновесия для линейной теории. Закон Гука для тонкой оболочки. Потенциальная энергия деформации для тонкой оболочки. Граничные условия в теории оболочек. Граничные условия в линейной теории оболочек. Теория пологих оболочек.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года N301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации N14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Положение N 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаленного электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Регламент N 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент N 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 7			
	Текущий контроль		
1	Контрольная работа	ПК-3, ПК-2	1. Некоторые сведения из теории упругости. Уравнения равновесия. Физические и геометрические соотношения. Статические граничные условия. Решение задачи теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчела. Решение в перемещениях. Уравнения равновесия в форме Ляме. Уравнения смешанного типа. 2. Классификация пластин по геометрии и характеру нагружения. Гипотезы Кирхгофа-Лява. Слабый изгиб пластины без деформации срединного слоя. Напряжения в пластине. Эпюры напряжений. Противоречия гипотез Кирхгофа-Лява. Изгибная жесткость пластины. Обобщенные усилия и моменты. Изменения кривизн и кручение срединного слоя. Уравнение слабого изгиба пластины при поперечной нагрузке в форме Софии Жермен.
2	Контрольная работа	ПК-3, ПК-2	3. Формулировка граничных условий. Граничные условия Кирхгофа для пластины в случае жесткой заделки, шарнирного опирания и свободного края. Решение задачи изгиба пластины под синусоидальной нагрузкой. Изгиб круглой пластины. Методы Навье и Леви решения задачи изгиба пластины при произвольной поперечной нагрузке. 4. Слабый изгиб пластины с деформацией срединного слоя. Искривления и деформации срединного слоя. Мембранные усилия. Разделение напряжений на мембранные и изгибные. Функция усилий. Примеры решения плоской задачи теории упругости применительно к пластине.
3	Контрольная работа	ПК-2, ПК-3	5. Большие прогибы пластины. Уточнение геометрических соотношений. Уравнения Кармана. Граничные условия. Постановка задачи устойчивости пластины. Линеаризованные уравнения Кармана. Безмоментное докритическое состояние пластины. Уравнение нейтрального равновесия. 6. Частные случаи решения задачи устойчивости пластины. Устойчивость пластины при одностороннем сжатии, всестороннем сжатии и сдвиге. Поправки к элементарной теории симметричного изгиба круглой пластины. Теорема Папковича.
	Зачет	ПК-2, ПК-3	
Семестр 8			
	Текущий контроль		
1	Контрольная работа	ПК-3, ПК-2	8. Теория поверхностей. Сведения из дифференциальной геометрии и тензорного анализа. 9. Основные дифференциальные зависимости теории поверхностей.
2	Контрольная работа	ПК-3, ПК-2	10. Теория деформации оболочки. (Геометрические соотношения).
3	Контрольная работа	ПК-3, ПК-2	12. Физические соотношения теории оболочек. Пути решения проблемы теории оболочек.
	Зачет с оценкой	ПК-2, ПК-3	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап	
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.		
Семестр 7						
Текущий контроль						
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину.	1	
				Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом.		2
				Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.		
	Зачтено		Не зачтено			
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.			
Семестр 8						
Текущий контроль						
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину.	1	
				Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом.		2
				Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.		

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Зачет с оценкой	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 7

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Темы 1, 2

1. Напряжения и деформации. Основные уравнения теории упругости. 2. Решение задачи теории упругости в перемещениях. 3. Решение задачи теории упругости в напряжениях. 4. Некоторые свойства уравнений теории упругости. 5. Классификация пластин. 6. Гипотезы Кирхгофа-Лява. 7. Реализация статических граничных условий. 8. Усилия и моменты. 9. Получение уравнения равновесия пластины.

2. Контрольная работа

Темы 3, 4

1. Граничные условия Кирхгофа на контуре пластины. 2. Слабый изгиб пластины с учетом деформаций срединного слоя. 3. Функция усилий. 4. Уравнения Кармана. 5. Решение Навье. 6. Изгиб круговой цилиндрической панели. 7. Слабый изгиб пластины. 8. Безмоментные уравнения равновесия круговой цилиндрической оболочки. 9. Постановка задачи устойчивости круговой цилиндрической оболочки.

3. Контрольная работа

Темы 5, 6

1. Изгиб пластины при больших прогибах. 2. Постановка задачи устойчивости пластины. 3. Уравнения нейтрального равновесия. 4. примеры решения задач устойчивости пластины. 5. Устойчивость при комбинированном нагружении. 6. Область устойчивости пластинфы. 7. Теорема Папковича.

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Основные уравнения теории упругости. 2. Способы решение задачи теории упругости. 3. Решение задачи теории упругости в напряжениях. 4. Основные свойства уравнений теории упругости. 5. Гипотезы Кирхгофа-Лява. 6. Граничные условия Коши на поверхности пластины. 7. Обобщенные усилия и моменты. 8. Уравнение Софи Жермен. 9. Граничные условия на контуре пластины. 10. Частные случаи закрепления пластины. 11. Слабый изгиб пластины с учетом деформаций срединного слоя. 12. Введение функции Эри. 13. Уравнения изгиба пластины при больших прогибах. 14. Решение задачи изгиба пластины при произвольной поперечной нагрузке. 15. Примеры реализации метода Навье. 16. Задача устойчивости пластины. 17. Решения задачи устойчивости пластины в частных случаях. 18. Устойчивость пластины при комбинированном нагружении. 19. Изгиб круговой цилиндрической панели. 20. Слабый изгиб круговой цилиндрической оболочки. 21. Безмоментные уравнения равновесия круговой цилиндрической оболочки.

Семестр 8

Текущий контроль

1. Контрольная работа

Темы 8, 9

1. Криволинейные координаты, связанные с поверхностью. 2. Квадратичная форма поверхности. 3. Параметры Ляме. 4. Кривизна кривой на поверхности. 5. Главные кривизны. 6. Теорема Родрига. 7. Ковариантные и контравариантные составляющие вектора. 8. Основные теоремы тензорного анализа. 9. Основной метрический и дискриминантный тензоры. 10. Координаты, нормально связанные с поверхностью. 11. Геометрия оболочки. 12. Ортогональные координаты. 13. Косоугольные координаты. 14. Полярные и декартовы координаты на поверхности. 15. Изотермические координаты.

2. Контрольная работа

Тема 10

1. Закон изменения перемещений по толщине оболочки. 2. Деформация оболочки. 3. Векторы смещений и векторы углов поворота. 4. Деформации края поверхности оболочки. 5. Геометрические соотношения Коши. 6. Частные случаи геометрических соотношений Коши. 7. Статико-геометрическая аналогия. 8. Внутренние силовые факторы в оболочке при нагружении.

3. Контрольная работа

Тема 12

1. Связь деформаций и напряжений в оболочке. 2. Особенности распределения напряжений в оболочке, связанные с ее геометрией. 3. Гипотезы Кирхгофа-Лява. 4. Основные теории, применяемые при решении задачи изгиба оболочки. 5. Уравнения технической теории оболочек. 6. Полубезмоментная теория оболочек.

Зачет с оценкой

Вопросы к зачету с оценкой:

1. Криволинейные координаты, связанные с поверхностью. 2. Квадратичная форма поверхности. Параметры Ляме. 3. Кривизна кривой на поверхности. Главные кривизны. 4. Ковариантные и контравариантные составляющие вектора. 5. Основной метрический и дискриминантный тензоры. 6. Координаты, нормально связанные с поверхностью. Геометрия оболочки. 7. Ортогональные координаты. 8. Косоугольные координаты. 9. Полярные и декартовы координаты на поверхности. 10. Закон изменения перемещений по толщине оболочки. Деформация оболочки. 11. Векторы смещений и векторы углов поворота. Деформации края поверхности оболочки. 12. Геометрические соотношения Коши при малых прогибах поверхности оболочки. 13. Геометрические соотношения Коши при больших прогибах поверхности оболочки. 14. Внутренние силовые факторы в оболочке при нагружении. 15. Связь деформаций и напряжений в оболочке. 16. Особенности распределения напряжений в оболочке. 17. Гипотезы Кирхгофа-Лява. 18. Уравнения технической теории оболочек. 19. Полубезмоментная теория оболочек. 20. Уравнения Кодацци и Гаусса. 21. Статико-геометрическая аналогия.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 7			
Текущий контроль			

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1 2 3	17 18 15
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 8			
Текущий контроль			
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1 2 3	17 18 15
Зачет с оценкой	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

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

Филиппов В.А. Основы геометрии поверхностей оболочек пространственных конструкций. - М.: Физматлит, 2009. - 192 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2153/>

Михасев Г.И., Товстик П.Е. Локализованные колебания и волны в тонких оболочках. Асимптотические методы. - М.:Физматлит, 2009. - 292 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2264/>

Сопротивление материалов в примерах и задачах: Учебное пособие / Н.М. Атаров. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 407 с <http://znanium.com/bookread.php?book=191566>

7.2. Дополнительная литература:

Артюхин, Юрий Павлович. Расчет ортотропных оболочек в рядах Навье-Карасева: учебное пособие-монография / Ю. П. Артюхин; Казан. федер. ун-т, Ин-т математики и механики им. Н. И. Лобачевского.?Казань: [Казанский университет], 2012.?65 с.

Сопротивление материалов с осн. теории упругости и пластич.: Учеб. / Г.С.Варданян, В.И.Андреев и др.; Под ред. Г.С.Варданяна, Н.М.Атарова - 2 изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 638 с <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=256769>

Шатохина, Л. П. Сопротивление материалов. Расчёты при сложном сопротивлении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. П. Шатохина, Е. М. Сигова, Я. Ю. Белозёрова ; под общ. ред. Л. П. Шатохиной. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 140 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=440876>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Электронная библиотека - <http://crydee.sai.msu.ru/>

Электронная библиотека - <http://cnfnbrf.convex.ru/>

Электронная библиотека - <http://www.plib.ru/library/subcategory/56.html>

Электронная библиотека - <http://bookfi.org/>

Электронная библиотека - <http://vuz.exponenta.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Ваше обучение должно начинаться с внимательного ознакомления с программой курса, обязательными элементами которой являются: - перечень тем, подлежащих усвоению; - список учебных пособий и рекомендуемой литературы; - список контрольных вопросов Изучать данную учебную дисциплину следует, переходя от темы к теме, ничего не пропуская и не забегая вперед. Это обусловлено внутренней логикой науки, очевидным движением от простого к сложному
практические занятия	Только полноценное сочетание лекционных и практических занятий позволит достичь понимания предмета, хорошей ориентации в специальной литературе, формирования навыков проведения тестирования. После внимательного прочтения основной литературы по теме попробуйте самостоятельно ответить на контрольные вопросы. Если это вызывает трудности, вернитесь к соответствующим главам или разделам учебника, займитесь поиском дополнительной литературы.
самостоятельная работа	Очень важно, чтобы не оставалось непонятых положений, поскольку 'пробелы' имеют обыкновение нарастать, как снежный ком. Помните, что в процессе освоения любой науки вам необходимо: - уяснить ее связь с другими отраслями знаний; - получить четкое представление об объекте исследования и предмете данной науки; - освоить основные достижения в данной области знаний; - представлять спектр нерешенных проблем и перспективных направлений их развития.
контрольная работа	Для успешного выполнения письменной работы вы должны: - освоить понятийный аппарат (специфическую терминологию), поскольку у каждой учебной дисциплины, кроме общенаучного языка, есть своя специфическая терминология; - овладеть необходимым информационным минимумом, - овладеть методами и методиками расчета.
зачет	При подготовке к зачету прочитайте и вспомните всё содержание курса. Для поиска и проработки обширного круга дополнительных источников важно свободно ориентироваться в информационных потоках. Большую помощь, помимо библиотек, может оказать Internet. При изучении курса особое внимание необходимо обратить на классификацию и специфические особенности разных моделей. Для поиска и проработки обширного круга дополнительных источников важно свободно ориентироваться в информационных потоках. Большую помощь, помимо библиотек, может оказать Internet. При изучении курса особое внимание необходимо обратить на классификацию и специфические особенности разных моделей.
зачет с оценкой	При подготовке к экзамену прочитайте и вспомните всё содержание курса. Для поиска и проработки обширного круга дополнительных источников важно свободно ориентироваться в информационных потоках. Большую помощь, помимо библиотек, может оказать Internet. При изучении курса особое внимание необходимо обратить на классификацию и специфические особенности разных моделей. Для поиска и проработки обширного круга дополнительных источников важно свободно ориентироваться в информационных потоках. Большую помощь, помимо библиотек, может оказать Internet. При изучении курса особое внимание необходимо обратить на классификацию и специфические особенности разных моделей.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Теория пластин и оболочек" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Теория пластин и оболочек" 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.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудников университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки Общий профиль .