

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

Механика контактного взаимодействия и разрушения Б1.В.ДВ.01.02

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Кузнецов С.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.

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. (с.н.с.) Кузнецов С.А. (Кафедра теоретической механики, отделение механики), skuznets@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-1	способностью к интенсивной научно-исследовательской деятельности;
ПК-6	способностью к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

1) знать основы механики контактного взаимодействия (теория Герца, функция Грина, учет обжатия при контакте тонкостенных элементов конструкций) и основы механики разрушения (теория Гриффитса - Орована - Ирвина, кривая Вёлера, формула Париса, критерий Леонова - Панасюка). Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы. Водородное охрупчивание, роль кислорода. Кинетика роста трещин в полимерных материалах.

2) обладать теоретическими знаниями о возможностях моделирования контактного взаимодействия упругих тел между собой и с жесткими телами (штампами) и о возможностях моделирования тел с трещинами, применении известных моделей к описанию поведения трещин при различных возмущающих воздействиях (силовом, температурном, коррозионном)

3) ориентироваться в постановке и методах решения различных контактных задач МТДТ и в постановке и методах решения различных задач механики разрушения.

4) приобрести навыки решения контактных задач МТДТ и навыки инженерного расчета элементов конструкций при квазихрупком разрушении, на усталостную долговечность при многоцикловой и малоцикловой усталости.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.01.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.03 "Механика и математическое моделирование (Механика жидкости, газа и плазмы)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 50 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 32 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 58 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 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	
	Тема 1. Контактные задачи теории					

упругости. Введение. Плоская и пространственная контактные задачи.

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Контактные задачи теории пластин. Особенности постановки и решения контактных задач теории пластин и оболочек.	2	3	4	0	8
3.	Тема 3. Контактные задачи теории оболочек.	2	3	6	0	9
4.	Тема 4. Введение в механику разрушения. Модель тела с трещинами.	2	2	3	0	3
5.	Тема 5. Критерии разрушения. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений.	2	2	3	0	6
6.	Тема 6. Нелинейная и циклическая механика разрушения	2	1	3	0	6
7.	Тема 7. Механика коррозионного разрушения	2	1	3	0	6
8.	Тема 8. Динамические и температурные задачи механики разрушения	2	1	3	0	6
9.	Тема 9. Как остановить трещину. Использование механики разрушения "в мирных целях".	2	1	3	0	6
	Итого		18	32	0	58

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Контактные задачи теории упругости. Введение. Плоская и пространственная контактные задачи.

Контактные задачи теории упругости. Введение. Что такое контактные задачи. Классификация задач теории упругости. Понятие о дельта-функции и ее свойствах. Функции Грина. Приведение смешанной краевой задачи к системе интегральных уравнений. Плоская контактная задача. Многочлены Чебышева. Решение плоской контактной задачи. Общий случай решения основного интегрального уравнения плоской контактной задачи. Пространственная осесимметричная контактная задача. Полиномы Лежандра. Решение пространственной контактной задачи.

Тема 2. Контактные задачи теории пластин. Особенности постановки и решения контактных задач теории пластин и оболочек.

Контактные задачи теории пластин. Особенности постановки и решения контактных задач теории пластин и оболочек. Одномерные контактные задачи для тонкостенных элементов. Метод решения. Контактная задача взаимодействия криволинейного штампа с пластиной. Действие плоского штампа на пластинку. Решение задачи методом сопряжения областей. Решение задачи для плоского штампа с помощью интегральных уравнений. Цилиндрический изгиб пластины при одностороннем контакте с жестким штампом.

Тема 3. Контактные задачи теории оболочек.

Контактные задачи теории оболочек. Контактная задача взаимодействия бесконечно длинной цилиндрической оболочки с жестким бандажом. Сжатие цилиндрической оболочки двумя жесткими штампами. Двумерные контактные задачи теории пластин. Построение функции влияния для неосесимметричной деформации круглой пластины. Контактная задача для круглой пластины при внецентренном положении штампа.

Тема 4. Введение в механику разрушения. Модель тела с трещинами.

Введение в механику разрушения. Что такое прочность и разрушение. Примеры катастрофических разрушений. Прочность и сопротивление разрушению - от интуитивных представлений к научным. Концентраторы напряжений. Эксперименты на "идеальных" материалах. А.А. Гриффитс. Дж. Ирвин. Модель тела с трещинами. Принцип микроскопа. Усталостное разрушение. Ползучесть.

Поля напряжений и смещений в окрестности края трещины в упругом теле. Виды трещин. Идеи Гриффитса.

Тема 5. Критерии разрушения. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений.

Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Таблицы коэффициентов интенсивностей напряжений. Экспериментальные методы: метод хрупких лаковых покрытий,

метод фотоупругости, метод голографической интерферометрии.

Тема 6. Нелинейная и циклическая механика разрушения

dk-модель. Инвариантные интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса. Примеры инженерного расчета задач механики разрушения. Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса. Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения. Алгоритм и примеры инженерного расчета элементов конструкций на усталостную долговечность.

Тема 7. Механика коррозионного разрушения

Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы. Влияние неблагоприятных факторов внешней среды на рост трещин и долговечность элементов конструкций. Законы диффузии атомарного водорода в металлы. Водородное охрупчивание, роль кислорода. Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова - Панасюка.

Тема 8. Динамические и температурные задачи механики разрушения

Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин. Статистические закономерности в динамической механике разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин. Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины. Эксперимент Бабушки. Тепловой удар по телу с трещиной.

Тема 9. Как остановить трещину. Использование механики разрушения "в мирных целях".

Конструктивные "ловушки". Ремонтные заплатки. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями. Торможение трещины на границе раздела сред. Конструктивные "ловушки". Ремонтные заплатки. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями. Торможение трещины на границе раздела сред.

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 №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 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 № 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 № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 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 № 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 2			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Устный опрос	ПК-1 , ПК-6	1. Контактные задачи теории упругости. Введение. Плоская и пространственная контактные задачи. 2. Контактные задачи теории пластин. Особенности постановки и решения контактных задач теории пластин и оболочек.
2	Устный опрос	ПК-1 , ПК-6	3. Контактные задачи теории оболочек.
3	Письменная работа	ПК-1 , ПК-6	4. Введение в механику разрушения. Модель тела с трещинами. 5. Критерии разрушения. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений.
	<i>Экзамен</i>	ПК-1, ПК-6	

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 2					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1 2
Письменная 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. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	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 2

Текущий контроль

1. Устный опрос

Темы 1, 2

1. Приведение смешанной краевой задачи к системе интегральных уравнений.
2. Плоская контактная задача. Решение плоской контактной задачи.
3. Общий случай решения основного интегрального уравнения плоской контактной задачи.
4. Пространственная осесимметричная контактная задача. Решение пространственной контактной задачи.
5. Особенности постановки контактных задач теории пластин и оболочек. Одномерные контактные задачи для тонкостенных элементов. Метод решения.
6. Контактная задача взаимодействия криволинейного штампа с пластиной.
7. Действие плоского штампа на пластинку. Решение задачи методом сопряжения областей.
8. Действие плоского штампа на пластинку. Решение с помощью интегральных уравнений.
9. Контактные напряжения в соединении пластин при сдвиге.
10. Контактная задача для круглой пластинки, стесненной жесткой плоскостью.
11. Цилиндрический изгиб пластины при одностороннем контакте с жестким штампом.
12. Контактная задача взаимодействия бесконечно длинной цилиндрической оболочки с жестким биндажом.
13. Сжатие цилиндрической оболочки двумя жесткими штампами.
14. Построение функции влияния для неосесимметричной деформации круглой пластины.
15. Контактная задача для круглой пластины при внецентренном положении штампа.
16. Износ пластины в условиях цилиндрического изгиба. Разложение решения в степенной ряд.
17. Износ пластины в условиях цилиндрического изгиба. Применение преобразования Лапласа.
18. Осесимметричный износ круглой пластины, лежащей на упругом основании.
19. Неосесимметричный износ круглой пластины при внецентренном положении штампа.
20. Односторонний контакт прямоугольной пластины с жестким штампом при наличии износа.
21. Износ цилиндрической оболочки, взаимодействующей с жесткой втулкой.

2. Устный опрос

Тема 3

Контактные задачи теории оболочек. Контактная задача взаимодействия бесконечно длинной цилиндрической оболочки с жестким бандажом. Сжатие цилиндрической оболочки двумя жесткими штампами. Двумерные контактные задачи теории пластин. Построение функции влияния для неосесимметричной деформации круглой пластины. Контактная задача для круглой пластины при внецентренном положении штампа. трещин. Идеи Гриффитса.

2 Критерии разрушения. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений.

2 4 0 6

Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Таблицы коэффициентов интенсивностей напряжений. Экспериментальные методы: метод хрупких лаковых покрытий, метод фотоупругости, метод голографической интерферометрии.

3. Письменная работа

Темы 4, 5

Введение в механику разрушения. Что такое прочность и разрушение. Примеры катастрофических разрушений. Прочность и сопротивление разрушению - от интуитивных представлений к научным. Концентраторы напряжений. Эксперименты на "идеальных" материалах. А.А. Гриффитс. Дж. Ирвин. Модель тела с трещинами. Принцип микроскопа. Усталостное разрушение. Ползучесть.

Поля напряжений и смещений в окрестности края трещины в упругом теле. Виды трещин. Идеи Гриффитса.

Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений. Тарировочные коэффициенты. Таблицы коэффициентов интенсивностей напряжений. Экспериментальные методы: метод хрупких лаковых покрытий, метод фотоупругости, метод голографической интерферометрии.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

22. Концентраторы напряжений. Эксперименты на "идеальных" материалах.

23. Модель тела с трещинами. Принцип микроскопа.

24. Виды трещин.

25. Критерии разрушения. Концепция Гриффитса - Орована - Ирвина.

26. Расчет и измерение коэффициентов интенсивности напряжений.

27. Тарировочные коэффициенты.

28. Экспериментальные методы определения коэффициентов интенсивности напряжений.

29. Нелинейная механика разрушения. δk -модель.

30. Инвариантные интегралы Г.П. Черепанова и Дж.Р. Райса.

31. Замедленное разрушение. Рост усталостных трещин. Кривая Вёлера. Формула Париса.

32. Разрушение при малоциклового усталости. Связь R-кривой с докритической диаграммой разрушения.

33. Механика коррозионного разрушения. Кинетическая диаграмма разрушения, ее основные типы.

34. Водородное охрупчивание, роль кислорода.

35. Кинетика роста трещин в полимерных материалах. Критерий Леонова - Панасюка.

36. Динамические модификации критериев разрушения. Критерии старта, остановки и распространения трещины. Ветвление трещин.

37. Температурные задачи механики разрушения. Влияние температурных полей на поведение трещин.

38. Температурное поле в окрестности вершины движущейся трещины.

39. Тепловой удар по телу с трещиной.

40. Как остановить трещину. Конструктивные "ловушки". Ремонтные заплатки.

41. Как остановить трещину. Разгружающие отверстия. Предварительное нагружение сжимающими напряжениями.

42. Торможение трещины на границе раздела сред.

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 2			
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	20
		2	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	15
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. 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:

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.

Соппротивление материалов: Учебник / В.А. Волосухин, В.Б. Логвинов, С.И. Евтушенко. - 5-е изд. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 543 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01159-1, <http://znanium.com/bookread.php?book=390023>

Кузнецов С.А. Механика контактного взаимодействия / С.А. Кузнецов. - Казань: Казан. ун-т, 2014. - 72 с. http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22061/05_037_A5-000899.pdf

7.2. Дополнительная литература:

Темам Р., Миранвиль А., Математическое моделирование в механике сплошных сред. - 3-е изд. - М.: Лаборатория знаний, 2017. - 319 с. <https://e.lanbook.com/book/94110>

Артюхин, Ю.П. Строительная механика в пакетах 'MATHEMATICA' и 'ANSYS' : учебное пособие / Ю. П. Артюхин.- Казань : Казанский государственный университет, 2009. - 120 с.

Покровский, В.В. Механика. Методы решения задач [Электронный ресурс] : сборник / В.В. Покровский. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 256 с. - <https://e.lanbook.com/book/84100>. - Загл. с экрана.

Елисеев, В.В. Основы механики материалов [Электронный ресурс] / В.В. Елисеев, Т.В. Зиновьева. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 88 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/101510>.

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

Библиотека Машиностроителя - <http://lib-bkm.ru/>

Библиотека строительства - <http://www.zodchii.ws/books/>

КнигаФонд - knigafund.ru

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Ваше обучение должно начинаться с внимательного ознакомления с программой курса, обязательными элементами которой являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень тем, подлежащих усвоению; - список учебных пособий и рекомендуемой литературы; - список контрольных вопросов <p>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.</p>
практические занятия	<p>Только так можно достичь полного 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.</p>
самостоятельная работа	<p>Очень важно, чтобы не оставалось непонятых положений, поскольку 'пробелы' имеют обыкновение нарастать, как снежный ком. Помните, что в процессе освоения любой науки вам необходимо:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
устный опрос	<p>Для успешного прохождения устного опроса вы должны:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать свои мысли литературным русским языком; - исключить из своей речи слова-паразиты (как бы, вот, значит, ...); - освоить специфическую терминологию, поскольку у каждой учебной дисциплины, кроме общенаучного языка, есть своя специфическая терминология; - овладеть необходимым информационным минимумом, - овладеть методами и методиками расчета.
письменная работа	<p>Для успешного выполнения письменной работы вы должны:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
экзамен	<p>При подготовке к экзамену или зачёту 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.</p> <p>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.</p>

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

Освоение дисциплины "Механика контактного взаимодействия и разрушения" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

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 "Механика контактного взаимодействия и разрушения" 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.

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 01.04.03 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе Механика жидкости, газа и плазмы .