

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный
университет имени И.Н. Ульянова»



_____ Е.Н. Кадышев

Е.Н. Кадышев _____ 2022 г.

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

по научной специальности

1.1.8. Механика деформируемого твердого тела

Программу составил(и):

доктор технических наук, профессор М.В. Петров

Программа рассмотрена и одобрена:
на заседании кафедры строительных конструкций 25 марта 2022 г., протокол № 7

заведующий кафедрой М.В. Петров

Согласовано:

Начальник отдела подготовки и
повышения квалификации
научно-педагогических кадров С.Б. Харитонова

1. Содержание кандидатского экзамена.

№ п/п	Наименование раздела	Содержание
Раздел 1. Механика и термодинамика сплошных сред.		
1.	Тема 1. Механика и термодинамика сплошных сред. Основы МСС. Термодинамические процессы и циклы.	Понятие сплошного тела. Гипотеза сплошности. Два способа описания деформации сплошного тела. Переход от Эйлера к Лагранжу и обратно. Тензоры деформации. Смысл тензора деформации Грина. Тензор деформации Альманси. Условия совместности деформаций. Термодинамические параметры состояния. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Термодинамические потенциалы состояния. Физическая размерность. Анализ размерностей и П-теорема. Автомодельные решения.
Раздел 2. Теория упругости		
2.	Тема 2. Теория упругости. Линейная теория упругости. Динамические задачи теории упругости.	Упругое деформирование твердых тел. Уравнения Ламе в перемещениях. Уравнения Бельтрами—Митчелла в напряжениях. Граничные условия. Общие теоремы теории упругости. Теорема Клапейрона. Тождество взаимности. Теорема единственности. Уравнения движения в форме Ламе. Общее решение в форме Ламе. Фундаментальное решение динамических уравнений теории упругости для пространства. Плоские гармонические волны. Коэффициенты отражения, прохождения и трансформации. Полное отражение. Поверхностные волны Релея. Волны Лява.
Раздел 3. Теория пластичности		
3.	Тема 3. Теория пластичности. Теория текучести. Теория предельного состояния.	Идеальная пластичность. Локализация пластических деформаций. Линии Людерса – Чернова. Идеальное упругопластическое тело. Упрочняющееся тело. Упрочняющееся упругопластическое тело. Упрочняющееся жесткопластическое тело. Поверхность нагружения. Статическая и кинематическая теоремы теории предельного равновесия. Предельное равновесие при кручении. Поверхность напряжений. Разрывы напряжений. Пластическое плоское деформированное состояние. Свойства линий скольжения. Теория Генки.

	Раздел 3. Численные методы решения задач механики деформируемого твердого тела	
4.	Тема 4. Численные методы решения задач механики деформируемого твердого тела. Метод конечных разностей. Метод характеристик	Типичные разностные схемы. Вариационный принцип минимума полной потенциальной энергии упругого тела. Методы Релея – Ритца. Метод Бубнова – Галеркина. Метод конечных элементов в теории упругости. Пределы применимости. Формула Сомильяны. Метод граничных интегральных уравнений. Область зависимости решения гиперболической краевой задачи. Область определенности. Метод лучевых разложений. Понятие о вычислительном эксперименте. Использование вычислительного эксперимента для решения задач механики деформируемого твердого тела.

2. Перечень вопросов к кандидатскому экзамену.

1. Физически и геометрически малый элемент.
2. Деформация элемента сплошной среды.
3. Формулы Чезаро.
4. Классификация сил в механике сплошных сред: внешние и внутренние силы, массовые и поверхностные силы.
5. Тензоры напряжений Коши, Пиолы и Кирхгофа.
6. Законы сохранения механики сплошных сред: уравнения баланса массы, импульса, момента импульса, кинетической, потенциальной и полной энергии.
7. Линейно упругое тело Гука.
8. Понятие об анизотропии упругого тела.
9. Частные случаи анизотропии: трансверсально изотропное и ортотропное упругое тело.
10. Вариационные принципы теории упругости: принцип минимума полной потенциальной энергии, принцип минимума дополнительной энергии, принцип Рейснера.
11. Теоремы Кастильяно. Теорема Бетти.
12. Общие представления решений уравнений теории упругости: представление Кельвина, представление Галеркина и представление Папковича—Нейбера.
13. Нормальная нагрузка на границе полупространства (задача Буссинеска).
14. Касательная нагрузка на границе полупространства (задача Черрути).
15. Метод комплексных потенциалов Колосова—Мухелишвили.
16. Комплексное представление напряжений и перемещений.
17. Антиплоская деформация.
18. Трещина антиплоского сдвига в упругом теле.
19. Кручение и изгиб призматического тела (задача Сен-Венана).
20. Теоремы о циркуляции касательного напряжения при кручении и изгибе.
21. Центр изгиба.
22. Задача о действии штампа с плоским основанием на полуплоскость.
23. Контактная задача Герца.
24. Полная система уравнений теории пластин и оболочек.
25. Граничные условия.
26. Постановка задач теории пластин и оболочек.
27. Безмоментная теория.
28. Краевые эффекты.
29. Задача о круглой симметрично нагруженной пластине.
30. Динамические, геометрические и кинематические условия совместности на волновом фронте.

31. Свободные волны в неограниченной изотропной упругой среде.
32. Коэффициенты отражения, прохождения и трансформации.
33. Полное отражение.
34. Поверхностные волны Релея.
35. Волны Лява.
36. Установившиеся колебания упругих тел.
37. Частоты и формы собственных колебаний.
38. Вариационный принцип Релея.
39. Физические механизмы пластического течения.
40. Понятие о дислокациях.
41. Идеальное жесткопластическое тело.
42. Пространство напряжений.
43. Критерий текучести и поверхность текучести.
44. Критерии Треска и Мизеса.
45. Пространство главных напряжений.
46. Геометрическая интерпретация условий текучести.
47. Условие полной пластичности.
48. Законы связи между напряженным и деформированным состояниями в теории течения.
49. Принцип Мизеса.
50. Постулат Друккера.
51. Ассоциированный закон пластического течения.
52. Теория скольжения.
53. Краевые задачи теории течения.
54. Теоремы единственности.
55. Вариационные принципы теории течения.
56. Кручение призматического тела за пределом упругости.
57. Песчано-мембранная аналогия Прандтля – Надаи для кручения идеально упругопластических тел.
58. Плоские упругопластические задачи теории идеальной пластичности.
59. Двухосное растяжение толстой и тонкой пластин с круговым отверстием.
60. Деформационные теории пластичности.
61. Теория малых упругопластических деформаций А.А. Ильюшина.
62. Теорема о разгрузке.
63. Упругопластические волны в стержне.
64. Ударное нагружение.
65. Волна разгрузки.
66. Остаточные деформации.
67. Критическая скорость удара
68. Метод конечных разностей для дифференциальных уравнений теории упругости.

3. Рекомендуемая литература

Рекомендуемая основная литература

№	Название
1.	Горр Г.В. Инвариантные соотношения уравнений динамики твердого тела (теория, результаты, комментарии) [Электронный ресурс] / Г.В. Горр. — Электрон. текстовые данные. — Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2017. — 424 с. — 978-5-4344-0406-8. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69355.html
2.	Антипин М.И. Основы механики недеформируемого твердого тела [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.И. Антипин. — Электрон. текстовые данные. — Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. — 131 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66915.html
3.	Иванов Н.Б. Теория деформируемого твердого тела [Электронный ресурс] : тексты лекций / Н.Б. Иванов. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 124 с. — 978-5-7882-1515-0. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62735.html

Рекомендуемая дополнительная литература

№	Название
1.	Маневич Л.И. Аналитически разрешимые модели механики твердого тела [Электронный ресурс] / Л.И. Маневич, О.В. Гендельман. — Электрон. текстовые данные. — Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2016. — 344 с. — 978-5-4344-0371-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69339.html
2.	Петров В.В. Нелинейная строительная механика. Часть 1. Физическая нелинейность [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Петров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015. — 168 с. — 978-5-7433-2927-4. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/76491.html
3.	Прикладная механика [Электронный ресурс] / А.С. Алышев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2015. — 66 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68688.html
4.	Кудина Л.И. Прикладные задачи динамики твердого тела [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.И. Кудина, Ю.Л. Власов. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 118 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/33652.html
5.	Андрианов И. Методы асимптотического анализа и синтеза в нелинейной динамике и механике деформируемого твердого тела [Электронный ресурс] / И. Андрианов, Я. Аврейцевич. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2013. — 276 с. — 978-5-4344-0116-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/28899.html
6.	Маковкин Г.А. Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.А. Маковкин, С.Ю. Лихачева. — Электрон. текстовые данные. — Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 71 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16043.html
7.	Механика сплошной среды. Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика [Электронный ресурс] / Нигматулин Р. И. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970428986.html

Перечень рекомендуемых ресурсов сети «Интернет»

№	Название
1.	Научная библиотека ЧувГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://library.chuvsu.ru
2.	Электронно-библиотечная система IPRBooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru
3.	Образовательная платформа «Юрайт»: для вузов и ссузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.urait.ru
4.	Электронная библиотечная система «Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/
5.	Единое окно к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru
6.	Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsl.ru
7.	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nlr.ru
8.	Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsl.ru
9.	Научная электронная библиотека «Elibrary» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.elibrary.ru
10.	Библиографическая и реферативная база данных «Scopus» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.scopus.com
11.	Поисковая платформа «Web of Science» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://webofknowledge.com/