Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Утверждаю
Проректор НИУ ВШЭ
С.Ю. Рощин

____

Одобрено на заседании академического совета аспирантской школы по техническим наукам протокол № 03/2 от 29.03.2016

Согласовано
Академический директор
Аспирантской школы
по техническим наукам
Клышинский Э.С.

____

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине для поступающих на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление - 01.06.01 Математика и механика
Профиль (направленность) - 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела

Москва
2016

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа разработана в соответствии с Программой-минимум кандидатского экзамена по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела» и Паспорта научной специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

2. Структура вступительного экзамена

Форма проведения экзамена: устный

Структура вступительного экзамена:

Экзамен состоит из ответа на билет, содержащий из три вопроса. Экзаменуемый отвечает на вопросы, указанные в билете, и отвечает на вопросы комиссии.

Оценка уровня знаний (баллы):

Каждый вопрос оценивается по десятибалльной шкале. Итоговая оценка выставляется по 5-бальной шкале по следующему принципу пересчета:
"Отлично" - 8-10 баллов (по 10-балльной шкале);
"Хорошо" - 6-7 баллов (по 10-балльной шкале);
"Удовлетворительно" - 4-5 баллов (по 10-балльной шкале);
"Неудовлетворительно" - 0-3 балла (по 10-балльной шкале).

Критерии оценивания

	Баллы
Ответ полный без замечаний, продемонстрированы знания ….	10-8
Ответ полный, с незначительными замечаниями,…	6-7
Ответ не полный, существенные замечания,…	4-5
Ответ на поставленный вопрос не дан.	0-3

Невыполнение одного из заданий (или отказ от его выполнения) является, как правило, основанием для выставления неудовлетворительной оценки за кандидатский экзамен в целом.

3. Содержание

Раздел 1
Математическое моделирование физико-механических процессов

1. Понятие тензора и основные алгебраические операции с тензорами
2. Лагранжевы (материальные) и Эйлеровы (пространственные) координаты, тензоры деформаций Грина и Альманси.
3. Теория малых деформаций Коши. Физический смысл компонентов тензора деформаций.
4. Определение компонент вектора перемещений через компоненты поля малых деформаций. Условия совместности деформаций.
5. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений.
6. Главные значения и главные направления тензора напряжений Девиатор напряжений.
7. Уравнение неразрывности в Эйлеровых и Лагранжевых координатах.
8. Уравнение движения сплошной среды.
9. Полная система уравнений сплошной среды. Начальные и граничные условия
10. Закон Гука. Тензор упругих постоянных.
11. Постановка задачи теории упругости в перемещениях.
12. Постановка задач теории упругости в напряжениях.
13. Потенциальная энергия упругой деформации. Единственность решения задач теории упругости.
14. Плоское напряженное состояние. Плоское деформированное состояние.
15. Основные уравнения термоупругости.
16. Вариационная постановка задачи Дирихле (уравнение Пуассона) на примере задачи о деформировании пластины.
17. Ползучесть и релаксация, интегральные операторы вязкоупругости.
18. Теория малых упруго-пластических деформаций.

ЛИТЕРАТУРА к разделу 1:

1. Е.Н.Чумаченко, С.Д.Арутюнов, А.И.Воложин и др. Создание научных основ и внедрение в клиническую практику компьютерного моделирования лечебных технологий и прогнозов реабилитации больных с челюстно-лицевыми дефектами и стоматологическими заболеваниями. Монография. М.: МГМСУ, 2010.
2. Чумаченко Е.Н., Смирнов О.М., Цепин М.А. Сверхпластичность: материалы, теория, технологии (в серии: "Синергетика: от прошлого к будущему") – М:, Изд. 2-е, Книжный дом ЛИБРОКОМ", 2009.
3. Черняк В.Г., Суетин П.Е. Механика сплошных сред. – М. ФИЗМАТЛИТ, 2006.
4. Седов Л. И. Механика сплошной среды. В 2-х томах. Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2004.
5. Селиванов В. В. Прикладная механика сплошных сред. В 3 томах. Том 2: Механика разрушения деформируемого тела. Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006.
6. Е.Н.Чумаченко, С.Д.Арутюнов, И.Ю.Лебеденко Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния зубных протезов. Учебное пособие.- М.: Молодая Гвардия, 2003, 272 с.
7. Л.И.Седов «Механика сплошной среды», т. 1 и 2, М., Наука, 1984.

8. А.А.Ильюшин «Механика сплошной среды», изд. МГУ, 1981.
9. Ю.Н.Работнов Механика деформируемого твердого тела - М.: Наука, 1984.

<u>Раздел 2</u>
Применение ЭВМ к решению задач МДТТ

1. Формулы Гаусса численного интегрирования.
2. Понятие сплайна, линейная интерполяция функций двух переменных на плоской области.
3. Решение нелинейных уравнений и систем: метод Ньютона и метод последовательных приближений.
4. Понятие обусловленности для решения систем линейных уравнений.
5. Метод квадратного корня для систем линейных уравнений.
6. Итерационные методы решения систем алгебраических уравнений
7. Численное решение интегральных уравнений.
8. Метод Ритца.
9. Формирование локального и глобального базисов в МКЭ.
10. Формирование матрицы жесткости в глобальной форме.
11. Вывод формулы рассылки локальных матриц в глобальную матрицу' жесткости.
12. Формирование глобальной матрицы жесткости через локальные.
13. Методы полуавтоматической генерации сетки конечных элементов.
14. Метод упругих решений.
15. Метод переменных параметров упругости.

ЛИТЕРАТУРА к разделу 2:

1. Е.Н.Чумаченко, И.В.Логашина Математическое моделирование и оптимизация процессов деформирования материалов при обработке давлением, М.: ЭКОМЕТ, 2008.-400с.
2. Присекин В.Л., Расторгуев Г.И. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010
3. Бураго Н. Г. Вычислительная механика. М.: Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 2007.
4. Чумаченко Е.Н., Смирнов О.М., Цепин М.А. Сверхпластичность: материалы, теория, технологии. - М., КомКнига, 2005. – 320 с.
5. Подураев Ю.В., Мехатроника: основы, методы, применение: учебное пособие для студентов вузов. – М: Машиностроение, 2006.
6. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. Пер. с англ., М.: "Мир", 1975.
7. Yang Jusheng, Yang Nan, A brief review of FEM software technique, Advances in Engineering Software, Volume 17, Issue 3, 1993, Pages 195–200

<u>Раздел 3</u>
Численно-аналитические методы в МДТТ

1. Основные краевые задачи для оператора Лапласа.
2. Формулы Грина для оператора Лапласа.
3. Теоремы единственности решений основных краевых задач для оператора Лапласа.
4. Фундаментальное и сингулярное решение оператора Лапласа.
5. Гармонические потенциалы простого и двойного слоя и их свойства.

6. Гармонический объемный потенциал и его свойства.
7. Интегральные уравнения основных краевых задач теории гармонического потенциала.
8. Формулы Грина-Бетти для оператора Ламе.
9. Теоремы единственности решений основных краевых задач для оператора Ламе.
10. Фундаментальное решение оператора Ламе.
11. Сингулярные решения оператора Ламе.
12. Упругий потенциал простого слоя и его свойства.
13. Упругий потенциал двойного слоя и его свойства
14. Упругий объемный потенциал и его свойства
15. Интегральные уравнения основных краевых задач статической теории упругости.
16. Постановка задачи оптимального управления в случае фиксированной начальной и конечной точки траектории.
17. Постановка задачи оптимального управления в случае подвижной правой точки траектории и фиксированной левой.
18. Постановка задачи оптимального быстродействия.

ЛИТЕРАТУРА к разделу 3:

1. A.H.-D. Cheng, D.T. Cheng, Heritage and early history of the boundary element method, Engineering Analysis with Boundary Elements. – 2005. – Vol. 29. – P. 268–302.
2. Mackerli, J. FEM and BEM in the context of information retrieval, Computers and Structures. – 2002. – № 80. – P. 1595-1604.
3. J.C. Lachat, J.O. Watson, Effective numerical treatment of boundary integral equations: a formulation for three-dimensional elastostatics, Int. J. Numer. Mech. Eng. – 1976. – № 10. – P. 991-1005.
4. Горшков А.Г., Тарлаковский Д.В., Старовойтов Э.И., Теория упругости и пластичности: учебник, – М. ФИЗМАТЛИТ, 2011.
5. А.Н.Боголюбов, Н.Т.Левашова, И.Е.Могилевский, Ю.В.Мухартова, Н.Е.Шапкина. Фунция Гринв Оператора Лапласа. – М., Физический факультет МГУ, 2012.
6. Кондратьев Б.П. Теория потенциала. Новые методы и задачи с решениями. М.: Мир, 2007
7. Горшков А. Г., Медведский А. Л., Рабинский Л. Н., Тарлаковский Д. В. Волны в сплошных средах. М.: Физматлит, 2004.
8. Куликовский А. Г., Погорелов Н. В., Семенов А. Ю. Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений. М.: Физматлит, 2001.
9. Благодатских В.И.Введение в оптимальное управление. - М.: Высшая школа, 2001.
10. Купрадзе В.Д., Гегелиа Т.Г., Башелейшвили М.О., Бурчуладзе Т.В. Трехмерные задачи математической теории упругости и термоупругости. М., Наука, 2-е издание, 1976.
11. Бенерджи П., Баттерфилд Р. Методы граничных элементов в прикладных науках. - М., Мир, 1984.
12. Бреббиа К., Уокер С. Применение метода граничных элементов в технике. - М., Мир, 1982.
13. Верижский Ю.В. Численные методы потенциала в некоторых задачах прикладной механики, Киев, Вища школа, 1978.