

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»

Программа кандидатского экзамена

СК-РП-15.1-04-22

Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

А.А. Куркин

«14» марта 2022 г



Кафедра «Аэро-гидродинамика, прочность машин и сопротивление материалов»

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1.1.8

«МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА»

Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.1. Математика и механика


Наименование отрасли науки, по которой
присуждаются ученые степени:

технические науки

Научная специальность:

1.1.8. Механика деформируемого
твердого тела

Нижний Новгород 2022

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Программа предназначена для методического сопровождения процесса подготовки аспирантов (соискателей) к сдаче кандидатского экзамена по специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твердого тела».

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.
2. Паспорт научной специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твердого тела», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.
3. Учебный план НГТУ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твердого тела».

РЕКОМЕНДОВАНА кафедрой «Аэро-гидродинамика, прочность машин и сопротивление материалов» (АГДПМиСМ)

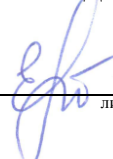
протокол № 6 от " 11 " марта 2022г.


Заведующий кафедрой «ЭПА»

д.ф.-м.н.  Герасимов С.И.
подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:


И.о. декана факультета подготовки специалистов высшей квалификации

 Трубочкина Е.Л. «14» марта 2022 г.
личная подпись расшифровка подписи дата

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения	4
2	Основная программа кандидатского экзамена по специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твердого тела»	4
3	Дополнительная программа	7
	Приложение. Пример оформления дополнительной программы	8

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-ПП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

1 Общие положения

Программа кандидатского экзамена по специальности состоит из двух частей:

1) основная программа по специальности, разработанная в соответствии с паспортом научной специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твердого тела»;

2) дополнительная программы, разрабатываемая аспирантом (соискателем).

Экзаменационные билеты должны включать 2-3 вопроса из основной программы и 1-2 вопроса из дополнительной программы.

2 Основная программа кандидатского экзамена по специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твердого тела»

Программа составлена в соответствии с паспортом специальности 1.1.8 «Механика деформируемого твердого тела», с опорой на дисциплины, связанные с задачами динамики, волновых процессов, накопления повреждений, прочности, механики разрушения и вычислительной механики деформируемого твердого тела.


2.1 Теория упругости

Тензоры напряжений и деформаций. Уравнения равновесия. Определение перемещений по деформациям. Уравнения совместности деформаций. Потенциальная энергия деформации. Закон Гука для изотропного и анизотропного тела.

Полная система уравнений теории упругости. Уравнения Бельтрами-Митчела. Уравнения в перемещениях. Постановка основных задач теории упругости. Прямой, обратный и полуобратный методы решения задач теории упругости. Принцип Сен-Венана. Вариационные принципы теории упругости. Принцип Лагранжа. Теорема Клапейрона. Теорема Бетти. Принцип Кастильяно. Вариационные методы решения задач теории упругости (Ритца, Бубнова-Галеркина, Треффца).

Основные задачи теории упругости. Плоская деформация и плоское напряженное состояние. Функция напряжений. Дифференциальные уравнения и краевые условия для функции напряжений. Методы решения задач теории упругости (с помощью тригонометрических рядов, интегральных преобразований, конечных разностей, конечных и граничных элементов). Применение теории функций комплексного переменного, формулы Колосова-Мусхелишвили. Кручение цилиндрических стержней.

Постановка пространственных и осесимметричных задач термоупругости.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования <i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

2.2 Теория пластичности и ползучести

Модели упругопластического тела. Критерии текучести. Поверхность текучести. Ассоциированный закон течения. Теория течения в случае изотропного и анизотропного упрочнения. Деформационная теория. Сравнение теорий пластичности.

Постановка задач в теории упругопластического материала без упрочнения. Остаточные напряжения. Предельное состояние и предельная нагрузка. Определение верхней и нижней границ для предельной нагрузки. Приспособляемость. Простейшие задачи теории пластичности.

Гипотезы старения, упрочнения и наследственности в теории ползучести. Постановка и методы решения задач теории ползучести. Установившаяся ползучесть при изгибе.

2.3 Конструкционная прочность и элементы механики разрушения


Физические основы прочности материалов. Вязкий и хрупкий типы разрушения. Прочность при сложном напряженном состоянии. Усталостное разрушение, его физическая природа. Малоцикловая усталость. Длительная прочность. Статистические аспекты разрушения и масштабный эффект. Влияние концентрации напряжений на прочность.

Теория квазихрупкого разрушения. Напряжения вблизи трещины в упругом теле. Энергетический и силовой подходы в механике разрушения. Условия разрушения тел с трещинами. Условия устойчивости трещин. Критический коэффициент интенсивности напряжений. Учет пластических деформаций в конце трещины. Влияние температуры на сопротивление хрупкому разрушению. Закономерности роста усталостных трещин. Разрушения в условиях ползучести. Понятие о коррозионной усталости и коррозионном растрескивании.

2.4 Динамика упругих систем

Принцип Гамильтона-Остроградского для упругих систем. Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний упругих стержней. Уравнения колебаний упругих пластин и оболочек.

Свойства собственных форм и частот колебаний упругих систем. Вариационные принципы в теории свободных колебаний. Методы определения собственных частот и форм колебаний упругих систем. Вынужденные колебания упругих систем. Колебания диссипативных систем.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Упругие волны в неограниченной упругой среде. Продольные и поперечные волны. Дисперсионные уравнения. Фазовая и групповая скорости. Поверхностные волны Релея. Волны Лява. Упругопластические волны.

2.5 Статистическая динамика и теория надежности

Задачи статистической динамики. Линейные системы и методы их анализа. Прохождение стационарного случайного процесса через стационарную линейную систему. Основные положения теории выбросов.

Надежность, основные понятия и показатели. Функции распределения времени до отказа. Надежность составных систем. Резервирование. Модель «нагрузка – несущая способность» при внезапных и постепенных отказах. Методы линеаризации и статистического моделирования в задачах надежности.


Показатели безопасности. Классификация рисков. Нормирование безопасности.

2.6 Вычислительная механика деформируемого твердого тела

Численные методы решения задач динамики и прочности. Разностные методы, вариационные методы. Метод конечных элементов. Метод граничных элементов. Интегрирование уравнений динамики. Решение нелинейных задач. Статистическое моделирование. Решение оптимизационных задач. Решение мультифизических и связанных задач.

Список литературы

1. Бате, К., Вильсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов / К. Бате, Е.М.Вильсон. - Стройиздат, 1982. - 488 с.
2. Бенерджи, П. Метод граничных элементов в прикладных науках / П. Бенерджи, Р.М. Баттерфилд. - М.:Мир, 1984. – 494 с.
3. Бидерман, В. Л. Теория механических колебаний: Учебник для вузов / В.Л. Бидерман. - М.: Высш. школа, 1980. - 408 с.
4. Волков В.М. Надежность машин и тонкостенных конструкций: Учеб.пособие / В.М. Волков; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород, 2011. - 365 с.
5. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике / О Зенкевич. - М.: Мир, 1975. – 541 с.
6. Зубчанинов, В.Г. Основы теории упругости и пластичности: Учеб. для машиностроит. спец. вузов / В.Г. Зубчанинов. - М.: Высш. шк. , 1990. - 368 с.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-ПП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

7. Малинин, Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести / Н.Н. Малинин. - М.: Издательство Юрайт, 2018. — 402 с.

8. Молотников, В. Я. Теория упругости и пластичности / В. Я. Молотников, А. А. Молотникова. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 532 с. Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/94741>

9. Основы механики сплошных сред: Механика деформируемого твердого тела: учеб. пособие / В.М. Волков [и др.]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2016. - 105 с.


10. Пестриков В.М. Механика разрушения твердых тел: Курс лекций / В.М. Пестриков, Е.М. Морозов. - СПб. : Профессия, 2002. - 304 с.

11. Работнов, Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела / Ю.Н. Работнов. М.: Наука, 1988. – 712 с.

12. Светлицкий, В.А. Статистическая механика и теория надежности: Учебник / В.А. Светлицкий. - 2-е изд.,стер. - М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2004. - 504 с.

3 Дополнительная программа

Дополнительная программа, самостоятельно составляемая аспирантом (соискателем), включает в себя титульный лист, не менее 15 вопросов по теме диссертации и не менее 15 источников литературы. Дополнительная программа должна быть подписана научным руководителем и согласована с деканом факультета подготовки специалистов высшей квалификации. Пример оформления дополнительной программы приведен в Приложении.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример оформления дополнительной программы

Минобрнауки России

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 Нижегородский государственный технический университет
 им. Р.Е. Алексеева

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФСВК

_____ Р.Ш. Бедретдинов


« ___ » _____

Дополнительная программа

к кандидатскому экзамену


по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела

Нижний Новгород 2022 г.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации


Дополнительная программа экзамена по специальности

- 1 Хрупкое, квазихрупкое, вязкое разрушение конструкций с трещинами
2. Критерии линейной и нелинейной механики разрушения.
3. Двухкритериальный подход к описанию разрушения конструкций с трещинами.
4. Модели усталостного разрушения в концентраторах напряжений.
5. Влияние градиента напряжений и деформаций на накопление усталостных повреждений.
6. Особенности циклического пластического деформирования в концентраторах напряжений.
- 7 Модели накопления усталостных повреждений при малоцикловом деформировании
8. Модели роста усталостных трещин.
9. Модели определения траекторий развития сквозных усталостных трещин.
- 10 Модели определения траекторий поверхностных и внутренних трещин.
11. Реализация расчета параметров механики разрушения в программных комплексах.
12. Алгоритмы расчета траектории разрушения с использованием МКЭ.
13. Законы распределения начальных размеров дефектов несплошности в конструкциях.
14. Модели надежности конструкций с усталостными трещинами.
15. Алгоритмы реализации методов расчета надежности конструкций с усталостными трещинами.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Список литературы

1. Болотин, В. В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В. В. Болотин. – М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.
2. Варфоломеев, И. В. Критерии и устойчивые формы роста несквозных трещин при циклическом нагружении. Сообщение 1 / И. В. Варфоломеев, В. А. Вайншток, А. Я. Красовский // Проблемы прочности. – 1990. – № 8. – С. 3-10.
3. Варфоломеев, И. В. Критерии и устойчивые формы роста несквозных трещин при циклическом нагружении. Сообщение 2 / И. В. Варфоломеев, В. А. Вайншток, А. Я. Красовский // Проблемы прочности. – 1990. – № 9. – С. 11-16.
4. Волков, В. М. Разрыхление металлов и разрушение конструкций машин / В. М. Волков // Вестн. Волжской гос. акад. водного транспорта. Надежность и ресурс в машиностроении. – 2003. – Вып. 4. – С. 50–69.
5. Волков, В. М. Объединенная модель образования и роста усталостных трещин в концентраторах напряжений / В. М. Волков, А. А. Миронов // Проблемы прочности и пластичности: Межвуз. сб. – Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2005. – Вып. 67. – С. 20–25.
6. Казаков, Д. А. Моделирование процессов деформирования и разрушения материалов и конструкций / Д. А. Казаков, С. А. Капустин, Ю. Г. Коротких. – Н. Новгород: НГУ, 1999. – 226 с.
7. Карзов, Г. П. Физико-механическое моделирование процессов разрушения / Г. П. Карзов, Б. З. Марголин, В. А. Швецова. – СПб.: Политехника, 1993. – 391 с.
8. Красовский, А. Я. Трещиностойкость сталей магистральных трубопроводов / А. Я. Красовский, В. Н. Красико. – Киев: Наук. думка, 1990. – 176 с.
9. Куркин, С. А. Модели развития разрушения от дефектов типа несплошностей при циклическом нагружении, основанные на методах механики разрушения / С. А. Куркин // Контроль. Диагностика. – 1998. – № 2. – С. 17–20.
10. Лукьянов, В.Ф. Технологическая наследственность как фактор надежности сварных соединений / В. Ф. Лукьянов // Вестник ДГТУ / Ростов н/Д. – 2005. – Т.5. - №3 (25). – С. 388-399.
11. Миронов, А. А. Анализ данных неразрушающего контроля с учетом их стохастичности / А. А. Миронов // Дефектоскопия. – 2015. – № 3. – С. 45–50.
12. М-02-91. Методика определения допускаемых дефектов в металле оборудования и трубопроводов во время эксплуатации АЭС. – М., 1991. – 20 с.
13. О двухкритериальном подходе к оценке предельной несущей способности тела с трещиной / Красовский А. Я., Махутов Н. А., Орыняк И. В., Тороп В. М. // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 1992. – № 4-5. – С. 92-100.
14. Острейковский, В. А. Теория надежности / В. А. Острейковский. – М.: Высш. шк., 2003. – 463 с.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

15. Панасюк В. В. Зарождение усталостных трещин у концентраторов напряжений / В. В. Панасюк, О. П. Остап, Е. М. Костык // ФХММ. – 1985. – №6. – С. 3–10.

16. Плювинаж, Г. Механика упругопластического разрушения: [пер. с франц.] / Г. Плювинаж. – М.: Мир, 1993. – 450 с.

17. Прочность материалов и конструкций / Редкол.: В. Т. Трощенко (отв. ред.) [и др.]. – Киев.: Академперіодика, 2005. – 1088 с.

18. Райзер, В. Д. Теория надежности сооружений / В. Д. Райзер. – М.: Изд-во АСВ, 2010. - 383 с.

19. Трощенко, В. Т. Деформационные кривые усталости сталей и методы определения их параметров / В. Т. Трощенко, Л. А. Хамаза // Проблемы прочности. – 2010. – № 6. – С. 26-43.

20. Трощенко, В. Т. Усталость и неупругость металлов при неоднородном напряженном состоянии / В. Т. Трощенко // Проблемы прочности. – 2010. – № 5. – С. 14–30.

21. BS 7910:1999: Guide on methods for assessing the acceptability of flaws in metallic structures. – London: British Standards, 2000. – 262 p.

Научный руководитель

д.т.н., профессор

Миронов А.А.