

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И. КАНТА  
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор инженерно-технического  
института

С.И. Корягин

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

по образовательной программе высшего образования – программе подготовки  
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки **01.06.01 «Математика и механика»**

Направленность программы **«Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»**

Калининград  
2019

Настоящая программа разработана для поступающих в аспирантуру на направление подготовки 01.06.01 «Математика и механика», направленность программы «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам магистратуры 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», 43.04.01 «Сервис», 23.04.01 «Технология транспортных процессов».

Целью вступительного испытания является оценка базовых знаний поступающих в аспирантуру с точки зрения их достаточности для проведения научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика».

Вступительное испытание по специальной дисциплине направленности программы «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» направления подготовки 01.06.01 «Математика и механика» проводится на русском языке по билетам с сочетанием письменной и устной форм проведения испытания. Экзаменационный билет включает 2 вопроса из предлагаемого перечня.

### **Содержание программы**

Поступающие в аспирантуру по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика» направленности программы «Динамика прочность машин, приборов и аппаратуры» должны продемонстрировать знание следующих тем:

#### **Раздел 1. Теория упругости**

1. Тензоры напряжений и деформаций. Уравнения равновесия. Определение перемещений по деформациям.
2. Уравнения совместности деформаций. Потенциальная энергия деформации. Закон Гука для изотропного и анизотропного тела.
3. Полная система уравнений теории упругости. Уравнения в перемещениях. Постановка основных задач теории упругости.
4. Вариационные принципы теории упругости. Принцип Лагранжа. Вариационные методы решения задач теории упругости (Ритца, Бубнова—Галеркина, Треффца).
5. Основные задачи теории упругости. Плоская деформация и плоское напряженное состояние.
6. Методы решения задач теории упругости с помощью тригонометрических рядов, интегральных преобразований, конечных разностей.
7. Методы решения задач теории упругости методом конечных и граничных элементов).

#### **Раздел 2. Теория пластин и оболочек**

1. Допущения классической теории пластин и оболочек и связанная с ними погрешность. Основное уравнение изгиба пластин. Граничные условия.
2. Изгиб пластин, имеющих в плане форму прямоугольника, круга, кругового кольца.
3. Криволинейные координаты на срединной поверхности оболочки. Уравнения теории упругих оболочек. Внутренние усилия и моменты. Соотношения упругости. Потенциальная энергия деформации. Граничные условия.
4. Безмоментная теория оболочек. Область применения. Осесимметричный изгиб оболочек вращения.
5. Уравнения теории пологих оболочек и область их применения.
6. Слоистые пластины и оболочки.

#### **Раздел 3. Теория пластичности**

1. Модели упругопластического тела. Критерии текучести. Поверхность текучести. Ассоциированный закон течения.
2. Деформационная теория пластичности.
3. Сравнение теорий пластичности.
4. Постановка задач в теории упругопластического материала без упрочнения. Остаточные напряжения. Предельное состояние и предельная нагрузка.
5. Определение верхней и нижней границ для предельной нагрузки. Приспособляемость. Простейшие задачи теории пластичности.

#### **Раздел 4. Элементы теорий прочности и механики разрушения**

1. Физические основы прочности материалов. Вязкий и хрупкий типы разрушения. Прочность при сложном напряженном состоянии. Усталостное разрушение, его физическая природа.
2. Малоцикловая усталость. Длительная прочность. Статистические аспекты разрушения и масштабный эффект. Влияние концентрации напряжений на прочность.
3. Теория квазихрупкого разрушения. Напряжения вблизи трещины в упругом теле. Условия разрушения тел с трещинами. Условия устойчивости трещин.
4. Критический коэффициент интенсивности напряжений. Учет пластических деформаций в конце трещины. Закономерности роста усталостных трещин.

#### **Раздел 5. Теория колебаний**

1. Уравнения Лагранжа второго рода для голономных систем. Функция Гамильтона. Принцип Гамильтона—Остроградского.
2. Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы. Малые собственные колебания консервативных систем.
3. Формула Релея. Свойства собственных частот и форм колебаний.
4. Вынужденные колебания линейных систем.

#### **Раздел 6. Динамика упругих систем**

1. Принцип Гамильтона—Остроградского для упругих систем. Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний упругих стержней.
2. Уравнения колебаний упругих пластин и оболочек.
3. Свойства собственных форм и частот колебаний упругих систем.
4. Вариационные принципы в теории свободных колебаний.
5. Методы определения собственных частот и форм колебаний упругих систем.
6. Вынужденные колебания упругих систем. Колебания диссипативных систем.

#### **Раздел 7. Динамика машин, приборов и аппаратуры**

1. Усилия, действующие в машинах, и их передача на фундамент. Колебания вращающихся валов с дисками.
2. Влияние различных факторов (податливость опор, форма сечения вала, гироскопические эффекты, сила тяжести, различные виды трения и др.) на критические скорости.
3. Методы снижения виброактивности.
4. Уравновешивание роторных машин. Методы статической и динамической балансировки роторов.
5. Виброизоляция машин, приборов и аппаратуры. Активные и пассивные системы виброзащиты. Каскадная виброизоляция.
6. Виброакустика машин. Методы виброакустической защиты машин.
7. Ударные нагрузки. Определение коэффициентов динамичности при ударе. Защита от ударных воздействий.

#### **Раздел 8. Экспериментальные методы исследований динамики и прочности**

1. Определение механических свойств материалов. Назначение и основные типы механических испытаний. Испытательные машины, установки и стенды.
2. Методы анализа напряженно-деформированных состояний. Метод тензометрии. Поляризационно-оптический метод.
3. Применение фотоупругих и лаковых тензочувствительных покрытий. Оптическая и голографическая интерферометрия.

#### **Критерии оценки уровня знаний**

Оценка знаний поступающего в аспирантуру производится по 100-балльной шкале.

**86-100 баллов** выставляется экзаменационной комиссией за обстоятельный и обоснованный ответ на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий в аспирантуру в процессе ответа на вопросы экзаменационного билета правильно определяет основные понятия, свободно ориентируется в теоретическом и практическом материале по предложенной тематике. Экзаменуемый показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание основного и дополнительного материала,

усвоил рекомендованную литературу; может объяснить взаимосвязь основных понятий; проявляет творческие способности в понимании и изложении материала.

**66-85 баллов** выставляется поступающему в аспирантуру за правильные и достаточно полные ответы на вопросы экзаменационного билета, которые не содержат грубых ошибок и неточностей в трактовке основных понятий и категорий, но в процессе ответа возникли определенные затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Экзаменуемый показывает достаточный уровень знаний в пределах основного материала; усвоил литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий при дополнительных вопросах экзаменатора. Допускает несущественные погрешности в ответах.

**50-65 баллов** выставляется поступающему в аспирантуру при недостаточно полном и обоснованном ответе на вопросы экзаменационного билета и при возникновении серьезных затруднений при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Экзаменуемый показывает знания основного материала в минимальном объеме, знаком с литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответах, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством экзаменатора.

**0-49 баллов** выставляется в случае отсутствия необходимых для ответа на вопросы экзаменационного билета теоретических и практических знаний. Экзаменуемый показывает пробелы в знаниях основного материала, допускает принципиальные ошибки в ответах, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки самостоятельно.

## Основная и дополнительная литература

### Основная литература

1. Теоретическая механика в примерах и задачах: учеб. пособие/ М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. - СПб.: Лань, 2013 - 2013. - ISBN 978-5-8114-1022-4 Т. 2: Динамика. - 10-е изд., стер.. - 638 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Предм. указ.: с. 635-638. - ISBN 978-5-8114-1021-7: 727.49, 727.49, 969.98, р. Имеются экземпляры в отделах: всего 21: ч.з.N3(1), УБ(19), ч.з.N9(1)

2. Молотников, В. Я. Механика конструкций. Теоретическая механика. Соппротивление материалов: учеб. для вузов/ В. Я. Молотников. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2012. - 539 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Вариант загл.: Теоретическая механика. - Вариант загл.: Соппротивление материалов. - Предм. указ.: с. 529-534. - ISBN 978-5-8114-1327-0: 1158.80, 1545.06, р. Имеются экземпляры в отделах: всего 2: ч.з.N3(1), ч.з.N9(1)

3. Сидоров, В. Н. Соппротивление материалов: учеб. для вузов/ В. Н. Сидоров ; под ред. В. А. Смирнова. - Москва: Архитектура-С, 2013. - 303 с. - Библиогр.: с. 297. - Предм. указ.: с. 298-303. - ISBN 978-5-9647-0242-9 : 330.00, 330.00, р. Имеются экземпляры в отделах: всего 20: УБ(19), ч.з.N9(1)

### Дополнительная литература:

1. Теория надежности сложных систем: учеб. пособие для вузов/ В. А. Каштанов, А. И. Медведев. - 2-е изд., перераб. . - М.: Физматлит, 2010. - 608 с.: ил. - Библиогр.: с. 600-605 (109 назв.). - Предм. указ.: с. 606-608. - ISBN 978-5-9221-1132-4: 893.75, 893.75, р. Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N3(1)

2. Надежность технических систем: примеры и задачи : учеб. пособие для вузов/ С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012. - 313 с.: табл.. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 307-310 (50 назв.). - ISBN 978-5-8114-1268-6: 464.97, 464.97, р. Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N3(1)

3. Машиностроение: энцикл. в 40 т./ гл. ред. К. В. Фролов. - М.: Машиностроение, 2000 - . - ISBN 5-217-01949-2 Разд. 4: Расчет и конструирование машин. т. 4-3: Надежность машин/ ред.-сост.: В. В. Клюев, А. П. Гусенков ; отв. ред. К. С. Колесников. - 2003. - 592 с.: ил., табл. -

Библиогр. в конце гл. - Предм. указ.: с. 586-592. - ISBN 5-217-02884-X: 2400.00, 2400.00, р. Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N10(1)

4. Надежность в машиностроении / А. И. Кубарев . - Б.м., 1989. - Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N10(1)

5. Практикум по надежности технических систем: учеб. пособие для вузов/ Е. И. Лисунов. - 2-е изд., испр. и доп.. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. - 238, [1] с.: ил., табл.. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 237-238 (35 назв.). - ISBN 978-5-8114-1756-8: 630.08, 630.08, р. Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N10(1)

6. Основы теории надежности и диагностика: учеб. для вузов/ Н. Я. Яхьяев, А. В. Кораблин. - М.: Академия, 2009. - 250, [1] с. - (Высшее профессиональное образование. Транспорт). - Библиогр.: с. 247-248 (32 назв.). - ISBN 978-5-7695-5734-7: 288.34, 288.34, р. Имеются экземпляры в отделах: ч.з.N10(1)

7. Новый подход к обеспечению надежности сложных систем/ В. М. Труханов. - М.: Спектр, 2010. - 246 с.: ил., табл.. - Библиогр.: с. 226 (12 назв.) . - ISBN 978-5-904270-09-4: 137.00, 137.00, р. Имеются экземпляры в отделах: НА(1)

8. Хлуднев, А. М. Задачи теории упругости в негладких областях/ А. М. Хлуднев. - М.: Физматлит, 2010. - 251 с.: ил., граф.. - Библиогр.: с. 248-251 [62 назв.]. - ISBN 978-5-9221-1230-7: 155.00, 155.00, р. Имеются экземпляры в отделах: НА(1): Свободны: НА(1).

9. Метод конечных элементов в решении задач механики несущих систем: учеб. пособие для вузов/ И. Н. Серпик. - Москва: АСВ, 2015. - 200 с. - Библиогр.: с. 197-200 (50 назв.). - ISBN 978-5-93093-0054-6: 450.00, 450.00, р. Имеются экземпляры в отделах: всего 23: УБ(22), ч.з.N9(1)

10. Ландау, Л. Д.Ландау, Л. Д. Теоретическая физика: учеб. пособие для вузов/ Е. М. Лифшиц, Л. Д. Ландау. - М.: Наука, 1973 - Т. 7: Теория упругости. - 4-е изд., испр. и доп.. - 1987. - 246 с.: ил.. - 0.80 р. Имеются экземпляры в отделах: НА(2)

11. Физика прочности и пластичности/ А. Н. Коган; Мордов. гос. ун-т им. Н. П. Огарева. - Саранск: МГУ , 1977. - 105 с.: ил.. - Библиогр.: с. 103. - 0.46, р. Имеются экземпляры в отделах: НА(1)

12. Устойчивость и пластичность: [в 2 т.]/ В. Г. Зубчанинов. - М.: Физматлит, 2007 - [Т.] 2: Пластичность. - 2008. - 336 с. - Библиогр. в конце разд.. - ISBN 978-5-9221-0886-7: 135.00, 135.00, р. Имеются экземпляры в отделах: НА(1)