

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И. КАНТА



«УТВЕРЖДАЮ»  
Руководитель ОНК  
«Институт высоких  
технологий»

/Юров Артем Валерианович  
«29» *ноября* 2024 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Научная специальность *1.1.7 Теоретическая механика, динамика машин*

## Лист согласования

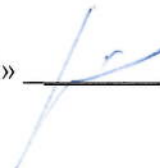
**Составитель:**

Великанов Н.Л., д.ф.-м.н., профессор, профессор ОНК «Институт высоких технологий»

Программа одобрена Экспертным советом ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 4 от «29» ноября 2024 г.

Председатель Экспертного совета ОНК «Институт высоких технологий» \_\_\_\_\_ В.Н. Лейцин



Главный специалист ИПНПК \_\_\_\_\_



Е.И. Козенкова

Настоящая программа разработана для поступающих в аспирантуру на научную специальность *1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин*.

Абитуриенты, желающие освоить основную образовательную программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности *1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин*, должны ознакомиться с Правилами приема в Балтийский федеральный университет им. И. Канта на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

К освоению программ аспирантуры по научной специальности *1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин*, имеющие высшее образование, подтверждаемое присвоением им квалификации «специалист», «дипломированный специалист», «магистр», а также лица, имеющие базовое высшее образование (освоение программы сроком не менее 6 лет) или специализированное высшее образование, при выполнении одного из двух условий:

— образование релевантно группе научных специальностей 1.1. Математика и механика (в соответствии со Списком релевантности направлений подготовки по программам магистратуры и специалитета группам научных специальностей (научным специальностям) по программам аспирантуры в 2025 году, утверждённым Ученым советом БФУ им. И. Канта);

— имеется стаж работы в отрасли/должности, соответствующей группе научных специальностей 1.1. Математика и механика, сроком не менее 3 лет.

Целью вступительного испытания является оценка базовых знаний, поступающих в аспирантуру с точки зрения их достаточности для проведения научно-исследовательской деятельности по научной специальности *1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин*.

Вступительное испытание по специальной дисциплине научной специальности *1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин* проводится на русском или английском языке по билетам в устной форме. Экзаменационный билет включает 2 вопроса из предлагаемого перечня, а также собеседование с членами экзаменационной комиссии, в ходе которого абитуриент обосновывает выбор научной специальности, выбор предполагаемого научного руководителя из числа преподавателей и научных работников университета, имеющих право осуществлять научное руководство аспирантами по соответствующей научной специальности, излагает профессиональные планы и цели подготовки и защиты кандидатской диссертации по выбранной научной специальности

## **Содержание программы**

### **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 оценивания уровня знаний**

Оценка знаний поступающего в аспирантуру производится по 100-бальной шкале. Максимальный балл за ответ на экзаменационный билет – 100. Минимальный балл, соответствующий положительной оценке – 50.

**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. В ходе собеседования устанавливается высокая степень мотивированности к подготовке и защите кандидатской диссертации в период освоения программы аспирантуры, наличие научного задела по теме планируемого исследования, участия в исследовательских проектах, научных грантах, студенческих конкурсах.

**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. В ходе собеседования устанавливается высокая степень подготовленности поступающего в аспирантуру к проведению самостоятельных научных исследований по выбранной научной специальности и мотивированности к подготовке кандидатской диссертации в период освоения программы аспирантуры и ее защите.

**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. В ходе собеседования устанавливается низкая степень подготовленности поступающего в аспирантуру к проведению самостоятельных научных исследований (в том числе на основании анализа представленных индивидуальных достижений) по выбранной научной специальности; мотивация к подготовке кандидатской диссертации в период освоения программы аспирантуры низкая или совсем отсутствует.

**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. Сопротивление 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.: Сопротивление 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. Сопротивление 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 нзв.) . - 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)