

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Теоретическая механика, динамика машин»**

для программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в
аспирантуре

Калининград
2024

Лист согласования

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

Рабочая программа утверждена на заседании
Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 14 от «31» 01.2024 г.

Председатель Ученого совета
ОНК «Институт высоких технологий» Профессор, д.ф.-м.н.

Юров А.В.

Содержание:

1. Общая характеристика дисциплины	4
2. Объём дисциплины	4
3. Содержание дисциплины	5
4. Учебно-тематический план дисциплины	7
5. Учебно-методическое сопровождение самостоятельной работы обучающихся	7
6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	7
7. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	9
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	10
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	11

1. Общая характеристика дисциплины

Учебная дисциплина «**Теоретическая механика, динамика машин**» относится к числу дисциплин, направленных на подготовку и сдачу кандидатских экзаменов по научной специальности 1.1.7 Теоретическая механика, динамика машин.

Изучение учебной дисциплины «**Теоретическая механика, динамика машин**» базируется на знаниях и умениях, полученных аспирантами ранее в ходе освоения программного материала других учебных дисциплин.

Цель изучения дисциплины: формирование профессиональных компетенций: овладение основами логических знаний, необходимых для проведения научных исследований, теоретическими и экспериментальными методами при разработке новейших технологий, привитие навыков и умений, необходимых для самостоятельного выполнения научных исследований, применение знаний о современных методах исследования, формирование у аспирантов системы знаний, умений и навыков в области сбора анализа и обработки информации, связанной с выполнением научных исследований организационно-технологического характера.

Задачи дисциплины: приобретение аспирантами навыков и умений самостоятельно ставить задачи планируемого научного исследования и проводить их, делать выводы по результатам работы и правильно их формулировать в соответствии с целью и задачей проводимого исследования; изучение основных фундаментальных и прикладных проблем в области методологии научных исследований; формирование умения применять в практической деятельности современные методы исследования, ориентироваться в постановке задач и искать средства их решения, формирование навыков работы в научном коллективе, способность порождать новые идеи (креативность).

Язык реализации дисциплины - русский.

2. Объём дисциплины

Вид учебной работы	Всего, час.	Объём по семестрам	
		3	4
Контактная работа обучающегося с преподавателем по видам учебных занятий (КР):	72	36	36
<i>Лекционные занятия (Л)</i>	48	24	24
<i>Семинарские/ Практические занятия (СПЗ)</i>	24	12	12
Самостоятельная работа обучающегося, в том числе подготовка к промежуточной аттестации (СР)	90	36	54
Вид промежуточной аттестации: Зачет (З), Зачет с оценкой (ЗО), Экзамен (Э), Кандидатский экзамен (КЭ)	18		18 КЭ
Общий объём часов	180	72	108

	В зачетных единицах	5	2	3
--	---------------------	---	---	---

3. Содержание дисциплины

№ пп	Наименование раздела/ темы	Содержание темы
1	Тема 1: Теория упругости	<p>1. Тензоры напряжений и деформаций. Уравнения равновесия. Определение перемещений по деформациям.</p> <p>2. Уравнения совместности деформаций. Потенциальная энергия деформации. Закон Гука для изотропного и анизотропного тела.</p> <p>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).</p> <p>5. Основные задачи теории упругости. Плоская деформация и плоское напряженное состояние.</p> <p>6. Методы решения задач теории упругости с помощью тригонометрических рядов, интегральных преобразований, конечных разностей.</p> <p>7. Методы решения задач теории упругости методом конечных и граничных элементов).</p>
2	Тема 2: Теория пластин и оболочек.	<p>1. Допущения классической теории пластин и оболочек и связанная с ними погрешность. Основное уравнение изгиба пластин. Граничные условия.</p> <p>2. Изгиб пластин, имеющих в плане форму прямоугольника, круга, кругового кольца.</p> <p>3. Криволинейные координаты на срединной поверхности оболочки. Уравнения теории упругих оболочек. Внутренние усилия и моменты. Соотношения упругости. Потенциальная энергия деформации. Граничные условия.</p> <p>4. Безмоментная теория оболочек. Область применения. Осесимметричный изгиб оболочек вращения.</p> <p>5. Уравнения теории пологих оболочек и область их применения.</p> <p>6. Слоистые пластины и оболочки.</p>
3	Тема 3: Теория пластичности.	<p>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.</p>

4	Тема 4: Элементы теорий прочности и механики разрушения	<ol style="list-style-type: none"> 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.
5	Тема 5: Теория колебаний	<ol style="list-style-type: none"> 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.
6	Тема 6: Динамика упругих систем	<ol style="list-style-type: none"> 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.
7	Тема 7: Динамика машин, приборов и аппаратуры	<ol style="list-style-type: none"> 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 радиоактивности. 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.

8	Тема 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. Поляризациино-оптический метод. 3. Применение фотоупругих и лаковых тензочувствительных покрытий. Оптическая и голографическая интерферометрия.
---	--	---

4. Учебно-тематический план дисциплины

Номер раздела, темы	Наименование разделов, тем	Количество часов					Форма контроля
		Всего	КР	Л	СПЗ	СР	
	Семестр 3	72	36	24	12	36	
1	Тема 1: Теория упругости	18	9	6	3	9	
2	Тема 2: Теория пластин и оболочек.	18	9	6	3	9	
3	Тема 3: Теория пластичности.	18	9	6	3	9	
4	Тема 4: Элементы теорий прочности и механики разрушения	18	9	6	3	9	
5	Семестр 4	108	36	24	12	54	КЭ
6	Тема 5: Теория колебаний	27	9	6	3	14	
7	Тема 6: Динамика упругих систем	27	9	6	3	13	
8	Тема 7: Динамика машин, приборов и аппаратуры	27	9	6	3	14	
9	Тема 8: Экспериментальные методы исследований динамики и прочности	27	9	6	3	13	
	Общий объем	180	72	48	24	90	18

5. Учебно-методическое сопровождение самостоятельной работы обучающихся

Цель самостоятельной работы обучающихся заключается в глубоком, полном усвоении учебного материала и в развитии навыков самообразования. Самостоятельная работа может включать: работу с текстами, литературой, учебно-методическими пособиями, нормативными материалами, в том числе материалами сети интернет, а также проработку конспектов лекций, подготовка презентаций, рефератов, участие в работе семинаров, научных конференциях и пр.

6. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Примерные вопросы для проведения устного опроса по дисциплине:

1. Основные напряженные состояния
2. Методы расчета конструкций на прочность
3. Расчет на прочность

4. Расчет конструкций на усталость
5. Свободные колебания систем с конечным числом степеней свободы
6. Вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы
7. Затухающие колебания
8. Составление уравнений движения систем с распределенными параметрами
9. Вариационные принципы теории упругости
10. Влияние коррозии на свойства систем
11. Расчет толстостенных сосудов
12. Расчет тонкостенных сосудов.
13. Влияние конструктивных параметров на сопротивление усталости
14. Динамическое нагружение конструкции
15. Тензор напряжений и тензор деформаций

Вопросы для проведения экзамена по дисциплине:

- 1 Задача Лямэ;
- 2 Формула Лапласса;
- 3 Уравнение Бельтрами-Митчела;
- 4 Вариационные принципы теории упругости;
- 5 Вариационные принципы теории пластичности;
- 6 Итерационные методы решения задач теории пластичности;
- 7 Вариационные методы решения задач теории пластичности
- 8 Длительная прочность;
- 9 Наследственные теории ползучести;
- 10 Реономные модели;
- 11 Склерономные модели;
- 12 Методы решения задач вязкоупругости;
- 13 Свободные колебания систем с переменными параметрами
- 14 Вынужденные колебания систем с переменными параметрами;
- 15 Автоколебания;
- 16 Колебания пластин;
- 17 Колебания оболочек;
- 18 Особенности расчетов на малоцикловую усталость;
- 19 Многоцикловая усталость;
- 20 Нелинейная механика разрушения;
- 21 Коррозионная усталость;
- 22 Коррозионное растрескивание;
- 23 Влияние коррозионных сред на трещиностойкость
- 24 Колебание систем с переменными параметрами при кинематическом нагружении
- 25 Влияние конструктивных параметров деталей на сопротивление усталости

7. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

В ходе текущего контроля успеваемости (устный или письменный опрос, подготовка и

защита реферата, доклад, презентация, тестирование и пр.) при ответах на учебных занятиях, а также промежуточной аттестации в форме зачета обучающиеся оцениваются по двухбалльной шкале:

Оценка «зачтено» - выставляется аспиранту, если он продемонстрировал знания программного материала, подробно ответил на теоретические вопросы, справился с выполнением заданий и (или) ситуационных задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Оценка «не зачтено» - выставляется аспиранту, если он имеет пробелы в знаниях программного материала, не владеет теоретическим материалом и допускает грубые, принципиальные ошибки в выполнении заданий и (или) ситуационных задач, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Оценка по результатам проведения кандидатского экзамена по дисциплине выставляется на основе совокупности ответов по вопросам программы кандидатского экзамена и по вопросам дополнительной программы по теме диссертации аспиранта, которая согласовывается с научным руководителем.

Оценка «отлично» выставляется за исчерпывающий ответ, отражающий знание и профессиональное владение материалом программы кандидатского экзамена и дополнительной программы по теме диссертации.

Оценка «хорошо» выставляется за ответ, содержащий не принципиальные погрешности, отражающий знание и свободное владение материалом программы кандидатского экзамена и дополнительной программы по теме диссертации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется за ответ, отражающий знание принципиальных положений вопросов, при наличии погрешностей, устраняемых аспирантом при ответе на дополнительные вопросы программы кандидатского экзамена и дополнительной программы по теме диссертации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за ответ, показывающий непонимание существа вопроса, наличия грубых ошибок в ответах на вопросы программы кандидатского экзамена и дополнительной программы по теме диссертации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Рекомендуемая 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. Ключев, 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 7 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)

Программное обеспечение:

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта - www.lms-

1. kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;

- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и

связи с системой электронного обучения через Интернет;

- корпоративная платформа Webinar.ru;
- установленное на рабочих местах студентов ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security. Java 8 Update 231 MATLAB R2016a Dev-C++

Электронные образовательные ресурсы:

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- ЭБС Консультант студента

- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- ЭБС IBOOKS.RU
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

БФУ им. И. Канта имеет специальные помещения и лаборатории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, научных исследований, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования.