

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем машиноведения
Российской академии наук
(ИПМаш РАН)

Одобрено на Ученом совете
ИПМаш РАН

Протокол № 05/17
«03» октября 20 17 г.

**УТВЕРЖДАЮ**
Директор ИПМаш РАН, д.ф.-м.н.
А.К. Беляев
«03» октября 20 17 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

01.02.06 «ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ»
НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ
01.06.01 «МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА»

Санкт-Петербург
20 17

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ
01.02.06 «ДИНАМИКА, ПРОЧНОСТЬ МАШИН, ПРИБОРОВ И АППАРАТУРЫ»
НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ
01.06.01 «МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА»**

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая программа вступительного испытания по специальной дисциплине «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» разработана в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте проблем машиноведения Российской академии наук (ИПМаш РАН) в соответствии с

- Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 19 ноября 2013 г. №1259;
- Требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) высшего профессионального образования ступеней «специалист» и «магистр»;
- иными локальными нормативными актами ИПМаш РАН в области образования по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

1.2. Специальная дисциплина «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» входит в число вступительных испытаний для поступления в аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем машиноведения Российской академии наук (ИПМаш РАН) для обучения по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика», по профилю 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

1.3. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов.

1.4. Оценка поступающего определяется как средняя из трех оценок, полученных за каждый вопрос из билета, при условии, что все они положительные.

2. ВОПРОСЫ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

1. Аналитическая механика.
 - 1.1. Связи и виртуальные перемещения механической системы.
 - 1.2. Степени свободы.
 - 1.3. Реакции связей и их работа.

- 1.4. Уравнения Лагранжа второго рода для голономных систем.
- 1.5. Потенциальные, гироскопические и диссипативные силы.
- 1.6. Диссипативная функция Релея.
- 1.7. Функция Гамильтона.
- 1.8. Принцип Гамильтона-Остроградского.
2. Элементы теории устойчивости движения
 - 2.1. Устойчивость по Ляпунову.
 - 2.2. Асимптотическая устойчивость.
 - 2.3. Теорема Лагранжа-Дирихле об устойчивости положений равновесия.
 - 2.4. Метод функций Ляпунова.
 - 2.5. Устойчивость по первому приближению.
 - 2.6. Критерий устойчивости по первому приближению.
 - 2.7. Критерий устойчивости линейных систем.
 - 2.8. Устойчивость периодических решений.
 - 2.9. Параметрически возбуждаемые колебания.
3. Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы.
 - 3.1. Малые собственные колебания консервативных систем.
 - 3.2. Формула Релея.
 - 3.3. Свойства собственных частот и форм колебаний.
 - 3.4. Главные (нормальные) координаты.
 - 3.5. Вынужденные колебания линейных систем.
 - 3.6. Переходные процессы.
 - 3.7. Явление резонанса.
 - 3.8. Простейший виброгаситель, его недостатки.
4. Колебания и волны в упругих телах.
 - 4.1. Принцип Гамильтона-Остроградского для упругих систем.
 - 4.2. Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний упругих стержней.
 - 4.3. Уравнения колебаний упругих пластин.
 - 4.4. Свойства собственных форм и частот колебаний упругих систем.
 - 4.5. Вариационные принципы в теории свободных колебаний.
 - 4.6. Методы определения собственных частот и форм колебаний упругих систем.

- 4.7. Вынужденные колебания упругих систем; представление в виде ряда по формам свободных колебаний.
- 4.8. Колебания диссипативных систем.
- 4.9. Упругие волны в неограниченной упругой среде.
- 4.10. Продольные и поперечные волны.
- 4.11. Дисперсионные уравнения.
- 4.12. Фазовая и групповая скорости.
- 4.13. Поверхностные волны Релея.
- 4.14. Волны Лява.
5. Нелинейные колебания.
 - 5.1. Природа нелинейных сил и их характеристики.
 - 5.2. Особенности нелинейных колебаний.
 - 5.3. Автономные и неавтономные нелинейные системы.
 - 5.4. Фазовые диаграммы автономных систем.
 - 5.5. Автоколебания.
 - 5.6. Фазовые траектории и фазовые диаграммы автономных систем второго порядка.
 - 5.7. Особые точки и их классификация.
 - 5.8. Параметрический резонанс.
 - 5.9. Аэроупругость, флаттер.
 - 5.10. Аналитические методы решения нелинейных задач теории колебаний: метод Пуанкаре, асимптотические методы, метод гармонического баланса, многих масштабов, прямого разделения движения (на примере системы с одной степенью свободы).
 - 5.11. Действие высокочастотной вибрации на нелинейные системы.
 - 5.12. Полезное применение вибрации.
 - 5.13. Вибрационное перемещение, захватывание, самосинхронизация.
6. Теория упругости, элементы теории пластичности и ползучести.
 - 6.1. Тензоры напряжений и деформаций.
 - 6.2. Уравнения равновесия.
 - 6.3. Определение перемещений по деформациям.
 - 6.4. Уравнения совместности деформаций.
 - 6.5. Потенциальная энергия деформации.
 - 6.6. Закон Гука для изотропного и анизотропного тела.

- 6.7. Полная система уравнений теории упругости.
- 6.8. Уравнения Бельтрами-Митчелла.
- 6.9. Уравнения в перемещениях.
- 6.10. Постановка основных задач теории упругости.
- 6.11. Прямой, обратный и полуобратный методы решения задач теории упругости.
- 6.12. Принцип Сен-Венана.
- 6.13. Теорема Клапейрона.
- 6.14. Теорема Бетти.
- 6.15. Принцип Кастильяно.
- 6.16. Вариационные методы решения задач теории упругости (Ритца, Бубнова-Галеркина).
- 6.17. Основные задачи теории упругости.
- 6.18. Плоская деформация и плоское напряженное состояние.
- 6.19. Функция напряжений.
- 6.20. Дифференциальные уравнения и краевые условия для функции напряжений.
- 6.21. Прикладные теории упругих стержней, пластин и оболочек.
- 6.22. Гипотезы плоских сечений и прямых нормалей, их ограничения.
- 6.23. Дифференциальные уравнения и граничные условия.
- 6.24. Основы теории устойчивости упругих стержней.
- 6.25. Понятия о пластичности и ползучести.
- 6.26. Модель упругопластического тела.
- 6.27. Остаточные напряжения.
- 6.28. Гипотезы старения, упрочнения и наследственности.

7. Конструкционная прочность и элементы механики разрушения.

- 7.1. Физические основы прочности материалов.
- 7.2. Вязкий и хрупкий типы разрушения.
- 7.3. Прочность при сложном напряженном состоянии.
- 7.4. Усталостное разрушение, его физическая природа.
- 7.5. Малоцикловая усталость.
- 7.6. Длительная прочность.
- 7.7. Статические аспекты разрушения и масштабный эффект.
- 7.8. Влияние концентрации напряжений на прочность.

- 7.9. Закономерности роста усталостных трещин.
- 7.10. Разрушения в условиях ползучести.
- 7.11. Понятие о коррозионной усталости и коррозионном растрескивании.

8. Динамика машин, приборов и аппаратуры.

- 8.1. Усилия, действующие в машинах, и их передача на фундамент.
- 8.2. Колебания вращающихся валов с дисками.
- 8.3. Критические скорости.
- 8.4. Виброизоляция машин, приборов и аппаратуры.
- 8.5. Активные и пассивные системы виброзащиты.
- 8.6. Ударные нагрузки.
- 8.7. Определение коэффициентов динамичности при ударе.
- 8.8. Защита от ударных воздействий.

9. Численные методы в механике.

Современные пакеты программ для статических и динамических расчетов (Mathematica, Maple, Matlab и т.д.) Метод конечных элементов (ANSYS, NASTRAN и т.д.)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

- 1. Бабаков И.М.. Теория колебаний. М.: Дрофа, 2004.
- 2. Бидерман В.Л.. Прикладная теория механических колебаний. М.: Высш. школа, 1972.
- 3. Пановко Я.Г.. Основы прикладной теории колебаний и удара. Изд. 3-е, дополн. и перераб. Ленинград, Машиностроение, Ленингр. отд., 1976.
- 4. Вибрации в технике: Справочник. В 6 т. М.: Машиностроение, 1999.
- 5. Горшков А.Г., Рабинский Л.Н., Тарлаковский Д.В. Основы тензорного анализа и механика сплошной среды. М.: Наука, 2000.
- 6. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. М.: Машиностроение. 1985.
- 7. Феодосьев В.И. Сопrotивление материалов. М.: Изд-во МГТУ, 1999.
- 8. Blekhnman I.I., Indeitsev D.A. Solving the Problem about a Pendulum with a Vibrating Axis of Suspension by Different Methods of the Theory of Nonlinear Oscillations. Chapter 4 in book: Selected Topics in Vibrational Mechanics/ World Scientific, 2003.
- 9. Пальмов В.А. Элементы тензорной алгебры и тензорного анализа. Санкт-Петербург. Изд-во Политехнического университета. 2008. 108 с.
- 10. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1979.
- 11. Пестриков В.Н., Морозов Е.Н. Механика разрушения твердых тел. Курс лекций. СПб.: Профессия, 2001.

Дополнительная литература

12. Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем. М.: Наука. 1979.
13. Феодосьев В.И. Избранные задачи и вопросы по сопротивлению материалов. М.: Наука. 1973.
14. Горшков А.Г., Морозов В.И., Пономарев А.Т., Шклярчук Ф.Н. Аэрогидроупругость конструкций. М.. 2000.
15. Блехман И.И. Вибрационная механика. М.: Наука. 1994.
16. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике. М.: Наука. 1966.