

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук
(ИМАШ РАН)

Одобрено на Учёном совете
ИМАШ РАН
Протокол № 4
«12» августа 20 15 г.

УТВЕРЖДАЮ
Временно исполняющий обязанности
директора ИМАШ РАН д.т.н., проф.
В.А. Глазунов
«19» августа 20 15 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ МАШИН»

Направление подготовки
01.06.01 – Математика и механика

Направленность (профиль) программы
01.02.06 «Динамика, прочность машин и приборов аппаратуры»

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная
Заочная

Москва
20 15

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Динамика и прочность машин» реализуется в рамках **Блока 1** Основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН) аспирантам очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика.

Рабочая программа разработана с учётом требований ФГОС ВО по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 года № 866, зарегистрировано в Минюсте Российской Федерации 25 августа 2014 года № 33837.

Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану составляет 5 зач.ед. (180 часов), из них лекций – 54 часа, практических (семинарских) занятий – 36 часов, лабораторных занятий – 0 часов, самостоятельной работы – 60 часов, подготовка к экзамену – 30 часов. Дисциплина реализуется на 3-м курсе, в 5-м (осеннем) и 6-м (весеннем) семестрах, продолжительность обучения – 2 семестра.

Текущая аттестация проводится не менее 2 раз в соответствии с заданиями и формами контроля, предусмотренные настоящей программой.

Промежуточная оценка знания осуществляется в период зачётно-экзаменационной сессии в форме экзамена.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Динамика и прочность машин»:

Цель:

• сформировать у аспирантов теоретические знания и практические навыки, необходимые для решения конкретных прикладных задач динамики и прочности машин на научном уровне, обеспечивающую адекватность получаемых решений. Программа дисциплины включает общую часть и прикладные разделы.

Задачи общей части дисциплины:

• изучение принципов и основных подходов к решению задач динамики, устойчивости, рациональной оптимизации, долговечности, ресурса, живучести, надежности и безопасности машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры;

• овладение элементарной техникой использования важнейших математических операций для решения теоретических и инженерных проблем расчета на прочность и жесткость деталей машин;

• приобретение навыков разработки математических моделей деформируемого твердого тела с формулировкой основных физических допущений и граничных и начальных условий;

• изучение механизмов зарождения и роста магистральных трещин в плоских и объемных телах при статическом и циклическом нагружении.

Задачи прикладной части дисциплины:

• развитие методологических подходов и выработка практические навыков к анализу научно-технических проблем прикладной механики посредством компьютерного моделирования и экспериментального исследования;

• овладение методами исследования проблем механики контактного взаимодействия, повреждения и разрушения, проблем трибологии (трения, износа и смазки), надежности, в первую очередь, безотказности, долговечности, износостойкости, усталости и коррозии машин;

• овладение методами применения информационных технологий, современных систем компьютерной математики, технологий конечно-элементного анализа и вычислительного эксперимента;

• приобретение практических навыков управления проектами в области высоких наукоемких технологий; организации работы научных, проектных и производственных подразделений, занимающихся проблемами динамики и прочности машин.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Биомеханика сосудистой системы» направлен на формирование компетенций или отдельных их элементов в соответствии с ФГОС ВО 01.06.01 – Математика и механика:

а) универсальные (УК):

• способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК - 2);

• готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

• способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);

б) общепрофессиональных (ОПК):

- способностью и готовностью к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области динамики и прочности машин (ОПК-1);
- владением культурой научного исследования в области динамики и прочности машин, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способностью и готовностью к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований (ОПК-3);
- способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области динамики и прочности машин с учетом правил соблюдения авторских прав (ОПК-4);

в) профессиональных (ПК):

- способностью и готовностью к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области динамики и прочности машин (ПК-1);
- владением культурой научного исследования в области динамики и прочности машин, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ПК-2);
- способностью участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин (ПК-3);
- способностью и готовностью к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных в области динамики и прочности машин (ПК-5);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- математическое описание динамических процессов в механических системах;
- основные положения теорий пластичности и ползучести;
- основные теоретические положения механики оболочек;
- основы теории прочности и механики разрушения;
- закономерности накопления усталостных повреждений.

Уметь:

- использовать методы анализа НДС различных деталей при статических и динамических режимах нагружения;
- проявить практические навыки в расчетах на статическую и динамическую устойчивость деталей машин;
- минимизировать расходы материала при проектировании деталей, за счет адекватного прочностного расчета

Владеть:

- основами и навыками проведения научно-исследовательской работы по проблемам жесткости, прочности и устойчивости деталей машин;
- основами проведения анализа, оценки и прогнозирования трещиностойкости и живучести деталей машин;
- навыками ведения преподавательской деятельности по образовательным программам высшего образования и демонстрировать способность и готовность.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Структура дисциплины

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебных работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость					
	общая		из них			
	зач.ед	час.	Лекц.	Прак.	Сем.	Сам..
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ по Учебному плану	5	180	54	0	36	90
Аудиторные занятия	2,5	54	54		36	
Лекции (Л)	1,5	54	54			
Практические занятия (ПЗ)	0	0		0		
Семинары (С)	1	36			36	
Самостоятельная работа (СР) в т.ч. с учётом промежуточного и итогового контроля	2,5	90				90
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к семинарским и практическим занятиям) и самостоятельное изучение тем дисциплины, подготовка к экзамену	2,5	90				90
Вид контроля:	экзамен					

3.2. Содержание разделов дисциплины

Общее содержание дисциплины

№ Раздела	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы	Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы. Малые собственные колебания консервативных систем. Формула Релея. Свойства собственных частот и форм колебаний. Главные (нормальные) координаты. Вынужденные колебания линейных систем.
2	Теория нелинейных колебаний. Качественная теория Пуанкаре	Теория нелинейных колебаний. Качественная теория Пуанкаре. Особые точки и их классификация. Типы фазовых траекторий. Методы малого параметра, Крылова—Боголюбова, Ван-дер-Поля, гармонической линеаризации. Автоколебательные системы. Предельные циклы и их устойчивость. Вынужденные и параметрические колебания нелинейных систем
3	Вариационные принципы теории упругости	Полная система уравнений теории упругости. Уравнения Бельтрами-Митчела. Уравнения в перемещениях. Постановка основных задач теории упругости. Теоремы о существовании и единственности. 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

4	Сравнение различных теорий пластичности	Модели упругопластического тела. Критерии текучести. Поверхность текучести. Ассоциированный закон течения. Теория течения в случае изотропного и анизотропного упрочнения. Деформационная теория. Сравнение различных теорий пластичности.
5	Метод конечных элементов и его реализация	Основные способы дискретизации для решения задач динамики и прочности. Метод конечных разностей. Алгоритмизация вариационных методов. Метод конечных элементов и его реализация. Метод граничных элементов. Алгоритмы и программы, языки, операционные системы и вычислительная техника для численного решения задач.
6	Обработка результатов вибрационных и динамических испытаний	. Виброметрические измерения. Типы приборов и датчики для измерения динамических процессов. Обработка результатов вибрационных и динамических испытаний. Спектральный анализ виброграмм.

3.3 Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу				
		Лекции	Практич. (семинар.) задания	Лаборат. работы	Задания, курсовые работы	Самост. работа
1	Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы	9	6			10
2	Теория нелинейных колебаний. Качественная теория Пуанкаре	9	6			10
3	Вариационные принципы теории упругости	9	6			10
4	Сравнение различных теорий пластичности	9	6			10
5	Метод конечных элементов и его реализация	9	6			10
6	Обработка результатов вибрационных и динамических испытаний	9	6			10
Итого часов		54	36			60
Подготовка к экзамену		30 час.				
Общая трудоёмкость		180 час. 5 зач. ед.				

3.4. Тематика аудиторных занятий

3.4.1. Тематика лекционных занятий

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во часов
1	1	Колебания линейных систем с конечным числом степеней свободы	13
2	2	Теория нелинейных колебаний. Качественная теория Пуанкаре	14
4	3	Сравнение различных теорий пластичности	13
5	4	Метод конечных элементов и его реализация	14
Итого:			54

4.3.2. Тематика практических (или семинарских) занятий

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во часов
1	1	Примеры расчета собственных частот в линейных системах с конечным числом степеней свободы	6
2	2	Примеры построения диаграммы Пуанкаре	6
3	3	Примеры применения вариационных принципов теории упругости для решения конкретных задач	6
4	4	Анализ различных теорий пластичности	6
5	5	Особенности рациональной дискретизации при использовании метода конечных элементов	6
6	6	Особенности обработки результатов вибрационных и динамических испытаний	6
		Итого:	36

Программой дисциплины лабораторные занятия не предусмотрены.

4. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором и экраном.

На лекционных занятиях демонстрируются презентации с помощью мультимедийных технологий.

Учебный процесс обеспечивается наличием следующего материально-технического оборудования:

1) кабинеты-аудитории, оснащенные компьютером с проектором, обычной доской, партами, кафедрами – для проведения лекционных и практических занятий;

2) библиотека с читальным залом, книжный фонд которой составляет специализированная методическая и учебная литература, журналы.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний. М.: Высш. шк., 1972. 375 с.
2. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М.: Машиностроение, 1975. 321 с.
3. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Основы проектирования машин. Расчёты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. М.: Машиностроение, 1985. 345 с.

Дополнительная литература и Интернет-ресурсы

1. Черепанов Г.П. Механика разрушения. Ижевск, Институт компьютерных исследований, 2012. 872 с.
2. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. М.: Машиностроение, 1984. 402 с.
3. Пестриков В.Н., Морозов Е.Н. Механика разрушения твердых тел. Курс лекций. СПб.: Профессия, 2001. 297 с.
4. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2010. 591 с.
5. <http://gost.ru>; <http://gosnadzor.ru>; <http://consultant.ru>; <http://mchs.gov.ru>

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного освоения курса, помимо посещения лекций и семинаров, от аспирантов требуется самостоятельная работа в объёме не менее чем те часы, которые указаны для каждого раздела программы. В основном, это время отводится на самостоятельное решение задач. Самостоятельные занятия включают в себя также повторение материала лекций.