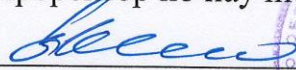


НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе



Драгунов В.К.

« 16 » июня

2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 01.06.01 Математика и механика

Направленность (специальность) 01.02.06 Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
специальной дисциплины

«Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ОД.2

Всего: 252 часа

Семестр 5, 144 часа, в том числе 6 часов – контактная работа,
138 часа – самостоятельная работа,

Семестр 6, 108 часов, в том числе 6 часов – контактная работа,
66 часов – самостоятельная работа,
36 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 21 ноября 2014 г. № 1490 и паспорта специальности 01.02.06 Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является изучение основных положений механики конструкций, необходимых для выполнения диссертационной работы.

Задачами дисциплины являются

- изучение моделей механики тонкостенных стержней, пластин и оболочек;
- обоснованное применение моделей и методов механики конструкций при решении прикладных задач расчета тонкостенных стержней, пластин и оболочек;
- решение прикладных задач механики тонкостенных стержней, пластин и оболочек в соответствии с нормативными документами и с применением современных конечно-элементных программных комплексов.
-

В процессе освоения дисциплины формируются следующие **компетенции:**

УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

ПК-1	Способность выявлять сущность научно-технических проблем динамики, прочности, надежности и безопасности машин, устройств и конструкций и привлекать, модернизировать и разрабатывать для их решения теоретические и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования
ПК-2	Способность критически анализировать существующие концепции и подходы к решению проблем динамики, прочности, надежности и безопасности машин, устройств и конструкций с учетом современных потребностей промышленности, достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, формулировать на этой основе задачи и разрабатывать программы исследований, выбирать, модернизировать и разрабатывать адекватные теоретические и экспериментальные методы решения.
ПК-3	Способность самостоятельно осваивать и применять современные математические концепции и вычислительные методы, системы компьютерной математики, компьютерного проектирования и инжиниринга для эффективного решения проблем динамики, прочности, надежности и безопасности машин, устройств и конструкций.
ПК-4	Готовность самостоятельно планировать и осуществлять прикладную научно-техническую деятельность в области динамики, прочности, надежности и безопасности машин, устройств и конструкций в интересах удовлетворения потребностей различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства.
ПК-5	Готовность проводить учебные занятия, лабораторные работы, вычислительные практикумы по направленности подготовки, руководить научно-исследовательской работой студентов бакалавриата и магистратуры, принимать непосредственное участие в разработке учебных программ дисциплин и курсов.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- понятия, основные допущения и положения, уравнения кручения тонкостенных стержней открытого и закрытого профилей, методы расчёта напряжённо-деформированного состояния и пределы применимости

теорий, применение численных методов строительной механики для решения задач (УК-1, ОПК-1);

- понятия, основные допущения и положения, уравнения для теории классической линейной и неклассических теорий расчета пластин и оболочек, методы расчёта напряжённо-деформированного состояния и пределы применимости теорий, применение численных методов строительной механики для решения задач теории пластин (УК-1, ОПК-1);
- понятия, основные допущения и положения безмоментной теории оболочек, осесимметричной деформация цилиндрических оболочек, полубезмоментной теории цилиндрических оболочек, многослойных и подкрепленных оболочек (УК-1, ОПК-1);

уметь

- получать основные соотношения, определяющие компоненты вектора перемещений, тензоров деформаций и напряжений, уравнения равновесия и граничные условия (ПК-1);
- использовать математический аппарат и вычислять напряжения, деформации и перемещения, определять опасное сечение и записывать условия прочности и жесткости для тонкостенных стержней, пластин и оболочек (ПК-3);
- составлять расчетные схемы для расчета инженерных конструкций и их элементов, вести расчеты строительных конструкций на статические воздействия, анализировать и оценивать получаемые с использованием систем компьютерной математики и систем компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга результаты расчетов (УК-5, ПК-5);
- использовать программные средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности, оформлять отчеты с помощью современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати, в соответствии с нормативными документами (ОПК-1);

владеть:

- методами выявления механической сущности проблемы, составления расчетной схемы и привлечения для решения задачи соответствующего физико-математического аппарата (ПК-1);
- методикой прикладных расчетов, отраженных в нормативных документах (ПК-2);
- навыками создания компьютерных моделей элементов конструкций (ПК-3);
- опытом численного решения прикладных задач механики методом конечных элементов в специализированных программных комплексах (ПК-4);
- методикой и навыками использования практических приемов и выполнения математических вычислений для вычисления напряжений, деформаций и перемещений, расчета на прочность и жесткость тонкостенных стержней, пластин и оболочек (УК-1).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

(5 семестр)

Теория кручения тонкостенных стержней

Кручение тонкостенных стержней закрытого профиля. Угол закручивания. Жесткость при кручении. Определение мгновенного центра вращения и начала отсчета на профильной линии. Общий случай деформации тонкостенного стержня закрытого профиля. Случай многосвязного сечения. Многопролетные тонкостенные стержни. Рамные тонкостенные конструкции. Расчет статически неопределимых тонкостенных стержневых систем. Изгибное кручение тонкостенных балок на упругом основании. Использование конечно-элементных программных комплексов для расчета тонкостенных стержневых систем.

Динамика тонкостенных стержней

Свободные колебания стесненного кручения стержней постоянного сечения. Колебания тонкостенных стержней, лежащих на упругом основании. Свободные изгибно-крутильные колебания тонкостенных стержней.

Теории изгиба пластин

Изгиб многопролетных пластин. Изгиб пластин нагрузкой прямоугольной формы. Пластины на упругом основании. Ортотропные пластины. Температурное воздействие на пластины. Многослойные пластины. Использование конечно-элементных программных комплексов для расчета пластин на изгиб.

(6 семестр)

Неклассические теории изгиба пластин

Техническая нелинейная теория пластин. Уточненная теория изгиба пластин. Приближенные численные методы решения краевых задач теории изгиба пластин. Использование конечно-элементных программных комплексов для расчета пластин на изгиб.

Теория оболочек

Несимметричное нагружение оболочек вращения. Короткие осесимметрично нагруженных цилиндрические оболочки. Расчет цилиндрических оболочек по полубезмоментной теории.

Решение осесимметричных задач теории оболочек с использованием функций Мейсснера. Оболочки вращения под действием нагрузок ветрового типа. Температурное воздействие на оболочки.

Использование конечно-элементных программных комплексов для расчета оболочек.

Динамика пластин и оболочек

Уравнения колебаний пластин постоянной толщины. Собственные поперечные колебания. Собственные формы колебаний, собственные частоты, спектр, частота основного тона. Собственные частоты и собственные формы колебаний прямоугольной шарнирно опертой пластины. Круглая пластина постоянной толщины, определение форм и частот колебаний. Применение метода Рэлея-Ритца к определению частот собственных колебаний пластинок.

Пластины переменной толщины. Уравнения изгиба и колебаний. Собственные колебания.

Колебания оболочек вращения. Уравнения осесимметричных колебаний.
Колебания круговых и некруговых цилиндрических оболочек.
Асимптотический метод в теории колебаний упругих пластин и оболочек.

Неклассические теории изгиба оболочек

Уточненная теория пологих оболочек. Основные гипотезы. Кинематические соотношения. Уравнения уточненной теории пологих оболочек. Краевой эффект Рейснера. Нелинейная техническая теория оболочек. Основные гипотезы. Кинематические соотношения. Уравнения нелинейной технической теории оболочек.

Использование конечно-элементных программных комплексов для расчета оболочек.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины:

5 семестр – дифференцированный зачет.

6 семестр – кандидатский экзамен.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачета

1. Кручение тонкостенных стержней закрытого профиля. Угол закручивания. Жесткость при кручении. Определение мгновенного центра вращения и начала отсчета на профильной линии.
2. Общий случай деформации тонкостенного стержня закрытого профиля. Случай многосвязного сечения.
3. Многопролетные тонкостенные стержни. Рамные тонкостенные конструкции. Расчет статически неопределимых тонкостенных стержневых систем.
4. Изгибное кручение тонкостенных балок на упругом основании.
5. Использование конечно-элементных программных комплексов для расчета тонкостенных стержневых систем.
6. Свободные колебания стесненного кручения стержней постоянного сечения. Колебания тонкостенных стержней, лежащих на упругом

- основании. Свободные изгибно-крутильные колебания тонкостенных стержней.
7. Изгиб многопролетных пластин. Изгиб пластин нагрузкой прямоугольной формы.
 8. Пластины на упругом основании. Ортотропные пластины.
 9. Температурное воздействие на пластины. Многослойные пластины.
 10. Использование конечно-элементных программных комплексов для расчета пластин на изгиб.
 11. Техническая нелинейная теория пластин. Уточненная теория изгиба пластин.
 12. Приближенные численные методы решения краевых задач теории изгиба пластин. Использование конечно-элементных программных комплексов для расчета пластин на изгиб.
 13. Несимметричное нагружение оболочек вращения. Короткие осесимметрично нагруженных цилиндрические оболочки. Расчет цилиндрических оболочек по полубезмоментной теории.
 14. Решение осесимметричных задач теории оболочек с использованием функций Мейсснера. Оболочки вращения под действием нагрузок ветрового типа. Температурное воздействие на оболочки.
 15. Использование конечно-элементных программных комплексов для расчета оболочек.
 16. Уравнения колебаний пластин постоянной толщины. Собственные поперечные колебания. Собственные формы колебаний, собственные частоты, спектр, частота основного тона. Собственные частоты и собственные формы колебаний прямоугольной шарнирно опертой пластины.
 17. Круглая пластина постоянной толщины, определение форм и частот колебаний. Применение метода Рэлея-Ритца к определению частот собственных колебаний пластинок.
 18. Пластины переменной толщины. Уравнения изгиба и колебаний. Собственные колебания.

19. Колебания оболочек вращения. Уравнения осесимметричных колебаний. Колебания круговых и некруговых цилиндрических оболочек.
20. Асимптотический метод в теории колебаний упругих пластин и оболочек
21. Уточненная теория пологих оболочек. Основные гипотезы. Кинематические соотношения. Уравнения уточненной теории пологих оболочек. Краевой эффект Рейснера.
22. Нелинейная техническая теория оболочек. Основные гипотезы. Кинематические соотношения. Уравнения нелинейной технической теории оболочек.
23. Использование конечно-элементных программных комплексов для расчета оболочек.

Критерии оценки за освоение дисциплины определены в Инструктивном письме И-23 от 14 мая 2012 г.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика. – М.: Лань, 2005. – 656 с. - ISBN 978-5-8114-0576-3 (доступно 3 экз.).
2. А. В. Александров, В. Д. Потапов, В. Б. Зылев, Строительная механика. Динамика и устойчивость упругих систем. Учеб. пособие для вузов В 2-х кн Кн:2, 2008. – 384 с. - ISBN 978-5-06-005357-9 (доступно 2 экз.).
3. В.И. Погорелов. Строительная механика тонкостенных конструкций - С.-Пб.:БХВ-Петербург. – 2007. – 528 с. ISBN 5-94157-688-9. (доступно 1 экз.).
4. Светлицкий В.А. Строительная механика машин. Механика стержней. Том 1. Динамика, М.: Лань, 2009. – 408 с. - ISBN 978-5-9221-1123-2 (доступно 31 экз.).
5. Светлицкий В.А. Строительная механика машин. Механика стержней. Том 2. Динамика, М.: Лань, 2009. – 384 с. - ISBN 978-5-9221-1143-0 (доступно 31 экз.).

Дополнительная литература:

6. Шипков, А. А. Теория поверхностей, пологие оболочки и оболочки вращения : методические указания к типовому расчету по курсу "Строительная механика машин" по направлению "Прикладная механика" / А. А. Шипков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд. дом МЭИ, 2007 . – 6 с. (доступно 30 экз.).
7. Шипков, А. А. Стесненное кручение тонкостенных стержней : методические указания к типовому расчету по дисциплине "Строительная механика машин" по направлению "Прикладная механика" / А. А. Шипков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд. дом МЭИ, 2011 . – 6 с. (доступно 84 экз.).
8. Шипков, А. А. Изгиб пластин : методические указания к типовому расчету по дисциплине "Строительная механика машин" по направлению "Прикладная механика" / А. А. Шипков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд. дом МЭИ, 2011 . – 6 с. (доступно 78 экз.).