

Утверждаю:
сопредседатель Совета УМО по
университетскому политехническому
образованию
_____ Федоров М.П.

«25» января 2010 г.

**Примерная основная образовательная программа
высшего профессионального образования**

Направление подготовки 151600 «Прикладная механика»
утверждено приказом Минобрнауки России от 17 сентября 2009 г. № 337

ФГОС ВПО утвержден приказом Минобрнауки России от 09.11.2009 г. № 540

Профиль - **«Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»**

Квалификация (степень) выпускника - магистр

Нормативный срок освоения программы – 2 года

Форма обучения – очная

Содержание

1. Общие положения.....	3
2. Список профилей подготовки по направлению 151600 «Прикладная механика».....	4
3. Требования к результатам освоения основной образовательной программы	5
4. Примерный учебный план.....	17
5. Аннотации дисциплин базовой части учебного плана подготовки магистров по направлению 151600 «Прикладная механика»	20
6. Примерные программы дисциплин.....	25
7. Требования к магистерским диссертациям.....	74

1. Общие положения

Примерная основная образовательная программа высшего профессионального образования (ПООП ВПО) по направлению подготовки 151600 «Прикладная механика» является системой учебно-методических документов, сформированной на основе федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ВПО) по данному направлению подготовки и рекомендуемой вузам для использования при разработке основных образовательных программ (ООП) второго уровня высшего профессионального образования (магистр техники и технологии, далее – магистр) в части:

- набора профилей подготовки из числа включенных в Общероссийский классификатор образовательных программ (ОКОП);
- компетентностно- квалификационной характеристики выпускника;
- содержания и организации образовательного процесса;
- ресурсного обеспечения реализации ООП;
- итоговой государственной аттестации выпускников.

Целью разработки ПООП является методическое обеспечение реализации ФГОС ВПО по данному направлению подготовки и разработки учебным заведением ООП второго уровня ВПО (магистра).

2. Список профилей подготовки по направлению 151600 «Прикладная механика»

Образовательные программы подготовки магистров разрабатываются с учетом следующих профилей подготовки бакалавров:

1. Математическое и компьютерное моделирование механических систем и процессов.
2. Экспериментальная механика.
3. Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг.
4. Динамика и прочность машин, приборов и аппаратуры.
5. Компьютерная биомеханика.
6. Триботехника.
7. Механика нано-материалов, структур и систем.

3. Требования к результатам освоения основной образовательной программы

Область профессиональной деятельности магистров включает:

- теоретическое, компьютерное и экспериментальное исследование научно-технических проблем и решение задач прикладной механики – задач динамики, прочности, устойчивости, рациональной оптимизации, долговечности, ресурса, живучести, надежности и безопасности машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры и их элементов;

- применение информационных технологий, современных систем компьютерной математики, технологий конечно-элементного анализа и вычислительной гидрогазодинамики, наукоемких компьютерных технологий – программных систем компьютерного проектирования (систем автоматизированного проектирования, САПР; CAD-систем, Computer-Aided Design), программных систем инженерного анализа и компьютерного инжиниринга (CAE-систем, Computer-Aided Engineering), применение передовых технологий "Simulation-Based Design" (компьютерного проектирования конкурентоспособной продукции, основанного на интенсивном применении многовариантного конечно-элементного моделирования) и "Digital Mock-Up" (технологии разработки цифровых прототипов на основе виртуальных, цифровых трехмерных моделей изделия и всех его компонентов, позволяющих исключить из процесса разработки изделия создание дорогостоящих натуральных моделей-прототипов и позволяющих "измерять" и моделировать любые характеристики объекта в любых условиях эксплуатации);

- исследование проблем механики контактного взаимодействия, контактного повреждения и разрушения, проблем трибологии (трения, износа и смазки), надежности (в первую очередь безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости, износостойкости, усталости и коррозии) машин, их деталей, узлов трения и триботехнических систем;

- управление проектами, управление качеством, управление наукоемкими инновациями, маркетинг, стратегический и инновационный менеджмент, предпринимательство в области высоких наукоемких технологий; организацию ра-

боты научных, проектных и производственных подразделений, занимающихся разработкой и проектированием новой техники и технологий, внедрением и применением наукоемких технологий.

Объектами профессиональной деятельности магистров являются:

- физико-механические процессы и явления, машины, конструкции, композитные структуры, сооружения, установки, агрегаты, оборудование, приборы и аппаратура и многие другие объекты современной техники, различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства, для которых проблемы и задачи прикладной механики являются основными и актуальными и которые для своего изучения и решения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, основанных на законах механики:

авиа- и вертолетостроение,

автомобилестроение,

гидро- и теплоэнергетика, атомная энергетика,

гражданское и промышленное строительство,

двигателестроение,

железнодорожный транспорт,

металлургия и металлургическое производство,

нефтегазовое оборудование для добычи, транспортировки, хранения и переработки,

приборостроение, нано/микро системная техника,

ракетостроение и космическая техника,

робототехника и мехатронные системы,

судостроение и морская техника,

транспортные системы,

тяжелое и химическое машиностроение,

электро- и энергомашиностроение;

- технологии: информационные технологии, наукоемкие компьютерные технологии на основе применения передовых CAD/CAE- технологий и компьютерных технологии жизненного цикла изделий и продукции (PLM-технологии, Product Lifecycle Management), расчетно- экспериментальные технологии, суперкомпьютерные технологии и технологии распределенных вычислений на основе высокопроизводительных кластерных систем, технологии виртуальной реальности, технологии быстрого прототипирования, производственные технологии (технологии создания композиционных материалов, технологии обработки металлов давлением и сварочного производства, технологии повышения износостойкости деталей машин и аппаратов), нанотехнологии;

- материалы, в первую очередь новые, перспективные, многофункциональные и "интеллектуальные" материалы, материалы с многоуровневой или иерархической структурой (порошковые, пористые и керамические материалы, композиционные материалы, включая слоистые, волокнистые, гранулированные и текстильные композиты с регулярной и хаотической микроструктурой, нанокompозиты), материалы техники нового поколения, функционирующей в экстремальных условиях: при сверхнизких и сверхвысоких температурах, в условиях сверхвысокого давления и вакуума, в условиях статического, циклического, вибрационного, динамического и ударного нагружений, высокоскоростного деформирования и взрывных нагрузок, в условиях концентрации напряжений и деформаций, мало- и многоциклового усталости, контактных взаимодействий и разрушений, различных типов изнашивания (абразивное, коррозионно - механическое, адгезионное и когезионное, усталостное, эрозионное, кавитационное, фреттинг-коррозия), а также в условиях механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных внешних воздействий.

Магистр по направлению подготовки 151600 «Прикладная механика» готовится к следующим видам профессиональной деятельности:

- научно-исследовательская, включая расчетно-экспериментальную;
- научно-педагогическая;
- проектно-конструкторская;
- производственно-технологическая;
- инновационная;
- организационно-управленческая;
- консультационно-экспертная.

Конкретные виды профессиональной деятельности, к которым в основном готовится магистр, определяются высшим учебным заведением совместно с обучающимися, научно-педагогическими работниками высшего учебного заведения и объединениями работодателей.

Магистр по направлению подготовки 151600 «Прикладная механика» должен быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью магистерской программы и видами профессиональной деятельности:

научно-исследовательская, включая расчетно-экспериментальную деятельность:

- сбор и обработка научно-технической информации, изучение передового отечественного и зарубежного опыта по избранной проблеме прикладной механики; анализ поставленной задачи в области прикладной механики на основе подбора и изучения литературных источников, содержательная постановка задач по прикладной механике;

- разработка физико-механических, математических и компьютерных моделей, предназначенных для выполнения теоретических и расчетно-экспериментальных исследований и решения научно-технических задач в области прикладной механики;

- подготовка и проведение расчетно-экспериментальных исследований в

области прикладной механики на основе классических и технических теорий и методов, достижений техники и технологий, в первую очередь, с помощью экспериментального оборудования для проведения механических испытаний, высокопроизводительных вычислительных систем и широко используемых в промышленности наукоемких компьютерных технологий (CAD/CAE-систем мирового уровня);

- определение направлений перспективных исследований с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологий; выполнение научно-технических работ в интересах научных организаций, предприятий промышленности, бизнес-структур и др.;

- составление описаний выполненных исследований и разрабатываемых проектов, обработка, анализ и интерпретация результатов исследований; подготовка данных для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации;

научно-педагогическая деятельность:

- участие в довузовской подготовке и профориентационной работе, направленной на привлечение наиболее подготовленных выпускников школ и других средних учебных заведений к получению высшего образования в области прикладной механики;

- участие в подготовке и проведении практических занятий, семинаров, лабораторных занятий, вычислительных практикумов в качестве учебно-вспомогательного персонала;

проектно-конструкторская деятельность:

- проектирование машин и конструкций на основе математического и компьютерного моделирования с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин;

- проектирование деталей и узлов с использованием программных систем

компьютерного проектирования (CAD-систем) на основе эффективного сочетания передовых CAD/CAE-технологий и выполнения многовариантных CAE-расчетов;

- участие в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций;

- участие в работах по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;

производственно-технологическая деятельность:

- проведение расчетно-экспериментальных исследований по анализу характеристик конкретных механических объектов с целью рациональной оптимизации технологических процессов;

- участие во внедрении технологических процессов наукоемкого производства, контроля качества материалов, элементов и узлов машин и установок, механических систем различного назначения;

научно-инновационная деятельность:

- внедрение результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в реальный сектор экономики;

- участие в управлении проектами, связанными с внедрением наукоемких инноваций;

организационно-управленческая деятельность:

- организация работы, направленной на формирование творческого характера деятельности небольших коллективов, работающих в области научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности;

- участие в работах по поиску оптимальных решений при создании отдельных видов продукции с учетом требований динамики и прочности, долговечности, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности;

- разработка планов на отдельные виды работ и контроль их выполнения;

консультационно-экспертная:

- консультации инженеров-расчетчиков, конструкторов, технологов и других работников промышленных и научно-производственных фирм по современным достижениям прикладной механики, по вопросам внедрения наукоемких компьютерных технологий (CAD/CAE-систем);
- проведение научно-технических экспертиз расчетно- экспериментальных работ в области прикладной механики, выполненных в сторонних организациях.

Выпускник по направлению подготовки 151600 «Прикладная механика» с квалификацией (степенью) магистр в соответствии с целями основной образовательной программы и задачами профессиональной деятельности должен дополнительно к компетенциям, соответствующим квалификации (степени) бакалавр, обладать следующими компетенциями.

А. Общекультурными (ОК):

- совершенствовать и развивать свои интеллектуальный и общекультурный уровень; владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (ОК-1);
- самостоятельно овладевать новыми методами исследования в условиях изменения научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и компетенций; критически оценивать свои достоинства и недостатки (ОК-2);
- свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, переписки и документооборота; готовить презентации, делать доклады, писать статьи и отчеты о научно-исследовательской работе в том числе и на иностранном языке (ОК-3);
- использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом, использовать норма-

тивные правовые документы в своей деятельности (ОК-4);

- самостоятельно приобретать с помощью информационных и телекоммуникационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-5);

- уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь; быть готовым к сотрудничеству с коллегами и к работе в коллективе, проявлять творческую инициативу, в том числе в ситуациях риска, находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и быть готовым нести за них ответственность (ОК-6);

- использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, быть способным анализировать социально значимые проблемы и процессы, осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности (ОК-7);

- уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям России, толерантно воспринимать социальные и культурные различия и особенности других стран, использовать в личной жизни и профессиональной деятельности этические и правовые нормы, регулирующие межличностные отношения и отношение к обществу, окружающей среде, основные закономерности и нормы социального поведения, права и свободы человека и гражданина (ОК-8);

- владеть основными знаниями и методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОК-9);

- владеть культурой безопасности и риск-мышлением (ОК-10);

- обладать мотивацией и способностями для самостоятельного повышения уровня культуры безопасности (ОК-11);

- осознавать, критически оценивать и анализировать вклад своей предметной области в решение экологических проблем и проблем безопасности (ОК-12);

- уметь использовать полученные знания для аргументированного обоснования своих решений с точки зрения безопасности (ОК-13).

Б. Профессиональными (ПК):

научно-исследовательская деятельность, включая расчетно-экспериментальную:

- выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии (ПК-1);

- применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2);

- критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-3);

- самостоятельно осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач (ПК-4);

- самостоятельно выполнять научные исследования в области прикладной механики для различных отраслей промышленности, топливно-энергетического

комплекса, транспорта и строительства; решать сложные научно-технические задачи, которые для своего изучения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей, применения программных систем мультидисциплинарного анализа (САЕ-систем мирового уровня) (ПК-5);

- самостоятельно овладевать современными языками программирования и разрабатывать оригинальные пакеты прикладных программ и проводить с их помощью расчеты машин и приборов на динамику и прочность, устойчивость, надежность, трение и износ для специализированных задач прикладной механики (ПК-6);

- овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и. приборов, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов (ПК-7);

научно-педагогическая деятельность:

- принимать непосредственное участие в учебной и учебно-методической работе кафедр и других учебных подразделений по профилю направления, участвовать в разработке программ учебных дисциплин и курсов (ПК-8);

- проводить учебные занятия, лабораторные работы, вычислительные практикумы, принимать участие в организации научно-исследовательской работы студентов младших курсов, быть способным преподавать в школах и средних технических учебных заведениях (ПК-9);

производственно-технологическая деятельность:

- разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях приложения прикладной механики с учетом экономических и экологических требований (ПК-10);

- самостоятельно адаптировать и внедрять современные наукоемкие компьютерные технологии прикладной механики с элементами мультидисципли-

нарного анализа для решения сложных научно-технических задач создания техники нового поколения: машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры (ПК-11);

проектно-конструкторская деятельность:

- формулировать технические задания и применять программные системы компьютерного проектирования (CAD-системы) в процессе конструирования деталей машин и элементов конструкций с учетом обеспечения их прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, надежности и износостойкости, готовить необходимый комплект технической документации в соответствии с ЕСКД (ПК-12);

- проектировать машины и конструкции с учетом требований обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин (ПК-13);

- разрабатывать технико-экономические обоснования проектируемых машин и конструкций, составлять техническую документацию на проекты, их элементы и сборочные единицы (ПК-14);

организационно-управленческая деятельность:

- владеть приемами и методами работы с персоналом, методами оценки качества и результативности труда, оценивать затраты и результаты деятельности научно-производственного коллектива (ПК-15);

- находить рациональные решения при создании конкурентоспособной продукции с учетом требований прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, износостойкости, качества, стоимости, сроков исполнения и безопасности жизнедеятельности (ПК-16);

- быть готовым к постоянному совершенствованию профессиональной деятельности, принимаемых решений и разработок в направлении повышения безопасности (ПК-17);

- владеть полным комплексом правовых и нормативных актов в сфере

безопасности, относящихся к виду и объекту профессиональной деятельности (ПК-18);

научно-инновационная деятельность:

- применять инновационные подходы с целью развития, внедрения и коммерциализации новых наукоемких технологий (ПК-19);

- разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности научно-производственного коллектива, разрабатывать технико-экономическое обоснование инновационных разделов научно-технических проектов (ПК-20);

- разрабатывать и реализовывать проекты по интеграции вузовской, академической и отраслевой науки с целью коммерциализации и внедрения инновационных разработок на высокотехнологичных промышленных предприятиях, в НИИ и КБ (ПК-21);

- участвовать в организации и проведении инновационного образовательного процесса (ПК-22);

консультационно-экспертная деятельность:

- консультировать инженеров-расчетчиков, конструкторов, технологов и других работников промышленных и научно-производственных фирм по современным достижениям прикладной механики, по вопросам внедрения наукоемких компьютерных технологий (CAD/CAE-систем) (ПК-23);

- проводить научно-технические экспертизы расчетных и экспериментальных работ в области прикладной механики, выполненных в сторонних организациях (ПК-24).

В процессе подготовки обучающийся может приобрести дополнительно другие (специальные) компетенции, связанные с конкретной магистерской программой его профильной подготовки в вузе, реализующим подготовку по направлению 151600 «Прикладная механика».

УТВЕРЖДАЮ

_____ / _____ /

“ ____ ” _____ 2010 г.

ПРИМЕРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН
подготовки магистра по направлению 151600.68 “Прикладная механика”
(профиль 3 – “Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг”)

Квалификация – магистр
Нормативный срок обучения – 2 года

№ п/п	Наименование дисциплин (в том числе практик)	Зачетные единицы	Часы	Примерное распределение по семестрам				
		Трудоемкость по ФГОС	Трудоемкость	1-й семестр	2-й семестр	3-й семестр	4-й семестр	Форма промежуточ- ной аттестации
				Количество недель				
				18	18	16		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
М.1 Общенаучный цикл		25	900					
	Базовая часть	7	252					
М.1.1.	Иностранный язык	5	180			×		Зачет
М.1.2.	История и философия науки и техники	2	272			×		Зачет
	Вариативная часть, в т.ч. дисциплины по выбору студента	18	648					
М.1.3.	Вычислительные методы в прикладной механике	3	108	×				Экзамен
М.1.4.	Методы оптимизации в механике	4	144	×	×			Экзамен
М.1.5.	Вероятностные методы в прикладной механике	2	72			×		Экзамен
М.1.6.	М.1.6.1. Идентификация механических систем	3	108			×		Зачет
	М.1.6.2. Управление механическими системами в условиях неопределенности							

М.1.7.	М.1.7.1. Стратегический и инновационный менеджмент	2	72	×				Зачет
	М.1.7.2. Системы управления качеством							
М.1.8.	М.1.8.1. Современные проблемы науки в области прикладной механики (семинар)	2	72			×		Зачет
	М.1.8.2. Современные проблемы техники и технологий (семинар)							
М.1.9.	М.1.9.1. Компьютерные технологии в науке и образовании (семинар)	2	72		×			Экзамен
	М.1.9.2. Компьютерные технологии в промышленности (семинар)							
М.2 Профессиональный цикл		35	1 260					
	Базовая (общепрофессиональная) часть	9	324					
М.2.1.	Теории пластичности	2	72	×				Экзамен
М.2.2.	Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг	5	180	×	×			Экзамен, Зачет
М.2.3.	Механика контактного взаимодействия и разрушения	2	72			×		Экзамен
	Вариативная часть, в т.ч. дисциплины по выбору студента	26	936					
М.2.4.	Конструкционная прочность	4	144	×				Зачет
М.2.5.	Устойчивость конструкций и механических систем	3	108	×	×			Зачет
М.2.6.	Механика композитов и композитных структур	6	216		×			Экзамен, Зачет
М.2.7.	Волны в деформируемых средах	3	108		×			Экзамен
М.2.8.	Контактные задачи в машиностроении	2	72			×		Экзамен
М.2.9.	Динамика конструкций	2	72			×		Экзамен
М.2.10.	Защита в чрезвычайных ситуациях	1	36	×				Зачет
М.2.11.	М.2.11.1. Современные проблемы прикладной механики в машиностроении (семинар)	2	72		×			Зачет
	М.2.11.2. Современные проблемы прикладной механики в атомной энергетике (семинар)							
М.2.12.	М.2.12.1. Семинар и вычислительный практикум по механике композитов	3	108			×		Экзамен
	М.2.12.2. Семинар и вычислительный практикум по механике контактного взаимодействия							
М.3 Практика и научно-исследовательская работа		40	1440					

М.4 Итоговая государственная аттестация	20	720					
Всего:	120	4320					

В колонках 5-8 символом «х» указываются семестры для данной дисциплины; в колонке 9 – форма промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине): «зачет» или «экзамен»

Бюджет времени, в неделях

Курсы	Теоретическое обучение	Экзаменационная сессия	Практики	Научно-исследовательская практика (работа)	Итоговая государственная аттестация	Каникулы	Всего
I	36	5	4			7	52
II	18	3		20	1	10	52
Итого:	54	8	4	20	1	17	104

Практика

научно-исследовательская работа:

2 семестр

3 семестр

Итоговая государственная аттестация:

Подготовка и защита выпускной квалификационной работы

4 семестр

Общая трудоемкость основной образовательной программы (в зачетных единицах):

Теоретическое обучение, включая экзаменационные сессии 60

Практики и научно-исследовательская работа 40

Итоговая государственная аттестация 20

Итого:

120 зачетных единиц

Настоящий учебный план составлен, исходя из следующих данных:

1. Срок освоения основной образовательной программы подготовки магистра с присвоением степени при очной форме обучения составляет 104 недели, в том числе теоретическое обучение (включая практикумы, лабораторные работы и время, отводимое на контроль качества обучения) не менее 52 недель.

2. Максимальный объем учебной работы студента устанавливается 54 часа в неделю, включая все виды его аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы.

3. Одна зачетная единица при расчете объема теоретического обучения (включая практикумы, лабораторные работы и время, отводимое на контроль качества обучения) эквивалентна 36 часам учебной работы магистранта.

4. Трудоемкость основной образовательной программы за учебный год – 60 зачетных единиц.

5. Объем аудиторных занятий при очной форме обучения с присвоением степени магистра не должен превышать 20-24 часов в неделю.

6. Научно-исследовательской работой магистрант занимается не только 16 недель, отведённых на этот вид работы, но и непрерывно в течение всего времени обучения (1 семестр – 7 зачетных единиц; 2 семестр – 7 зачетных единиц; 3 семестр – 6 зачетных единиц).

7. Общий объем каникулярного времени в учебном году должен составлять 7-10 недель, в том числе не менее двух недель в зимний период. На выпускном курсе предусматривается 8 недель последипломного отпуска.

Примечание:

Настоящий примерный учебный план составлен в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС) высшего профессионального образования по направлению подготовки 151600 «Прикладная механика».

Примерный учебный план используется для составления учебного плана вуза по данному направлению подготовки.

Курсовые работы (проекты), текущая и промежуточная аттестации (консультации, зачеты и экзамены) рассматриваются как вид учебной работы по дисциплине и выполняются в пределах трудоемкости, отводимой на ее изучение.

5. Аннотации дисциплин базовой части учебного плана подготовки магистров по направлению 151600 «Прикладная механика»

М.1 Общенаучный цикл

М.1.1 Иностранный язык.

Специфика артикуляции звуков, интонации, акцентуации и ритма нейтральной речи в изучаемом языке; основные особенности полного стиля произношения, характерные для сферы профессиональной коммуникации; чтение транскрипции. Понятие дифференциации лексики по сферам применения (бытовая, терминологическая, общенаучная, официальная и другая). Терминология научно-технического и делового иностранного языка. Применение знания иностранного языка при переписке, переводе научных статей, проведении рабочих переговоров и составлении деловых документов. Понятие о свободных и устойчивых словосочетаниях, фразеологических единицах. Понятие об обиходно-литературном, официально-деловом, научном стилях, стиле художественной литературы. Основные особенности научного стиля. Культура и традиции стран изучаемого языка, правила речевого этикета. Диалогическая и монологическая речь с использованием лексико-грамматических средств в основных коммуникативных ситуациях неофициального и официального общения. Основы публичной речи (устное сообщение, доклад). Аудирование. Понимание диалогической и монологической речи в сфере бытовой и профессиональной коммуникации. Виды текстов: прагматические тексты и тексты по широкому и узкому профилю специальности. Виды речевых произведений: аннотация, реферат, тезисы, сообщения, частное письмо, деловое письмо, биография.

М.1.2. История и философия науки и техники

Предмет философии науки и техники. Место и роль философии в культуре. Цивилизационные особенности становления философии. Современные концепции философии естествознания и техники. История и основные философские проблемы науки и техники. Проблемы единства науки как феномена культуры. Природа научного познания, его типы и уровни. Предметная, мировоззренческая и методологическая специфика естественных и технических наук. Философия и методология науки. Диалектика, ее принципы и законы. Развитие, его модели и законы. Человек, общество, культура. Производство и

его роль в жизни человека. Понятие о междисциплинарных связях в современной науке. Познание. Соотношение мнения, веры, понимания, интерпретации и знания. Становление субъектно-объектного видения мира. Рациональное и иррациональное, интуиция. Применение основных положений философской теории познания в научной и практической деятельности. Интегративные тенденции современного познания. Мистицизм в познании. Отражение. Истина и ее критерии. Практика. Научное и вненаучное знание. Структура научного познания, его методы и формы. Научные революции и смена типов рациональности. Познавательные, этические и эстетические ценности. Смысл существования человека. Будущее человечества. Глобальные проблемы современности. Идеология систем менеджмента качества, философские, социальные и экономические аспекты качества.

М.2 Профессиональный цикл

М.2.1 Теории пластичности и ползучести.

Экспериментальные и физические факты развития неупругих деформаций в металлах и твердых сплавах. Реологические модели. Хрупкое и пластическое разрушение; разрушение при ползучести. Основные теоретические соотношения между напряжениями и деформациями за пределами упругости. Классификация нелинейных задач; условия начала пластичности и текучести; термодинамическое состояние элемента тела. Математические теории пластичности, вязкоупругости, ползучести и длительной прочности; кривые ползучести; зависимость напряжений от температуры; кинетические уравнения ползучести; релаксация напряжений; ползучесть при одномерном и сложном напряженном состоянии. Анизотропные и сложные среды. Методы экспериментального определения механических характеристик материала. Анализ неустойчивости процессов деформирования. Методы решения задач пластичности и ползучести. Общие методы решения нелинейных задач: метод шагов по параметру нагружения; метод переменных параметров упругости; вариационные методы; численные методы. Особенности применения метода конечных элементов и метода граничных элементов в задачах с физической нелинейностью. Нелинейные проблемы контактного взаимодействия: нормальный контакт неупругих тел; основные уравнения и их преобразования; линии скольжения; ползучесть в зонах контакта; скользящий контакт жестких идеально пластических тел. Энергетические теоремы и экстремальные

принципы. Теория и методы расчета предельного состояния различных элементов машиностроительных конструкций. Динамические задачи для жесткопластического тела. Циклическое деформирование и приспособляемость. Теория накопления рассеянного разрушения. Методы расчета времени разрушения при ползучести элементов конструкций в условиях нестационарного силового и теплового воздействий.

М.2.2 Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг.

Вычислительный эксперимент, построение физических, математических и компьютерных моделей. Разработка, развитие и применение рациональных математических и механических моделей машин, конструкций, сооружений и приборов.

Разработка, развитие и применение эффективных вычислительных методов и алгоритмов решения задач механики; разработка и усовершенствование программного обеспечения, предназначенного для проведения расчетных исследований. Вычислительные методы и расчетные программные комплексы.

Методы формирования геометрических, математических и конечно-элементных моделей в CAD/CAE программных системах. Постановка и методы решения задач анализа и синтеза в прикладной механике. Применение CAD/CAE – технологий; выполнение автоматизированных научных и расчетных исследований линейных и нелинейных проблем, решение задач статике, динамики, колебаний и устойчивости разнообразных элементов конструкций и композитных структур с помощью многоуровневых, многомодельных и многовариантных вычислительных экспериментов.

Проблемы верификации и валидации результатов конечно-элементного моделирования.

Применение CAD/FEA/CFD/CAE/CAM/PDM/PLM технологий как основы цифрового производства, реализующего концепцию "от идеи до изделия".

Методы рациональной (многокритериальной) оптимизации, параметры проектирования, показатели качества, векторная параметрическая оптимизация, корректная постановка многокритериальных задач. Типовые задачи оптимизации механических систем.

М.2.3 Механика контактного взаимодействия и разрушения.

Модели сплошных сред. Основные положения теории прочности и механики разрушения. Элементы физики прочности. Теория дефектов кристаллического строения: точечные дефекты в кристаллах, дислокации и их классификация, поверхностные дефекты кристаллического строения, дислокации в реальных кристаллических структурах. Механические свойства материалов: механизмы пластического деформирования, деформирование монокристаллов, особенности деформирования поликристаллов, ползучесть, классификация видов ползучести. Связь механики разрушения с физикой твердого тела. Упругая и пластическая деформации; упругость, пластичность, ползучесть, вязко упругость. Реологические модели. Хрупкое и пластическое разрушение; разрушение при ползучести. Коэффициенты интенсивности напряжений. Интенсивность высвобождения энергии упругой деформации. Удельная работа разрушения. Энергетический критерий разрушения. Предельное равновесие трещин при комбинированном нагружении. Деформационные критерии разрушения. Прочность конструкции при наличии трещин. Численные методы в механике разрушения. Экспериментальные методы в механике разрушения. Характеристики трещиностойкости конструкционных материалов. Теории прочности. Основные уравнения деформируемого тела; теории деформаций и напряжений; уравнения равновесия; вариационные соотношения; общая система уравнений; вариационные принципы; упругое деформирование тел. Сведения из тензорного анализа. Тензоры напряжений и деформаций. Уравнения равновесия. Условия совместности деформаций. Связь между напряженным и деформированным состояниями. Упругий потенциал. Дополнительная работа деформации. Теорема Кастильяно. Полная система уравнений теории упругости. Прямая и обратная задачи. Принцип Сен-Венана. Уравнения равновесия в перемещениях. Контактные задачи теории упругости; уравнения термоупругости. Постановка задач динамической теории упругости; волны в упругих средах. Основы нелинейной теории упругости. Введение в теорию контактного взаимодействия упругих тел; теория Герца; модель Винклера в контактных задачах; термоупругий контакт; динамические задачи теории упругости; волны в упругой среде. Общие методы решения нелинейных задач: метод шагов по параметру нагружения; метод переменных параметров упругости; вариационные методы; численные методы; применение метода конечных элементов к решению задач упругости и

пластичности. Нелинейные проблемы контактного взаимодействия: нормальный контакт неупругих тел; основные уравнения и их преобразования; линии скольжения; ползучесть в зонах контакта; скользящий контакт жестких идеально пластических тел; контакт упругих тел при качении; неподвижный контакт шероховатых тел; контактное взаимодействие тел при скольжении. Контактное взаимодействие твердых тел с учетом изнашивания. Теория предельного состояния и математические модели механики разрушения; силы сопротивления раскрытию трещины; пластическое состояние вблизи трещины; длительное разрушение при высоких температурах; усталостное разрушение.

6. Примерные программы дисциплин
учебного плана подготовки магистров
по направлению 151600 «Прикладная механика»,
профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор _____

" ____ " _____ 2010 г.

Вводится в действие с " ____ " _____ 2010 г.

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

М.1.9.1. Компьютерные технологии в науке и образовании

Для студентов направления подготовки

151600.68 – «Прикладная механика»

Профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Квалификация (степень) выпускника
Форма обучения

**магистр
очная**

Составлена кафедрой
«Механика и процессы управления»

Составитель
К. т. н., проф.

Боровков_А.И.

Санкт-Петербург 2010

1. Цели и задачи изучения дисциплины

1.1. Курс направлен на приобретение навыков применения современных компьютерных технологий в образовании, научных исследованиях и для решения промышленных задач:

- структуры и тенденции развития программного обеспечения ЭВМ и сетей, глобальная сеть ИНТЕРНЕТ;
- инструментальные средства и технологии программирования, пакеты прикладных программ, компьютерная графика, системы автоматизированного проектирования (САПР); базы данных и знаний;
- использование ЭВМ и сетей в научных исследованиях;
- компьютерная литературная проработка, библиотечный и патентный поиск;
- компьютер как средство управления экспериментом, системы сбора и обработки данных;
- современные информационные технологии в образовании: новейшие технические средства и методы обучения;
- интенсификация научных исследований и процесса образования в свете перспектив использования компьютерных сетей ИНТЕРНЕТ и дистанционного обучения;
- современные программные системы мультидисциплинарных исследований и инженерного анализа для решения задач прикладной механики в различных отраслях промышленности.

Основными целями изучения данной учебной дисциплины являются:

- формирование навыков применения компьютерных технологий при исследовании проблем динамики и прочности машин, конструкций, установок, устройств, приборов и аппаратуры;
- формирование умения использовать программные системы компьютерной математики и программные системы мультидисциплинарных исследований и инженерного анализа для решения задач прикладной механики в различных отраслях промышленности.

1.2. Дисциплина используется при формировании следующих компетенций (по ФГОС):

Общекультурные компетенции (ОК):

совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень; владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

самостоятельно овладевать новыми методами исследования в условиях изменения научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и компетенций; критически оценивать свои достоинства и недостатки (ОК-2);

самостоятельно приобретать с помощью информационных и телекоммуникационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-5);

Профессиональные компетенции (ПК):

научно-исследовательская деятельность, включая расчетно-экспериментальную:

выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии (ПК-1);

применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2);

критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-3);

самостоятельно осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач (ПК-4);

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Компьютерные технологии в науке и образовании» изучается в 2 семестре магистратуры. Для успешного освоения курса предполагается предварительное изучение курсов бакалавриата по направлению «Прикладная механика».

Курс «Компьютерные технологии в науке и образовании» является основным для ознакомления магистрантов с современными компьютерными технологиями, применяемыми в образовании, научных исследованиях и для решения задач прикладной механики, механики деформируемого твердого тела, вычислительной механики, задач динамики и прочности машин в различных отраслях промышленности.

3. Распределение объема учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины по ФГОС ВПО составляет 2 зачетных единицы (72 часов).

Виды занятий и формы контроля	Объем по семестрам			
	1	2	3	4
Лекции (Л), час.				
Практические занятия (ПЗ), час.		36		
Самостоятельная работа (СР), час.		36		
Курсовые работы (КР), шт.				
Зачет (З), шт.		1		

4. Структура и содержание дисциплины

Семестр	№ темы	Наименование частей, разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия (час.)				СР (час.)
				Всего аудит.	Лекции	Практические занятия	ПЗ/КР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.	1.	Структуры и тенденции развития программного обеспечения ЭВМ и сетей, глобальная сеть ИНТЕРНЕТ.	14	7		7		7
	2.	Инструментальные средства и технологии программирования, пакеты прикладных программ, компьютерная графика, системы автоматизированного проектирования (САПР); базы данных и знаний.	14	7		7		7
	3.	Использование ЭВМ и сетей в научных исследованиях	14	7		7		7
	4.	Современные информационные технологии в образовании	14	7		7		7
	5.	Современные компьютерные технологии	16	8		8		8
		ИТОГО ПО КУРСУ	72	36		36		36
		ЗАЧЕТ (КР)	1					

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Структуры и тенденции развития программного обеспечения ЭВМ и сетей, глобальная сеть ИНТЕРНЕТ. Современные тенденции разработки наукоемких компьютерных технологий, программных систем компьютерного моделирования, междисциплинарных исследований, инженерного анализа и выполнения вычислительных экспериментов. Опыт использования в профессиональной деятельности.

2. Инструментальные средства и технологии программирования, пакеты прикладных программ, компьютерная графика, системы автоматизированного проектирования (САПР); базы данных и знаний. Программные системы компьютерного моделирования, междисциплинарных исследований, инженерного анализа и выполнения вычислительных экспериментов, применяемых для решения задач прикладной механики, механики деформируемого твердого тела, вычислительной механики, задач динамики

ки и прочности машин в различных отраслях промышленности. Опыт использования в профессиональной деятельности.

3. Использование ЭВМ и сетей в научных исследованиях; компьютерная литературная проработка, библиотечный и патентный поиск; компьютер как средство управления экспериментом, системы сбора и обработки данных. Опыт использования в профессиональной деятельности.

4. Современные информационные технологии в образовании: новейшие технические средства и методы обучения; интенсификация научных исследований и процесса образования в свете перспектив использования компьютерных сетей ИНТЕРНЕТ и дистанционного обучения. Опыт использования в профессиональной деятельности.

5. Современные компьютерные технологии, применяемые в образовании, научных исследованиях и для решения задач прикладной механики, механики деформируемого твердого тела, вычислительной механики, задач динамики и прочности машин в различных отраслях промышленности. Опыт их применения в профессиональной деятельности, в образовательном процессе, научных исследованиях и для решения актуальных задач прикладной механики в промышленности.

5. Лабораторный практикум
Не предусмотрен.

6. Практические занятия
Не предусмотрены.

7. Курсовой проект (курсовая работа)
Не предусмотрен.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

Основная:

1. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. - М.: Наука, 1987 – 552 с.
2. Васильков Ю.В., Василькова Н.Н. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании. – М., 1999.
3. Компьютерные технологии в высшем образовании / ред кол. А.Н. Тихонов, В.А. Садовничий и др. – М.: Из-во МГУ, 1997 – 370 с.

Дополнительная:

1. Информатика / Под ред. Макровой Н.В. М.: Финансы и статистика, 1997.-768 с.
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М., 1997.
3. Максимович Г.Ю., Романенко А.Г., Самойлюк О.Ф. Информационные системы - М.: Из-во Рос. эконом. академии, 1999. -198 с.

8.2. Условия реализации и технические средства по обеспечению дисциплины

Программное обеспечение персональных компьютеров; информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети; информационное и программное обеспечение глобальной сети ИНТЕРНЕТ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, ПЭВМ с микропроцессором не ниже Pentium 4, объем ПЗУ не меньше 2-3 Гб, объем ОЗУ не меньше 513 МБ. Программная система MATLAB[®].

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Рекомендуется основной объем базовых знаний преподнести на практических занятиях, а указанную литературу использовать для закрепления и расширения полученных знаний. Рекомендуется больше уделять внимания самостоятельной работе студентов, в частности выполнению ими нескольких расчётных заданий, с тем, чтобы, ознакомившись на практических занятиях с методами решения подобных задач, они имели возможность закрепить практические навыки в области применения методов компьютерного моделирова-

ния.

11. Формы контроля знаний

В процессе изучения дисциплины осуществляется контроль степени освоения знаний, умений и навыков, который проводится преподавателем по утвержденным методикам, согласованным с кафедрой и учебным отделом университета. Контроль предусматривает следующие основные формы:

1. Текущий контроль знаний студентов, осуществляемый на практических занятиях.
2. Промежуточный контроль, осуществляемый в ходе выполнения расчетных заданий.
3. Итоговый контроль проводится в форме зачета по учебной дисциплине.

Выполнение требований ФГОС ВПО в рабочей программе учебной дисциплины подтверждаем:

Заказчик РПД

Разработчик РПД

Заведующий выпускающей кафедрой
"Механика и процессы управления"

Проф. каф. "Механика и процессы управления", к.т.н.

_____ В.А. Пальмов

_____ А.И. Боровков

" ____ " _____ 2010 г.

" ____ " _____ 2010 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор _____

" ____ " _____ 2010 г.

Вводится в действие с " ____ " _____ 2010 г.

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

М.1.8.1. Современные проблемы науки в области прикладной механики

Для студентов направления подготовки

151600.68 – «Прикладная механика»

Профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Квалификация (степень) выпускника
Форма обучения

**магистр
очная**

Составлена кафедрой
«Механика и процессы управления»

Составители

д.ф.-м.н., засл. деятель науки РФ
к.т.н., проф.

В.А. Пальмов
А.И. Боровков

Санкт-Петербург 2010

1. Цели и задачи изучения дисциплины

1.1. Курс направлен на изучение современных научных проблем в области прикладной механики, включая:

- современные методы в теории упругости и пластичности, механики стержней и оболочечных конструкций, механики композитов, механики разрушения;
- вопросы вычислительной механики деформируемого твердого тела, оптимизации конструкций;
- математические модели задач механики деформируемого твердого тела.
- теоретические проблемы статики, динамики, колебаний и устойчивости механических систем; надежность и ресурс машин и конструкций;
- математические модели расчета конструкций из композитных материалов, работающих в экстремальных условиях;
- аналитические и численные методы расчета на прочность машин, конструкций, сооружений и приборов.

Основными целями изучения данной учебной дисциплины являются:

- формирование навыков математического и механического мышления при исследовании проблем динамики и прочности машин, конструкций, установок, устройств, приборов и аппаратуры;
- формирование умения использовать аналитические и численные методы расчетов;
- формирование умения формулировать постановки теоретических и прикладных проблем.

В этой связи необходимо выделить следующие основные задачи:

- 1) развитие логического и алгоритмического мышления, основанного только на использовании законов природы;
- 2) овладение основными доступными методами исследования и решения математических задач;
- 3) овладение методами вычислительной математики;
- 4) выработка умения самостоятельного расширения знаний в области прикладной механики.

1.2. Дисциплина используется при формировании следующих компетенций (по ФГОС):

Общекультурные компетенции (ОК):

совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень; владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

самостоятельно овладевать новыми методами исследования в условиях изменения научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и компетенций; критически оценивать свои достоинства и недостатки (ОК-2);

самостоятельно приобретать с помощью информационных и телекоммуникационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-5);

Профессиональные компетенции (ПК):

научно-исследовательская деятельность, включая расчетно-экспериментальную:

выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии (ПК-1);

применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2);

критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-3);

самостоятельно осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач (ПК-4);

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Современные проблемы в области прикладной механики» изучается в 3 семестре магистратуры. Для успешного освоения курса предполагается предварительное изучение курсов бакалавриата по направлению «Прикладная механика».

Дисциплина «Современные проблемы науки в области прикладной механики» является основным для ознакомления магистрантов с актуальными проблемами прикладной механики, механики деформируемого твердого тела, вычислительной механики, проблемами динамики и прочности машин.

3. Распределение объема учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины по ФГОС ВПО составляет 2 зачетных единицы (72 часа).

Виды занятий и формы контроля	Объем по семестрам			
	1	2	3	4
Лекции (Л), час.				
Практические занятия (ПЗ), час.			36	
Самостоятельная работа (СР), час.			36	
Курсовые работы (КР), шт.				
Зачет (Э), шт.			1	

4. Структура и содержание дисциплины

Сем естр	№ темы	Наименование частей, разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия (час.)				СР (час.)
				Всего аудит.	Лек- ции	Практи- ческие занятия	ПЗ/К Р	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.	1.	Современные методы в теории упругости и пластичности, механики стержней и оболочечных конструкций, механики композитов, механики разрушения.	24	12		12		12
	2.	Вопросы вычислительной механики деформируемого твердого тела, оптимизации конструкций.	24	12		12		12
	3.	Математические модели задач механики деформируемого твердого тела.	24	12		12		12
		ИТОГО ПО КУРСУ	72	36		36		36
		ЗАЧЕТ	1					

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Современные методы в теории упругости и пластичности, механики стержней и оболочечных конструкций, механики композитов, механики разрушения. Основные аналитические методы. Основные численные методы. Метод конечных элементов. Программные системы конечно-элементного моделирования в теории упругости и пластичности, механики стержней и оболочечных конструкций, механики композитов, механики разрушения.

2. Вопросы вычислительной механики деформируемого твердого тела, оптимизации конструкций. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Вычислительная механика, основные методы и алгоритмы. Метод конечных элементов. Программные системы мультидисциплинарных исследований в механике.

3. Математические модели задач механики деформируемого твердого тела. Основные математические модели, применяемые для решения задач теории упругости и пластичности, механики стержней и оболочечных конструкций, механики композитов, механики разрушения, задач динамики и прочности машин и конструкций.

5. Лабораторный практикум

Не предусмотрен.

6. Практические занятия

По темам №№1-3.

7. Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрен.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

Основная:

1. Кац А.М. Теория упругости. Лань. 2002.
2. Горшков А.Г. и др. Теория упругости и пластичности. М. УРСС. 2002.
3. Победра Б.Е., Георгиевский А.В. Основы механики сплошной среды. М. УРСС. 2006.

Дополнительная:

1. Лурье А.И. Теория упругости. М. Наука. 1970.
2. Работнов Ю.И. Механика деформируемого твердого тела. М. Наука. 1979.
3. Демидов С.П. Теория упругости. М. Высшая школа. 1979.
4. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Основы проектирования машин. Расчеты деталей машин на прочность и долговечность. М.: Машиностроение, 1985.
5. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. М.: Машиностроение, 1984.

8.2. Условия реализации и технические средства по обеспечению дисциплины

Программное обеспечение персональных компьютеров; информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети; информационное и программное обеспечение глобальной сети ИНТЕРНЕТ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, ПЭВМ с микропроцессором не ниже Pentium 4, объем ПЗУ не меньше 2-3 ГБ, объем ОЗУ не меньше 513 МБ.

Аудитория со стеклянной доской и мультимедийной системой.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Рекомендуется основной объем базовых знаний преподнести на практических занятиях, а указанную литературу использовать для закрепления и расширения полученных знаний. Рекомендуется больше уделять внимания самостоятельной работе студентов, в частности выполнению ими нескольких расчётных заданий, с тем, чтобы, ознакомившись на практических занятиях с методами решения подобных задач, они имели возможность закрепить практические навыки в области применения методов науки в области прикладной механики.

11. Формы контроля знаний

В процессе изучения дисциплины осуществляется контроль степени освоения знаний, умений и навыков, который проводится преподавателем по утвержденным методикам, согласованным с кафедрой и учебным отделом университета. Контроль предусматривает следующие основные формы:

4. Текущий контроль знаний студентов, осуществляемый на практических занятиях.
5. Промежуточный контроль, осуществляемый в ходе выполнения расчетных заданий.
6. Итоговый контроль проводится в форме зачета по учебной дисциплине.

Выполнение требований ФГОС ВПО в рабочей программе учебной дисциплины подтверждаем:

Заказчик РПД

Разработчик РПД

Заведующий выпускающей кафедрой
"Механика и процессы управления"

Профессор каф. "Механика и процессы управления",
д.ф.-м.н., засл. деятель науки РФ

_____ В.А. Пальмов

_____ В.А. Пальмов
Проф. каф. "Механика и процессы управления", к.т.н.

"__" ____ 2010 г.

_____ А.И. Боровков

"__" ____ 2010 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор _____

" ____ " _____ 2010 г.

Вводится в действие с " ____ " _____ 2010 г.

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

М.2.1. Теория пластичности

Для студентов направления подготовки

151600.68 – «Прикладная механика»

Профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Квалификация (степень) выпускника
Форма обучения

**магистр
очная**

Составлена кафедрой
«Механика и процессы управления»

Составитель
К. т. н., доц.

Семенов А.С.

Санкт-Петербург 2010

1. Цели и задачи изучения дисциплины

1.1. Теория пластичности — раздел механики деформируемого твердого тела, в котором изучаются общие законы реакции твердых тел на внешние силовые воздействия с учетом необратимости деформаций. Необратимые пластические деформации в элементах тела могут возникать только при определенном уровне напряжений, количественная мера которого выражается в форме условия (критерия) пластичности. Необратимые деформации в теории пластичности предполагаются не зависящими от скорости нагружения. Необратимое деформирование твердых тел, существенно зависящее от скорости нагружения, является предметом исследования теории ползучести, учитывающей эффекты нелинейно-вязкого течения при нагружении твердых тел. Теория пластичности, вместе с теорией упругости и теорией ползучести, составляет основное содержание современной механики деформируемого твердого тела.

Основными отличительными атрибутами процесса пластического деформирования, являются необратимость и склерономность. Необратимость или способность приобретать остаточные деформации отличает пластическое деформирование от упругого, а склерономность, то есть инвариантность по отношению к выбору масштаба времени или иначе нечувствительность к скорости протекания процесса, отличает его от ползучести. Указанные особенности порождают специфику определяющих уравнений, свойств решений краевых задач и как следствие этого специфику методов численного решения. Объектом изучения теории пластичности являются металлы и сплавы, горные породы и грунты, лед и древесина, а также многие современные конструкционные материалы, например такие как, материалы с памятью формы и ферроэластики.

Изучение основ теории пластичности позволит получить следующие знания и навыки:

- основы построения математических моделей упругопластического материала;
- основы общей теории определяющих уравнений;
- основы термодинамики необратимых процессов;
- умения ставить и решать начально-краевые задачи упругопластичности;

Успешное изучение дисциплины предполагает сочетание лекционных и самостоятельной работы. Контроль знаний студентов осуществляется на экзамене, как в устной, так и в письменной форме.

Целью курса является освоение студентами основ феноменологической теории пластичности, основных принципов построения математических моделей неупругого материала, основ аналитических и вычислительных методов решения физически нелинейных краевых задач.

В курсе рассматриваются различные варианты определяющих уравнений упругопластического материала, постановки краевых задач и методы их решения. Рассмотрены приложения к одномерным, двумерным и трехмерным квазистатическим физически нелинейным задачам при монотонном и циклическом нагружении.

При изучении дисциплины «Теория пластичности» студент должен получить знания:

- Экспериментальные и физические факты развития неупругих деформаций в металлах.
- Основные понятия и методы решения задач феноменологической теории пластичности.
- Основы теории накопления континуальных повреждений.
- Применение метода конечных элементов в задачах с физической нелинейностью.

На основании этих знаний студент должен уметь:

- достаточно свободно оперировать основными теоретическими понятиями курса;
- применять методы аналитического и численного решения краевых задач;

Курс «Математика» формирует у студента следующие навыки:

- решения задач математической теории пластичности;
- работы с научной литературой;

Основными целями изучения данной учебной дисциплины являются:

- формирование умения строить математические модели материала;
- формирование основных понятий о методах решения физически нелинейных задач;
- формирование навыков математического мышления;
- формирование умения использовать математические методы расчета.

В этой связи необходимо выделить следующие основные задачи:

- 1) развитие знаний о теории определяющих уравнений и принципах выбора модели материала, адекватной сложности решаемой задачи;
- 2) владение методами экспериментального определения механических характеристик материала;
- 3) овладение основными методами исследования и решения нелинейных математических задач.

1.2. Дисциплина используется при формировании следующих компетенций (по ФГОС):

Общекультурные компетенции (ОК):

совершенствовать свой интеллектуальный и общекультурный уровень; владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

самостоятельно овладевать новыми методами исследования в условиях изменения научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и компетенций; критически оценивать свои достоинства и недостатки (ОК-2);

самостоятельно приобретать с помощью информационных и телекоммуникационных технологий и

использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-5);

Профессиональные компетенции (ПК):

научно-исследовательская деятельность, включая расчетно-экспериментальную:

выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии (ПК-1);

применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2);

критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-3);

самостоятельно осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач (ПК-4);

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Теория пластичности» изучается в 1-ом семестре магистратуры и базируется на прослушанных студентами ранее курсах «Механика сплошных сред», «Теория упругости», «Вычислительная механика», «Сопротивление материалов» и другие специальные дисциплины начальных и старших семестров знаниях студентов.

Изучение курса «Теория пластичности» необходимо для теоретической и практической подготовки студентов к исполнению профессиональных обязанностей по специальности «Прикладная Механика», изучения курса «Механика разрушения».

Основными идеями, определяющими содержание дисциплины, являются:

- формирование у студентов теоретических знаний, на основе которых они могут понять основные закономерности упругопластического деформирования необходимые для решения исследовательских и практических инженерных задач механики;
- значимость, необходимость и целесообразность содержания материала для успешной практической деятельности студентов по специальности.
- соответствие сложности содержания материала реальным учебным возможностям;
- соответствие объема содержания времени, отпущенному на изучение данной дисциплины;
- соответствие содержания учебно-методической и материальной базе института.

В процессе обучения предусмотрены следующие формы и методы проведения занятий:

- лекции;
- самостоятельная работа.

Формой итоговой аттестации качества знаний по материалу дисциплины является экзамен.

Изучение учебной дисциплины «Теория пластичности» предусмотрено учебным планом физико-механического факультета для высшего профессионального образования.

Успешное овладение дисциплиной рассматривается как условие высокой профессиональной квалификации будущих механиков.

3. Распределение объема учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины по ФГОС ВПО составляет 2 зачетных единицы (72 часов).

Виды занятий и формы контроля	Объем по семестрам			
	1	2	3	4
Лекции (Л), час.	36			
Практические занятия (ПЗ), час.				
Самостоятельная работа (СР), час.	36			
Курсовые работы (КР), шт.				
Экзамены (Э), шт.	1			

4. Структура и содержание дисциплины

Сем естр	№ темы	Наименование частей, разделов и тем	Всего часов	Аудиторные заня- тия (час.)		Сам. раб.
				Всего аудит.	Лек- ции	
1	2	3	4	5	6	9
1.	1.	Экспериментальные и физические основы неупругого деформирования	4	2	2	2
	2.	Определяющие уравнения пластического материала	20	10	10	10
	3.	Простейшие задачи теории пластичности	12	6	6	6
	4.	Плоская деформация	12	6	6	6
	5.	Экстремальные принципы	12	6	6	9
	6.	Определяющие уравнения вязко-пластического материала	8	4	4	4
	7.	Решение физически нелинейных задач на основе метода конечных элементов	4	2	2	2
		ИТОГО ПО КУРСУ	72	36	36	36
		ЭКЗАМЕН	1			

Содержание разделов дисциплины

1. Экспериментальные и физические основы неупругого деформирования

Экспериментальные основы неупругого деформирования.
Физические основы неупругого деформирования.
Простейшие одномерные модели пластичности.

2. Определяющие уравнения пластического материала

Структура основной системы уравнений механики деформируемого твердого тела.
Дифференциально-алгебраические уравнения.
Условия начала пластичности для изотропного и анизотропного материала.
Кинематика упруго-пластического деформирования.
Эволюция поверхности нагружения.
Ассоциированный закон пластического течения.
Деформационная теория пластичности.
Теория пластического течения.
Эндохронная теория пластичности.
Реологические модели упруго-пластического материала. Обобщенный материал Прандтля

3. Простейшие задачи теории пластичности

Растяжение и кручение тонкостенной трубы.
Толстостенная сферическая оболочка под действием давления.
Изгиб балки.
Цилиндрическая труба из упрочняющегося материала под действием давления

4. Плоская деформация

Линеаризация уравнений. Переменные σ и θ
Характеристики системы уравнений в частных производных
Линии скольжения и их свойства
Граничные условия. Линии разрыва напряжений
Поле скоростей.
Клин под действием одностороннего давления

Вдавливание плоского жесткого штампа в полуплоскость
Растяжение полосы с угловыми вырезами
Растяжение полосы с вырезами имеющими круговое основание

5. Экстремальные принципы

Энергетические тождества.
Дополнительные неравенства в теории пластичности
Минимальные свойства действительного поля скоростей
Минимальные свойства действительного поля напряжений
Кинематическая теорема о предельной нагрузке
Статическая теорема о предельной нагрузке

6. Определяющие уравнения вязко-пластического материала

Обобщенные модели неупругого деформирования
Декомпозиция тензора деформации при неупругом деформировании
Реологическое моделирование
Физические механизмы неупругого деформирования
Аппроксимации кривых ползучести
Технические теории ползучести
Упруго-вязкопластический материал Пэжины
Установившаяся ползучесть толстостенной трубы

7. Решение физически нелинейных задач на основе метода конечных элементов

Принцип виртуальных перемещений.
Инкрементально-итерационная процедура метода Ньютона-Рафсона.
Метод продолжения по параметру нагружения.
Явные и неявные численные методы интегрирования определяющих уравнений пластичности.
Схема интегрирования предиктор-корректор.
Метод радиального возврата и наикратчайшей проекции.

5. Лабораторный практикум

Не предусмотрен

6. Практические занятия

Не предусмотрены

7. Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрен

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

Основная:

1. Ишлинский А.Ю. Математическая теория пластичности. Москва: ФизМатЛит. 2003, 704 с.
2. Зубчанинов В.Г. Математическая теория пластичности. Тверь. 2002, 300 с.
3. Новожилов В.В., Кадашевич Ю.И. Микронапряжения в конструкционных материалах. Л.: Машиностроение, 1990. 223 с.
4. Хилл Р. Математическая теория пластичности. М.: ГИТТЛ, 1956. 407 с.

Дополнительная:

1. Пальмов В.А. Колебания упруго-пластических тел. М.: Наука, 1976. 328 с.
2. Поздеев А.А., Трусов П.В., Няшин Ю.И. Большие упруго-пластические деформации. Теория, алгоритмы, приложения. М.: Наука, 1986. 232 с.
3. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. М.: Наука. 1969. 420 с.
4. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. М.: Машиностроение, 1975. 400 с.
5. Москвитин В.В. Циклическое нагружение элементов конструкций. М.: Наука, 1988. 344 с.

6. Гохфельд Д.А., Садаков О.С. Пластичность и ползучесть элементов конструкций при повторных нагружениях. М.: Машиностроение, 1984. 256 с.
7. Ивлев Д.Д., Быковцев Г.И. Теория упрочняющегося пластического тела. М.: Наука, 1971. 232 с.
8. Коларов Д., Балтов А., Бончева Н. Механика пластических сред. М.: МИР, 1979. 302 с.
9. Лихачев В.А., Малинин В.Г. Структурно-аналитическая теория прочности. С.-Петербург: Наука. 1993. 471 с.
10. Ильюшин А.А. Пластичность. Основы общей математической теории // М.: Изд-во АН СССР, 1963. 271 с.
11. Оден Дж. Конечные элементы в нелинейной механике сплошных сред. М.: Мир, 1976. 464 с.
12. Койтер В.Т. Общие теоремы теории упруго-пластических сред. М.: ИЛ, 1961. 80 с.
13. Пэжина П. Основные вопросы вязкопластичности. М.: Мир, 1968. 176 с.
14. Работнов Ю.Н. Ползучесть элементов конструкций. М.: Наука, 1966. 752 с.
15. Лурье А.И. Нелинейная теория упругости. М.: Наука, 1980. 512 с.
16. Васидзу К. Вариационные методы в теории упругости и пластичности / Пер. с англ.; Под ред. Н.В. Баничука. М.: Мир, 1987. 542 с.

8.2. Условия реализации и технические средства по обеспечению дисциплины

Программное обеспечение персональных компьютеров; информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети; информационное и программное обеспечение глобальной сети ИНТЕРНЕТ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, ПЭВМ с микропроцессором не ниже Pentium 4, объем ПЗУ не меньше 2-3 ГБ, объем ОЗУ не меньше 513 МБ..

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Рекомендуется основной объем базовых знаний преподнести на лекционных занятиях, а указанную литературу использовать для закрепления и расширения полученных знаний, поскольку имеющиеся учебники и учебные пособия дополняют друг друга.

Также рекомендуется больше уделять внимания самостоятельной работе студентов, в частности выполнению ими одного домашнего расчетного задания, из 1-2 задач каждое, с тем, чтобы, ознакомившись на практических занятиях с методами решения подобных задач, он имел возможность закрепить практические навыки, работая в удобном режиме времени, пользуясь консультациями преподавателя на дальнейших практических занятиях по соответствующим темам.

11. Формы контроля знаний

В процессе изучения дисциплины осуществляется контроль степени освоения знаний и умений, который проводится преподавателем по утвержденным методикам, согласованным с кафедрой и учебным отделом института. Контроль предусматривает следующие основные формы:

7. Текущий контроль знаний студентов, осуществляемый на практических занятиях.
8. Промежуточный контроль, осуществляемый в ходе выполнения расчетного задания.
9. Итоговый контроль проводится в форме зачета по учебной дисциплине.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕРНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «Теория пластичности»

1. Экспериментальные и физические основы неупругого деформирования.
2. Условия начала пластичности для изотропного и анизотропного материала.
3. Кинематика упруго-пластического деформирования.
4. Ассоциированный закон пластического течения.
5. Деформационная теория пластичности.
6. Теория пластического течения.
7. Обобщенный материал Прандтля.
8. Растяжение и кручение тонкостенной трубы.
9. Толстостенная сферическая оболочка под действием внутреннего давления.
10. Изгиб балки.
11. Цилиндрическая труба из упрочняющегося материала под действием давления
12. Линии скольжения и их свойства
13. Поле скоростей при плоской деформации.
14. Клины под действием одностороннего давления
15. Вдавливание плоского жесткого штампа в полуплоскость
16. Растяжение полосы с угловыми вырезами

17. Растяжение полосы с вырезами, имеющими круговое основание
18. Энергетические тождества. Дополнительные неравенства в теории пластичности
19. Минимальные свойства действительного полей скоростей и напряжений
20. Кинематическая и статическая теорема о предельной нагрузке
21. Аппроксимации кривых ползучести
22. Технические теории ползучести
23. Упруго-вязкопластический материал Пэжины
24. Решение физически нелинейных задач на основе метода конечных элементов

Выполнение требований ФГОС ВПО в рабочей программе учебной дисциплины подтверждаем:

Заказчик РПД

Заведующий кафедрой «Механика и процессы управления»

_____ Пальмов В.А.

" ____ " _____ 2010 г.

Разработчик РПД

Доцент кафедры «Механика и процессы управления»

_____ Семенов А.С.

" ____ " _____ 2010 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор _____

" ____ " _____ 2010 г.

Вводится в действие с " ____ " _____ 2010 г.

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

М.2.4. «КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ»

Для студентов направления подготовки

151600.68 – «Прикладная механика»

Профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Квалификация (степень) выпускника
Форма обучения

**магистр
очная**

Составлена кафедрой
«Механика и процессы управления»
Составитель
Д. ф.-м. н., проф.

Пальмов В.А.

Санкт-Петербург 2010

1. Цели и задачи изучения дисциплины

1.1. Для реализации замыслов конструкторов в инженерных применениях применяются различные материалы. Использование того или иного определяется условиями его работы в составе конструкции или сооружения. Так, для машиностроительных конструкций типичными материалами являются металлы, причем в разных отраслях разные. Так материалы стационарной энергетики отличаются от материалов судовой энергетики и тем более от материалов авиационных конструкций. Особое место среди машиностроительных материалов занимают материалы атомной энергетики. Огромную роль в строительстве занимает бетон. Для него характерно то, что он выдерживает сравнительно большие сжимающие напряжения и совершенно непригоден для элементов строительных конструкций, в которых имеют место значительные растягивающие напряжения.

Изучение курса «Конструкционная прочность» позволит получить следующие умения и навыки:

- обоснование выбора материала по условиям его работы;
- умение различать различные виды разрушения, типичные для различных конструкций;
- умение учесть отличие дефектов материала и дефектов изготовления конструкции;
- умение активно использовать нормативные документы при назначении ограничений на материал.

Успешное изучение дисциплины предполагает сочетание лекционных и лабораторных занятий. На лабораторных занятиях экспериментами демонстрируются основные виды разрушения машиностроительных конструкций и измеряются характерные параметры этих разрушений.

Контроль знаний студентов осуществляется на лабораторных занятиях как в устной, так и в письменной форме. Разработаны индивидуальные самостоятельные и контрольные работы.

Целью курса «Конструкционная прочность» является освоение студентами основных методов и понятий курса и умение их применять. Специальность «Динамика и прочность машин» - это в первую очередь машиностроительная специальность. Из всего многообразия машиностроительных материалов в курсе «Конструкционная прочность» основное внимание уделено материалам, используемым в турбиностроении и атомной энергетике. Турбиностроение является особенно характерной областью машиностроения, поскольку в ней помимо специальных материалов используются все виды материалов, разработанных для деталей общего машиностроения. В связи с этим в курсе рассмотрены материалы турбиностроения. В курсе большое внимание уделяется особенностям работы материала в составе конструкции, таким особенностям, как концентрация напряжений, литейные дефекты, дефекты прокатки, иные повреждения, трещины. Условия работы материала определяют виды разрушения. Типичными являются вязкое разрушение, хрупкое разрушение, усталостное разрушение. Возможны разрушения, связанные с накоплением повреждений с изломом, с коррозионным разрушением.

Определенное и важное место в курсе «Конструкционная прочность» уделяется контролю текущего состояния конструкций: вибрационный контроль, ультразвуковой контроль, применение метода акустической эмиссии.

В курс «Конструкционная прочность» включены методы нормирования конструкционной прочности. Они охватывают государственные стандарты по испытанию на надежность, нормы расчета в строительстве, машиностроении и энергетике (сосуды давления, корпусные детали, трубопроводы). В курсе рассматриваются различные типичные условия работы конструкции, приводящие к различным видам разрушения или отказам. Рассматриваются вопросы нормирования с использованием нормативных документов.

При изучении дисциплины «Конструкционная прочность» студент должен получать знания:

- основные понятия и методы дисциплины;
- основные типичные параметры, по которым проводится нормирование;
- основные методы контроля текущего состояния конструкции.

На основании этих знаний студент должен уметь:

- достаточно свободно оперировать основными теоретическими понятиями курса;
- выполнять расчетные задания по подбору параметров металлов с целью выполнения условий конструкционной прочности.

Курс «Конструкционная прочность» формирует у студента следующие навыки:

- решения задач по выполнению и нормированию условий конструкционной прочности;
- работы с научной и технической литературой;
- выполнения самостоятельных расчетных заданий.

Основными целями изучения данной учебной дисциплины являются:

- формирование навыков грамотного механического мышления с корректным учетом условий работы механической конструкции;
- формирование умения формулировать нормативы на возможные разрушения и отказы;
- формирование умения использовать нормативные документы;

В этой связи необходимо выделить следующие основные задачи:

- 1) развитие инженерного мышления;
- 2) овладение методами создания имитационных моделей для качественного исследования условий работы машин и конструкций;
- 3) овладение методами нормирования прочности, деформативности, долговечности;

4) выработка умения самостоятельного расширения инженерных знаний и применения их к решению простейших типичных инженерных задач.

1.2. Дисциплина используется при формировании следующих компетенций (по ФГОС):

Общекультурные компетенции (ОК):

совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень; владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

самостоятельно овладевать новыми методами исследования в условиях изменения научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и компетенций; критически оценивать свои достоинства и недостатки (ОК-2);

свободно пользоваться русским и иностранными языками как средством делового общения, переписки и документооборота; готовить презентации, делать доклады, писать статьи и отчеты о научно-исследовательской работе, в том числе и на иностранном языке (ОК-3);

самостоятельно приобретать с помощью информационных и телекоммуникационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-5);

уметь использовать полученные знания для аргументированного обоснования своих решений с точки зрения безопасности (ОК-13).

Профессиональные компетенции (ПК):

научно-исследовательская деятельность, включая расчетно-экспериментальную:

выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии (ПК-1);

применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2);

критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-3);

самостоятельно осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач (ПК-4);

овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и приборов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов (ПК-7);

самостоятельно адаптировать и внедрять современные наукоемкие компьютерные технологии прикладной механики с элементами мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач создания техники нового поколения: машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры (ПК-11);

проектно-конструкторская деятельность:

формулировать технические задания и применять программные системы компьютерного проектирования (CAD-системы) в процессе конструирования деталей машин и элементов конструкций с учетом обеспечения их прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, надежности и износостойкости, готовить необходимый комплект технической документации в соответствии с ЕСКД (ПК-12);

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Конструкционная прочность» изучается на 1 семестре магистратуры и базируется на прослушанных студентами курсах «Теория упругости», «Строительная механика машин», «Теория пластичности и ползучести», «Колебания упругих тел», «Механика разрушения». Изучение курса «Конструкционная прочность» необходимо для разносторонней подготовки студентов к профессиональной деятельности. Курс «Конструкционная прочность» готовит студентов к пониманию подходов к решению инженерных задач. У студента должно возникнуть понимание того, что при одном и том же напряженном состоянии, например, при одноосном растяжении, в разных отраслях машиностроения используются различные нормы прочности и безотказности, что приводит к различным коэффициентам запаса. Более того, в одной и той же отрасли машиностроения, например, в авиационной или судостроительной в разных странах и на разных фирмах применяются разные нормативы прочности. Мало этого, нормы прочности в военном судостроении или авиации отличаются от соответствующих гражданских отраслей. Появляющиеся при этом разные значения коэффициентов запаса отражают «цену» аварий и разрушений, принятую в разных странах и разных отраслях машиностроения.

Основными идеями, определяющими содержание дисциплины, являются:

- формирование у студентов теоретических знаний, на основе которых они могут понять обязательность и закономерность использования понятий и методов курса «Конструкционная прочность» в решении исследовательских и практических задач прикладной механики;
- значимость, необходимость и целесообразность содержания материала курса для успешной практической деятельности студентов по специальности.
- соответствие содержания материала реальным учебным возможностям;
- соответствие объема содержания времени, отпущенному на изучение данной дисциплины;
- соответствие содержания учебно-методической и материальной базе университета.

В процессе обучения предусмотрены следующие формы и методы проведения занятий:

- лекции;
- практические занятия.

Формой итоговой аттестации качества знаний по материалу дисциплины являются зачет в 9 семестре.

Изучение учебной дисциплины «Конструкционная прочность» предусмотрено учебным планом физико-механического факультета для высшего профессионального образования.

Успешное овладение дисциплиной рассматривается как важнейшее условие высокой профессиональной квалификации будущих инженеров-механиков.

3. Распределение объема учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины по ФГОС ВПО составляет 4 зачетных единицы (144 часов).

Виды занятий и формы контроля	Объем по семестрам			
	1	2	3	4
Лекции (Л), час.	36			
Практические занятия (ПЗ), час.	36			
Самостоятельная работа (СР), час.	72			
Экзамены (Э), шт.	1			

4. Структура и содержание дисциплины

Семестр	№ Темы	Наименование частей, Разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия (час.)			Сам. раб.
				Всего аудит.	Лекции	Практ. занят.	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	1.	Материалы, используемые в турбиностроении	8	16	8	8	16
	2.	Ползучесть и длительная прочность металлов, используемых в турбиностроении	8	16	8	8	16
	3.	Неразрушающие методы контроля состояния конструкций	8	10	5	5	10
	4.	Нормативные документы для атомной энергетики	24	20	10	5	20
	5.	СНИП в строительстве	20	10	5	5	10
		ИТОГО ПО КУРСУ	144	72	36	36	72
		ЭКЗАМЕН	1				

Содержание разделов дисциплины

1. Материалы, используемые в турбиностроении. Железные сплавы

Классификация сталей по их применению. Строительные и арматурные стали. Малоуглеродистые конструкционные стали. Конструкционные улучшаемые стали. Жаропрочные, жаростойкие и нержавеющие стали.

Высокопрочные стали. Немагнитные стали. Стали для пружин. Стали для штампов. Износостойкие стали. Электротехнические стали. Чугуны. Цветные сплавы. Сплавы на никелевой основе. Титановые сплавы. Кобальтовые сплавы. Композитные металлические материалы. Алюминий и его сплавы. Медные сплавы. Оловянистые сплавы. Магниево-алюминиевые сплавы. Керамические материалы для деталей турбиностроения.

2. Ползучесть и длительная прочность металлических материалов

Процесс ползучести. Кривая ползучести. Четыре характерных участка кривой ползучести. Предел ползучести. Длительная прочность. Предел длительной прочности. Минимальная скорость ползучести. Кривая мгновенного деформирования. Изохронные кривые деформирования. Релаксация напряжений. Длительная пластичность. Зависимости для скорости ползучести на стадии установившейся ползучести. Популярные модели ползучести. Теории ползучести. Классификация процессов ползучести. Популярные модели ползучести. Теории ползучести. Модели, используемые в коммерческих конечно-элементных программах. Базовые эксперименты для определения параметров моделей. Влияние ползучести на сопротивление упруго-пластическому деформированию. Циклическая ползучесть. Ползучесть и длительная прочность в условиях сложного напряженного состояния.

3. Неразрушающие методы контроля состояния конструкций

Состояние проблемы контроля качества и прогнозирования разрушения промышленных объектов. Руководящие документы Гостехнадзора и ведомств, инструкции. Методы неразрушающего контроля. Ультразвуковой метод. Вибрационный метод. Акустическая эмиссия. Физические основы явления. Основные источники акустической эмиссии в твердых телах. Модель трещины, как излучателя акустической эмиссии. Характеристики сигналов акустической эмиссии и их информативность. Эмпирические признаки готовящегося разрушения и их физический смысл. Существующие в настоящее время зарубежные и отечественные методики акустическо-эмиссионного контроля конструкционных материалов, прогнозирования разрушения и оценок остаточного ресурса промышленных конструкций. Нормативные документы по акустической эмиссии и их оценка. Рентгеновский метод неразрушающего определения напряжений. Развитие представлений о разрушении: феноменологический, структурный, термофлуктуационный. Формула Журкова для долговечности. Переход от механической к кинетической концепции разрушения. Анализ формулы Журкова для прочности. Прогнозирование долговечности на основе формулы Журкова. Четыре области напряжений. Степенная зависимость при низких напряжениях. Неразрушающие напряжения. Механизм разрушения. Факторы, влияющие на развитие трещин: статистика разрушающих термофлуктуаций и структурная гетерогенность материала, наличие концентрации напряжений. Три стадии развития трещин. Концентрационный критерий кластеризации трещин и разрушения. Кинетический подход к прогнозированию разрушения. Прогнозирование времени до зарождения магистральной трещины. Анализ существующих методов прогнозирования разрушения промышленного оборудования.

4. Нормативные документы для атомной энергетики

Обязательность проведения поверочного расчета. Назначение поверочного расчета. Основные факторы, подлежащие учету при проведении расчетов. Требования к схематизации дефектов. Учет дефектов в расчетных схемах: методология расчета. Классификация напряжений. Порядок определения напряжений. Расчет на статическую прочность. Расчет на циклическую прочность. Расчет на прочность при наличии трещиноподобных дефектов. Расчетные характеристики трещиностойкости. Определение коэффициента интенсивности напряжений. Расчет увеличения размеров трещин при статическом и циклическом нагружении. Расчет на сопротивление хрупкому разрушению. Определение допускаемых размеров трещиноподобных дефектов. Расчет конструкций оборудования атомных станций на сейсмические воздействия. Установление допускаемых напряжений.

5. СНиП в строительстве

Нагрузки и воздействия на строительные конструкции. Вес конструкций и грунтов. Равномерно распределенные нагрузки. Сосредоточенные нагрузки и нагрузки на перила. Нагрузки от мостовых и подвижных кранов. Снеговые нагрузки. Ветровые нагрузки. Гололедные нагрузки. Температурные климатические воздействия. Прочие нагрузки.

Предельные прогибы и перемещения. Горизонтальные предельные прогибы колонн и тормозных конструкций от крановых нагрузок. Нагрузка от удара крана о тупиковый упор. Силовые нагрузки на здания с различной формой покрытий. Схемы ветровых нагрузок и аэродинамические коэффициенты.

Карты районирования СССР (России) по климатическим характеристикам.

Учет ответственности зданий и сооружений с помощью коэффициентов ответственности.

5. Лабораторный практикум

Предусмотрена демонстрация различных видов разрушения образцов при разных режимах нагружения..

6. Практические занятия

Выполнение тестовых заданий по разделам №№ 1-5.

7. Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрен

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

Основная:

1. Гецов Л.Б. Материалы в турбостроении. СПб. Изд. Политехнического университета. 2005
2. Гецов Л.Б. Ползучесть и длительная прочность металлических материалов. СПб. Изд. Политехнического университета. 2005
3. Руководство по расчету на прочность оборудования и трубопроводов реакторных установок РБМК и ВВЭР на стадии эксплуатации. РД ЭО 0330-01. Москва. 2001.

Дополнительная:

1. Правила и нормы в атомной энергетике. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок ПНАЭ Г- 7-002-86. М, Энергоатомиздат. 1989.
2. Технические средства диагностирования. Ред. Ключев В.В. М. Машиностроение. 1989.
3. Петров В.А., Башкарев А.А., Веттегрень А.И. Физические основы прогнозирования разрушения конструкционных материалов. СПб. Политехника. 1993.
4. Грешинков В.А., Дробот Ю.Б. Акустическая эмиссия. М. Изд. Стандартов. 1976.
5. Сборник правил и нормативных технических документов по котлонадзору. Ред. Тихомиров А.А., Сулов А.М. М. Машиностроение. 1993.
6. Строительные нормы и правила РФ. СНиП от 29.08.1985 № 2.01.07.85. Постановление Госстроя СССР от 29.08.1985 №135.

8.2. Условия реализации и технические средства по обеспечению дисциплины

Программное обеспечение персональных компьютеров; информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети; информационное и программное обеспечение глобальной сети ИНТЕРНЕТ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, ПЭВМ с микропроцессором не ниже Pentium 4, объем ПЗУ не меньше 2-3 Гб, объем ОЗУ не меньше 513 Мб..

Аудитория со стеклянной доской.

Лаборатория кафедры «Сопротивление материалов».

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Рекомендуется преподнести основной объем базовых знаний на лекциях и частично на практических занятиях. Указанную литературу следует активно использовать на практических занятиях и при подготовке самостоятельных рефератов.

При преподавании знаний студентам преподавателю рекомендуется систематически обращать внимание студентов на то, что различными нормативными документами, составленными для разных отраслей техники предусмотрены различные значения допускаемых напряжений, перемещений и деформаций. Более того, следует повторять, что они еще отличаются в зависимости от степени ответственности сооружений и элементов машин.

11. Формы контроля знаний

В процессе изучения дисциплины осуществляется контроль степени освоения знаний, умений и навыков, который проводится преподавателем по утвержденным методикам, согласованным с кафедрой и учебным отделом университета. Контроль предусматривает следующие основные формы:

10. Текущий контроль знаний студентов, осуществляемый на практических занятиях.
11. Промежуточный контроль, осуществляемый в ходе выполнения расчетных заданий.
12. Итоговый контроль проводится в форме зачета и экзамена по учебной дисциплине.

ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ “КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ ”

Подготовить рефераты на следующие темы:

1. Дать характеристику металлов, изготовленных на основе железа и используемых в турбиностроении.
2. Описать методы теоретического описания ползучести металлов, используемых в турбиностроении.
3. Акустическая эмиссия, как метод контроля текущего состояния металлических конструкций.
4. Расчет роста трещиноподобных дефектов по нормативным документам для конструкций атомной энергетики.
5. Нагрузки на сооружения по данным СНиП для разных климатических зон .

Выполнение требований ФГОС ВПО в рабочей программе учебной дисциплины подтверждаем:

Заказчик РПД

Разработчик РПД

Заведующий кафедрой «Механика и процессы управления»

Профессор кафедры «Механика и процессы управления»

_____ Пальмов В.А.

_____ Пальмов В.А.

" ____ " _____ 2010 г.

" ____ " _____ 2010 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор _____

" ____ " _____ 2010 г.

Вводится в действие с " ____ " _____ 2010 г.

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**М.2.3. «МЕХАНИКА КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И
РАЗРУШЕНИЯ. 1. Механика разрушения»**

Для студентов направления подготовки

151600.68 – «Прикладная механика»

Профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Квалификация (степень) выпускника
Форма обучения

**магистр
очная**

Составлена кафедрой
«Механика и процессы управления»

Составитель

Д. ф.-м. н., проф.

Фрейдин А.Б.

Санкт-Петербург 2010

1. Цели и задачи изучения дисциплины

1.1. Курс лекций посвящен современным подходам к проблемам механики разрушения. В задачи курса входит:

- знакомство с математическими методами механики неоднородных сред, включая изучение задачи Эшелби, как базовой задачи механики дефектов, композитных материалов и материалов, претерпевающих структурные превращения при термосиловых воздействиях;
- знакомство с подходами механики конфигурационных сил применительно к развитию дефектов различной природы, в том числе – трещин;
- рассмотрение моделей механики трещин и повреждений.

На основании полученных при прохождении курса знаний студент должен уметь оперировать основными понятиями, используемыми в современных моделях механики разрушения, и приобрести навыки постановки и решения различных задач, связанных с определением напряженно-деформированного состояния в телах с дефектами разной природы, в том числе - трещинами, использовать полученные знания для верификации численных подходов и решений.

1.2. Дисциплина используется при формировании следующих компетенций (по ФГОС):

Общекультурные компетенции (ОК):

совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень; владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

самостоятельно овладевать новыми методами исследования в условиях изменения научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и компетенций; критически оценивать свои достоинства и недостатки (ОК-2);

свободно пользоваться русским и иностранным языками как средством делового общения, переписки и документооборота; готовить презентации, делать доклады, писать статьи и отчеты о научно-исследовательской работе, в том числе и на иностранном языке (ОК-3);

самостоятельно приобретать с помощью информационных и телекоммуникационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-5);

уметь использовать полученные знания для аргументированного обоснования своих решений с точки зрения безопасности (ОК-13).

Профессиональные компетенции (ПК):

научно-исследовательская деятельность, включая расчетно-экспериментальную:

выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии (ПК-1);

применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2);

критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-3);

самостоятельно осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач (ПК-4);

овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и приборов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов (ПК-7);

самостоятельно адаптировать и внедрять современные наукоемкие компьютерные технологии прикладной механики с элементами мультидисциплинарного анализа для решения сложных научно-технических задач создания техники нового поколения: машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, агрегатов, оборудования, приборов и аппаратуры (ПК-11);

проектно-конструкторская деятельность:

формулировать технические задания и применять программные системы компьютерного проектирования (CAD-системы) в процессе конструирования деталей машин и элементов конструкций с учетом обеспечения их прочности, жесткости, устойчивости, долговечности, надежности и износостойкости, готовить необходимый комплект технической документации в соответствии с ЕСКД (ПК-12);

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Механика разрушения» изучается на 3 семестре магистратуры, и базируется на прослушанных студентами курсах «Теория упругости», «Теория пластичности и ползучести», «Высшая математика».

тика», «Математическая физика». Изучение курса необходимо для разносторонней подготовки студентов к профессиональной деятельности, включающей как проведение фундаментальных исследований, так и постановку и решение инженерных задач

Основными идеями, определяющими содержание дисциплины, являются:

- формирование у студентов теоретических знаний, на основе которых они могут понять обязательность и закономерность использования понятий и методов курса в решении исследовательских и практических задач прикладной механики; формирование навыков аналитических вычислений, результаты которых могут быть использованы для верификации численных подходов и полученных численных решений;
- соответствие содержания материала реальным учебным возможностям, в том числе времени, отпущенному на изучение данной дисциплины;
- соответствие содержания учебно-методической и материальной базе университета.

В процессе обучения предусмотрены следующие формы и методы проведения занятий:

- лекции;
- практические занятия.

Формой итоговой аттестации качества знаний по материалу дисциплины является экзамен в 3 семестре магистратуры.

Изучение учебной дисциплины «Механика разрушения» предусмотрено учебным планом физико-механического факультета для высшего профессионального образования.

Успешное овладение дисциплиной рассматривается как важнейшее условие высокой профессиональной квалификации будущих инженеров-механиков.

3. Распределение объема учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины по ФГОС ВПО составляет 4 зачетных единицы (144 часов).

Виды занятий и формы контроля	Объем по семестрам			
	1	2	3	4
Лекции (Л), час.			54	
Практические занятия (ПЗ), час.			18	
Самостоятельная работа (СР), час.			72	
Экзамены (Э), шт.			1	

4. Структура и содержание дисциплины

Семестр	№ Темы	Наименование частей, Разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия (час.)			Сам. раб.
				Всего аудит.	Лекции	Практ. занят.	
1	2	3	4	5	6	7	8
3.	1.	Введение в механику разрушения.	4	2	2	0	2
	2.	Простейшие задачи определения концентрации напряжений. .	7	2	1	1	5
	3.	Введение в механику неоднородных сред. Задача Эшелби.	22	11	5	6	11
	4.	Элементы механики конфигурационных сил	10	5	3	2	5
		Механика трещин	25	14	6	8	11
	5.	Параметр поврежденности	4	2	1	1	2
		ИТОГО ПО КУРСУ	72	36	18	18	36
		ЭКЗАМЕН	1				

Содержание разделов дисциплины

1. Введение в механику разрушения.

Характерные масштабы деформирования и разрушения. Оценка теоретической прочности. Обзор элементарных дефектов. Классические критерии прочности.

2. Простейшие задачи определения концентрации напряжений.

Сферическая пора и сферическое включение иной фазы при всестороннем растяжении.

3. Элементы механики неоднородных сред. Задача Эшелби.

Неоднородность как источник внутренних напряжений (уравнение Ламе для среды с неоднородностями). Несовместность деформаций как источник внутренних напряжений. Тензоры Грина для деформаций и напряжений в среде с неоднородностями. Интегральные уравнения для определения деформаций и напряжений внутри неоднородности. Определение деформаций и напряжений вне неоднородности. Построение тензоров Грина в k – и r – пространствах. Тензоры Грина для изотропной среды.

Условия на границе раздела двух сред. Лемма Адамара. Представление скачков деформаций и напряжений на границе неоднородности через деформации и напряжения по одну из сторон границы в случае малых деформаций.

Эллипсоидальная неоднородность в однородном и полиномиальном внешних полях. Поля напряжений и деформаций в окрестности неоднородности. Тензорные коэффициенты концентрации напряжений.

Энергия взаимодействия включения с внешним полем.

4. Элементы механики конфигурационных сил.

Тензор “энергии-импульса” Эшелби и однородность материала. Инвариантный интеграл Эшелби (конечные и малые деформации). Интеграл Эшелби в случае полей с неоднородностями. Интеграл Эшелби и интеграл Райса в случае трещины при плоской деформации. Диссипация энергии при движении разрыва деформаций.

Диссипация энергии при квазистатическом распространении трещины в нелинейно-упругом материале.

5. Элементы механики трещин.

Трещина при плоской деформации линейно-упругого тела. Принцип суперпозиции. Трещина под действием нормальной симметричной нагрузки. Трещина в поле сдвига и при антиплоской деформации. Коэффициенты интенсивности напряжений. Наклонная трещина в растягивающем поле напряжений. Определение угла поворота трещины. Изменение потенциальной энергии при росте трещины. Локализация

стока энергии в вершине трещины. Представление интеграла Райса через коэффициенты интенсивности напряжений. Энергетический критерий распространения трещины (теория Гриффитса). Запись через коэффициенты интенсивности напряжений и интеграл Райса. Локализованные пластические деформации. Формула Гриффитса для критического напряжения в случаях трещины

в поле растяжения и при действии расклинивающей силы. Устойчивые и неустойчивые трещины.

Теоретическая прочность с точки зрения теории Гриффитса.

Силовой критерий прочности (критерий Ирвина). Связь силового и энергетического критериев прочности.

Трещина в модели Баренблатта. Связь с критериями Ирвина и Гриффитса.

Трещина при плоской деформации и плоском напряженном состоянии упруго-пластического материала. Трещина в модели Дагдейла. Критерий критического раскрытия трещины. Связь с критерием Гриффитса.

6. Параметр поврежденности.

Кинетическое уравнение поврежденности. Принцип линейного суммирования повреждений.

5. Лабораторный практикум

Не предусмотрен

6. Практические занятия

Выполнение тестовых заданий по разделам №№ 2-6.

7. Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрен

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

Основная:

1. Дж. Гордон. Почему мы не проваливаемся сквозь пол. М. Мир. 1971.
2. Л.М. Качанов. Основы механики разрушения. М. Наука. 1974.
3. С.К. Канаун, В.М. Левин. Метод эффективного поля в механике композитных материалов. Петрозаводск. 1993. 538 с.
4. И.А. Кунин. Терия дислокаций. Дополнение в книге: Я.А. Схоутен. Тензорный анализ для физиков. М. Наука. 1965. С. 373-443.
5. Н.Ф. Морозов. Математические вопросы теории трещин. М. Наука. 1988. 256 с.
6. В.М. Пестриков, Е.М. Морозов. Механика разрушения твердых тел. Санкт-Петербург. Профессия. 2002.
7. Л.И. Седов. Механика сплошных сред. Том. 2. М. Наука. 1973.
8. А.Б. Фрейдин. Задача Эшелби в механике неоднородных сред. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010.

Дополнительная

1. В.В. Елисеев. Механика упругих тел. Санкт-Петербург. Изд-во СПбГТУ. 1999.
2. Жилин П.А. Векторы и тензоры второго ранга в трехмерных пространствах. СПб. Нестор. 2001. 275 с.
3. Лурье А.И. Теория упругости. М.: Наука, 1970. 939 с.
4. Лурье А.И. Нелинейная теория упругости. М.: Наука. 1980. 512 с.
5. Пальмов В.А. Элементы тензорной алгебры и тензорного анализа. Санкт-Петербург. Изд-во Политехнического университета. 2008. 108 с.
6. Пуарье Ж.-П.. Ползучесть кристаллов. Механизмы деформации металлов, керамики и минералов при высоких температурах. М. Мир. 1988
7. Ю.Н. Работнов. Механика деформируемого твердого тела. М. Наука. 1988. 712 с.
8. Разрушение. В семи томах под ред. Дж. Либовица. Том 2. Математические основы теории разрушения. М. Мир. 1975.
9. Т.Д. Шермергор. Теория упругости микронеоднородных сред. М. Наука. 1977. 399с
10. Дж. Эшелби Континуальная теория дислокаций. М. Изд-во иностр. лит. 1963. 247 с.
11. И.М. Гельфанд, Г.Е. Шилов. Обобщенные функции и действия над ними. Вып. 1. М. Физматгиз. 1959. 470 с.
12. Шилов Г.Е. Математический анализ. Второй специальный курс. М.: Наука. 1965. 327 с.
13. I.A. Kunin, Elastic Media with Microstructure. Vol. II. Springer-Verlag, Berlin, New York, etc., 1983.
14. Maugin G., Material Inhomogeneities in Elasticity (Chapman & Hall, London, 1993).
15. T. Mura, Micromechanics of Defects in Solids, 2nd edition. Kluwer Academic, Dordrecht, 1987.

8.2. Условия реализации и технические средства по обеспечению дисциплины

Программное обеспечение персональных компьютеров; информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети; информационное и программное обеспечение глобальной сети ИНТЕРНЕТ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя современные средства представления лекционного материала.

Компьютерный класс, ПЭВМ с микропроцессором не ниже Pentium 4, объем ПЗУ не меньше 2-3 ГБ, объем ОЗУ не меньше 513 МБ.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Рекомендуется преподнести основной объем базовых знаний на лекциях и частично на практических занятиях. Указанную литературу следует активно использовать на практических занятиях и в самостоятельной работе студентов..

11. Формы контроля знаний

В процессе изучения дисциплины осуществляется контроль степени освоения знаний, умений и на-

выков, который проводится преподавателем по утвержденным методикам, согласованным с кафедрой и учебным отделом университета. Контроль предусматривает следующие основные формы:

13. Текущий контроль знаний студентов, осуществляемый на практических занятиях.
14. Промежуточный контроль, осуществляемый в ходе выполнения расчетных заданий.
15. Итоговый контроль проводится в форме экзамена по учебной дисциплине.

ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ “МЕХАНИКА РАЗРУШЕНИЯ”

Примеры тестовых и расчетных заданий

1. Исследовать аналитически и численно напряженно-деформированное состояние неограниченной изотропной линейно-упругой среды с шаровым включением в условиях всестороннего растяжения/сжатия.
2. Записать контактные условия на границе, допускающей проскальзывание одной части тела относительно другой.
3. Исследовать скачки деформаций и напряжений на границе изотропных фаз, если напряженное состояние по одну из сторон границы (а) гидростатическое, (б) осесимметричное.
4. Определить скачки деформаций в равномерно нагретом теле с включением. Коэффициенты линейного расширения и модули упругости основного материала и включения разные.
5. Исследовать аналитически и методом конечных элементов напряженное состояние в среде с шаровым включением в условиях одноосного растяжения.
6. Определить концентрацию напряжений на эллипсоидальном включении при заданных соотношении полуосей эллипсоида и параметрах материала.
7. Определить энергию взаимодействия шарового включения с внешним полем в условиях всестороннего сжатия. Сравнить аналитическое и численное решения.
8. Построить численно распределение конфигурационной силы на поверхности эллипсоидальной области новой фазы при заданных параметрах материала и внешнем поле деформаций.
9. Построить линии главных напряжений для прямолинейной трещины в условиях одноосного растяжения, сдвига.
10. Определить коэффициенты интенсивности напряжений и построить поля напряжений в окрестности вершины трещины при заданных внешнем поле и длине трещины.
11. Определить критическую длину трещины при заданном внешнем поле и параметрах материала по критерию Ирвина и по критерию Гриффитса.
12. Исследовать численно изменение величины интеграла Райса, вычисленного для криволинейной трещины по контурам – окружностям разного радиуса при изменении этого радиуса.

Выполнение требований ФГОС ВПО в рабочей программе учебной дисциплины подтверждаем:

Заказчик РПД

Разработчик РПД

Заведующий кафедрой «Механика и процессы управления»

Профессор кафедры «Механика и процессы управления»

_____ Пальмов В.А.

_____ Фрейдин А.Б.

" ____ " _____ 2010 г.

" ____ " _____ 2010 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор _____

" ____ " _____ 2010 г.

Вводится в действие с " ____ " _____ 2010 г.

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**М.1.6.2. УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ
В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

Для студентов направления подготовки

151600.68 – «Прикладная механика»

Профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Квалификация (степень) выпускника

Форма обучения

магистр

очная

Составлена кафедрой

«Механика и процессы управления»

Составитель

Д. т. н., проф.

Бурдаков С.Ф.

Санкт-Петербург 2010

1. Цели и задачи изучения дисциплины

1.1. Цель дисциплины – научить студентов методам анализа, синтеза и оптимизации систем управления механическими системами в условиях параметрической и структурной неопределенности. Привить студентам навыки построения математических моделей для управляемых механических систем, анализа их свойств и синтеза систем управления с требуемыми свойствами. Для успешного освоения дисциплины предполагается наличие знаний дисциплин: высшей математики, механики, линейной и нелинейной теории управления. В преподавании дисциплины активно применяются взаимно дополняющие друг друга подходы пространства состояний и частотных характеристик

Практические занятия и курсовая работа по дисциплине имеют цель подготовить студентов к формализации и решению типовых задач управления механическими системами, поставленных на вербальном языке, с использованием проблемно ориентированных пакетов прикладных программ.

Основными задачами дисциплины «Управление механическими системами в условиях неопределенности» являются приобретение студентами знаний о различных методах построения математических моделей сложных объектов и процессов как непрерывного так и дискретного типа, о способах перехода от одной формы математического описания к другой, о важнейших качественных показателях объектов и систем, о методах построения замкнутых систем управления при заданных условиях функционирования объекта с учетом структурной и параметрической неопределенности, о современных проблемно ориентированных пакетах прикладных программ.

На основании этих знаний студент должен уметь:

- свободно оперировать основными теоретическими понятиями курса;
- применять современные методы теории управления к построению систем управления механическими системами;
- выполнять типовые задания с помощью проблемно ориентированных пакетов прикладных программ.

Дисциплина «Управление механическими системами в условиях неопределенности» формирует у студента следующие навыки:

- формализации задач управления механическими системами с использованием математических моделей, ориентированных на методы современной теории управления;
- выполнения самостоятельных расчетных заданий на компьютере с использованием проблемно ориентированных пакетов прикладных программ;
- работы с научной литературой.

1.2. Дисциплина используется при формировании следующих компетенций (по ФГОС):

Общекультурные компетенции (ОК):

совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень; владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

самостоятельно овладевать новыми методами исследования в условиях изменения научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и компетенций; критически оценивать свои достоинства и недостатки (ОК-2);

самостоятельно приобретать с помощью информационных и телекоммуникационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-5);

Профессиональные компетенции (ПК):

научно-исследовательская деятельность, включая расчетно-экспериментальную:

выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии (ПК-1);

применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2);

критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-3);

самостоятельно осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач (ПК-4);

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Управление механическими системами в условиях неопределенности» изучается в 3 семестре магистратуры и базируется на знаниях в области математики, механики, управления механическими системами, электротехники и электроники. При изучении дисциплины широко используются сведения из

дисциплины «Вычислительные методы в прикладной механике» (1 семестр магистратуры) и дисциплины «Методы оптимизации в механике» (1 и 2 семестры магистратуры). В этом проявляется междисциплинарное значение данной дисциплины. Ее изучение необходимо для разносторонней подготовки специалистов технического профиля, которые в своей последующей работе в том или ином объеме будут связаны с управлением механическими системами в условиях неопределенности. Данная дисциплина готовит студентов к пониманию важности применения математических методов и методов компьютерного анализа и синтеза в решении задач управления механическими системами. Изучение данной дисциплины необходимо для подготовки магистерских диссертаций.

3. Распределение объема учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины по ФГОС ВПО составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

Виды занятий и формы контроля	Объем по семестрам			
	1	2	3	4
Лекции (Л), час.			36	
Практические занятия (ПЗ), час.			18	
Самостоятельная работа (СР), час.			54	
Курсовые работы (КР), шт.			1	
Экзамены (Э), шт.			1	

4. Структура и содержание дисциплины

Семестр	№ темы	Наименование частей, разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия (час.)				СР (час.)
				Всего аудит.	Лекции	Практические занятия	ПЗ/КР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	1.	ГРУБОСТЬ И РОБАСТНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ	14	6	4	2		6
	2.	СИНТЕЗ ГРУБЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ПРИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ	21	10	6	4		10
	3.	СИНТЕЗ ГРУБЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	21	6	4	2		6
	4.	УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛЬШОГО КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ	21	8	6	2		8
	5.	ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ	21	12	8	4		12

6.	НЕЧЕТКО-ЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ .	28	6	4	2		6
7.	АДАПТИВНОЕ И ОБУЧАЕМОЕ УПРАВЛЕНИЕ		6	4	2		6
	ИТОГО ПО КУРСУ	108	54	36	18		54
	ЗАЧЕТ (КР)	1					
	ЭКЗАМЕН	1					

Содержание разделов дисциплины

1. ГРУБОСТЬ И РОБАСТНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Грубость как сохранение характера устойчивости при малых возмущениях. Грубость как сохранение показателей качества. Робастная устойчивость

2. СИНТЕЗ ГРУБЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ПРИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Синтез регуляторов по желаемому расположению корней характеристического полинома замкнутой системы. Синтез регуляторов методом компенсации. Линейные системы. Нелинейные системы.

3. СИНТЕЗ ГРУБЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Синтез многомерных линейных систем заданной точности методом LQ-оптимизации. Постановка задачи. Частотные свойства LQ-оптимальных систем. Точность LQ-оптимальных систем. Точность LQ-

оптимальных систем с наблюдателем. Применение процедуры H_{∞} -оптимизации. Метод большого коэффициента усиления. Постановка задачи. Устойчивость систем управления с большим коэффициентом усиления. Грубость систем с большим коэффициентом усиления. Учет амплитудных ограничений на управление.

4. УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОЛЬШОГО КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ

Подавление вынужденных колебаний, вызванных произвольным возмущением. Подавление вынужденных колебаний в системе с одной степенью свободы. Подавление вынужденных колебаний в кинематическом механизме. Управление роботом с упругими шарнирами при неопределенности математической модели. Постановка задачи. Метод не прямой компенсации и разделение движений. Результаты моделирования для задач стабилизации и слежения.

5. ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Постановка задачи. Синтез грубых систем управления на основе процедуры LQ-оптимизации. LQ-оптимизация с учетом функций чувствительности переменных состояния. Пример синтеза грубой системы управления для колебательного объекта второго порядка. Синтез робастных систем управления с помощью минимаксной оптимизации. Управление по состоянию. Управление по выходу.

6. НЕЧЕТКО-ЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Четко-логический и нечетко-логический регуляторы. Управление движением транспортной тележки в условиях проскальзывания колес.

7. АДАПТИВНОЕ И ОБУЧАЕМОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Управление с идентификацией параметров. Использование эталонных моделей. Очувствление. Движение транспортной тележки в среде с препятствиями. Метод прямой итерации. Влияние упругости элементов конструкции. Обучаемый предфильтр упругих колебаний.

5. Лабораторный практикум

Не предусмотрен

6. Практические и контрольные занятия

Решение типовых задач в программной среде MATLAB.

7. Курсовой проект (курсовая работа)

Предусмотрена курсовая работа, состоящая из четырех расчетных заданий (варианты курсовых работ приведены в контрольно-измерительных материалах..

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

Основная:

- 1.Бурдаков С.Ф., Мирошник И.В., Стельмаков Р.Э. Системы управления движением колесных роботов. СПб.: Наука, 2001.
2. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. – СПб.: Питер, 2005.
3. Управление мехатронными вибрационными установками/ Под. ред. И.И. Блехмана и А.А. Фрадкова. СПб.: Наука. 2001.

Дополнительная:

- 1.Андреевский Б.Р., Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления. СПб.: Наука, 1999.
- 2.Андреевский Б.Р., Фрадков А.Л. Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB5 и Scilab. СПб.: Наука, 2001.
- 3.Мирошник И.В., Никифоров В.О., Фрадков А.Л. Нелинейное и адаптивное управление сложными динамическими системами. СПб.: Наука, 2000.
- 4.Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. М.: Наука, 1985..

8.2. Условия реализации и технические средства по обеспечению дисциплины

Программное обеспечение персональных компьютеров; информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети; информационное и программное обеспечение глобальной сети ИНТЕРНЕТ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, ПЭВМ с микропроцессором не ниже Pentium 4, объем ПЗУ не меньше 2-3 Гб, объем ОЗУ не меньше 513 Мб. Программная система MATLAB[®].

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Рекомендуется основной объем базовых знаний преподнести на лекциях и практических занятиях, а указанную литературу использовать для закрепления и расширения полученных знаний. Рекомендуется больше уделять внимания самостоятельной работе студентов, в частности выполнению ими нескольких расчетных заданий, с тем, чтобы, ознакомившись на практических занятиях с методами решения подобных задач, они имели возможность закрепить практические навыки в области применения методов математического моделирования теории управления, работая в удобном режиме времени, пользуясь консультациями преподавателя.

11. Формы контроля знаний

В процессе изучения дисциплины осуществляется контроль степени освоения знаний, умений и навыков, который проводится преподавателем по утвержденным методикам, согласованным с кафедрой и учебным отделом университета. Контроль предусматривает следующие основные формы:

16. Текущий контроль знаний студентов, осуществляемый на практических занятиях.
17. Промежуточный контроль, осуществляемый в ходе выполнения расчетных заданий и курсовой работы.
18. Итоговый контроль проводится в форме зачета и экзамена по учебной дисциплине.

Примеры тем курсовой работы

- 1) Управление кинематическим механизмом с неопределенными характеристиками трения
- 2) Оптимизация системы управления кинематическим механизмом по расширенному квадратичному критерию с учетом функций чувствительности
- 3) Подавление колебаний в кинематических механизмах, вызванных внешним воздействием с частичной неопределенностью

- 4) Обучаемое управление двухзвенным манипулятором при выполнении циклических операций

Перечень экзаменационных заданий

- 1) Дать характеристики и привести примеры основных видов неопределенностей в математических моделях механических систем:
 - параметрической и структурной, включающей неопределенности внешних воздействий и шумов измерений;
 - регулярной и сингулярной.
- 2) Определить понятие грубости и робастной устойчивости систем управления.
- 3) Дать сравнительную оценку методов синтеза регуляторов с точки зрения чувствительности систем управления к отклонениям параметров от расчетных значений.
- 4) Дать сравнительную оценку методов синтеза регуляторов при неопределенности внешних воз-

действий.

5) Привести примеры применения метода большого коэффициента усиления при управлении механическими системами.

6) Проиллюстрировать на примере линейного осциллятора методику LQ- оптимизации систем управления при параметрической неопределенности.

7) Привести примеры использования алгоритмов нечетко-логического управления при управлении механическими системами (на примере мобильного робота).

8) Дать характеристику основных методов адаптивного и обучаемого управления.

Выполнение требований ФГОС ВПО в рабочей программе учебной дисциплины подтверждаем:

Заказчик РПД

Заведующий кафедрой «Механика и процессы управления»

_____ Пальмов В.А.

" ____ " _____ 2010 г.

Разработчик РПД

Проф. кафедры «Механика и процессы управления»

_____ Бурдаков С.Ф.

" ____ " _____ 2010 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор _____

" ____ " _____ 2010 г.

Вводится в действие с " ____ " _____ 2010 г.

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

М.1.4. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ В МЕХАНИКЕ

Для студентов направления подготовки

151600.68 – «Прикладная механика»

Профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Квалификация (степень) выпускника
Форма обучения

**магистр
очная**

Составлена кафедрой
«Механика и процессы управления»

Составитель

к. т. н., доц.

Полянский В.А.

Санкт-Петербург 2010

1. Цели и задачи изучения дисциплины

1.1. Постановка и исследование большинства задач механики в той или иной форме связаны с поиском их оптимальных решений, обеспечивающих наилучшие условия функционирования различных механических устройств и систем и их наибольшую экономичность. Поэтому оптимальные факторы и критерии должны приниматься во внимание на самых ранних стадиях изучения механического объекта, а затем корректироваться как в процессе построения решения задачи, так и после получения количественных и качественных результатов этого решения. Еще более важную роль играют оптимизационные принципы при разработке и проектировании систем управления механическими объектами: самолетами, космическими аппаратами, кораблями, роботами и т.д. и т.п. Исходя из этих требований можно сформулировать ряд положений и тенденций предлагаемого курса оптимизации, отвечающих современным запросам науки, техники и технологии, а также расширяющих и углубляющих знания студентов в разнообразных областях современной науки и культуры:

- развитие оптимизационного мышления на примерах задач и проблем из различных областей знаний;
- умение формировать критерии качества для самых разных объектов и режимов их эксплуатации;
- выбор адекватного математического аппарата и степени его точности для получения практически важных методов;

Овладение перечисленными навыками основывается на целом ряде предшествующих математико-механических дисциплин, а также на широком знакомстве с техническими и технологическими возможностями. Не менее важную роль играет и приобретение практических навыков выполнения конкретных расчетных заданий по основным результатам теоретического курса.

Целью лекционного курса является ознакомление учащихся с широким спектром современных задач оптимизации механических систем и способов управления ими. Для этого в курсе излагаются не только современные пути и методы решения оптимизационных задач, но и освещаются пути их исторического развития в разных научных школах и у разных ученых и исследователей. Большое место в этом отношении отводится в курсе обзору существующей научно-технической литературы по методам оптимизации. Большое внимание уделяется также следующим вопросам:

- детальный анализ свойств и конструктивных особенностей оптимизируемого объекта;
- построение адекватных расчетных схем и математических моделей;
- выбор способов качественного и количественного изучения построенных математических моделей;
- анализ полученных результатов, их верификация и корректировка.

В этой связи необходимо выделить следующие основные задачи:

1. Формирование у учащихся целенаправленного оптимизационного взгляда на научные и технические системы и проблемы;
2. Овладение методами аналитического и численного исследования оптимальных процессов и решений для широкого класса механических систем.
3. Выдача практических рекомендаций на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований.

1.2. Дисциплина используется при формировании следующих компетенций (по ФГОС):

Общекультурные компетенции (ОК):

совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень; владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

самостоятельно овладевать новыми методами исследования в условиях изменения научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и компетенций; критически оценивать свои достоинства и недостатки (ОК-2);

самостоятельно приобретать с помощью информационных и телекоммуникационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-5);

Профессиональные компетенции (ПК):

научно-исследовательская деятельность, включая расчетно-экспериментальную:

выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии (ПК-1);

применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2);

критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-3);

самостоятельно осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислитель-

ные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач (ПК-4);

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Методы оптимизации в механике» изучается в 1-2 семестре магистратуры и базируется на знании широкого спектра предшествующих дисциплин, таких как «Теоретическая механика», «Аналитическая динамика и теория колебаний», «Математика», «Основы вариационного исчисления», «Управление механическими системами» и др. В свою очередь она служит основой для подготовки магистерской диссертации, а также устанавливает четкие взаимосвязи разнообразных дисциплин, используемых при написании дипломной работы. В этом состоит важное междисциплинарное место дисциплины «Методы оптимизации в механике».

Основными факторами, способствующими построению содержания дисциплины, являются:

- формирование и обобщение общетеоретических знаний и умений для адекватной постановки оптимизационных задач, представляющих практический и теоретический интерес с позиций современной науки, техники и технологии;
- Целесообразность отбора тех факторов, которые играют ведущую роль в постановке конкретных задач и в использовании результатов их решений;
- соответствие излагаемого материала реальным возможностям учебного плана;
- соответствие содержания дисциплины учебно-методической базе института.

В процессе обучения предусмотрены следующие формы и методы освоения учебного материала:

- лекционные занятия;
- самостоятельная работа.

Основной формой итоговой аттестации является экзамен.

Изучение учебной дисциплины «Методы оптимизации в механике» предусмотрено учебным планом физико-механического факультета для высшего профессионального образования.

Успешное овладение дисциплиной является условием высокой профессиональной квалификации будущих специалистов по прикладной механике.

3. Распределение объема учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины по ФГОС ВПО составляет 4 зачетных единицы (144 часов).

Виды занятий и формы контроля	Объем по семестрам			
	1	2	3	4
Лекции (Л), час.	36	36		
Самостоятельная работа (СР), час.	36	36		
Зачеты (З), шт.	1			
Экзамены (Э), шт.		1		

4. Структура и содержание дисциплины

Семестр	№ Темы	Наименование частей, Разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия (час.)		Сам. раб.
				Всего аудит.	Лекции	
1	2	3	4	5	6	7
3.	1.	Выпуклое программирование	14	7	7	7
	2.	Методы поиска экстремума	14	7	7	7
	3.	Задачи линейного программирования	12	6	6	6
	4.	Задачи нелинейного программирования	12	6	6	6
	5.	Методы многофакторной оптимизации	10	5	5	5
4.	6.	Исторические задачи оптимизации	10	5	5	5

	7.	Полифакторные критерии качества	10	5	5	5
	8.	Геометрическая оптимизация	8	4	4	4
	9.	Оптимизация траекторий	10	5	5	5
	10.	Коллинеарное и биоморфное управление	22	11	11	11
	11.	Оптимизация в строительной механике	22	11	11	11
		ИТОГО ПО КУРСУ	144	72	72	72
		ЗАЧЕТ	1			
		ЭКЗАМЕН	1			

Содержание разделов дисциплины

1. Выпуклое программирование

Основные теоремы о выпуклых множествах и функциях. Постановка и анализ задач выпуклого программирования.

2. Методы поиска экстремума

Обзор и иллюстрация основных методов поиска экстремума функций от одной и нескольких переменных.

3. Задачи линейного программирования

Классификация задач линейного программирования, их каноническая запись. Симплекс-метод и его стандартизованные алгоритмы. Теорема о двойственности.

4. Задачи нелинейного программирования

Выпуклое программирование, квадратичное программирование, теоремы о седловых точках. Обзор методов поиска точек экстремума, обобщение симплекс-метода, градиентные подходы.

5. Методы многофакторной оптимизации

Принцип формирования критериев оптимизации и их влияние на постановку и решение оптимизационной задачи. Применение к задачам оптимизации проектирования и конструированию Оптимизация по Парето.

6. Исторические задачи оптимизации

Обзор оптимизационных задач античности (Архимед, Герон, Аполлоний) и Средневековья. Формирование вариационных принципов Ферма и Мопертюи. Уравнение Эйлера-Лагранжа.

7. Полифакторные критерии качества

Прикладные задачи полифакторной оптимизации механических систем и режимов управляемого движения. Сопоставление результатов полифакторной и монофакторной оптимизации.

8. Геометрическая оптимизация

Исторические и классические задачи оптимизации фигур, тел и их комбинаций в укладках и покрытиях. Примеры технических и технологических применений. Задача Кеплера.

9. Оптимизация траекторий

Проблемы оптимизации стрельбы по неподвижной и движущейся цели. Оптимизация ракетных траекторий. Оптимизация поступательных и вращательных движений космических аппаратов.

10. Коллинеарное и биоморфное управление

Концепции квазиоптимальных управлений в технике и биомеханике. Понятие коллинеарных и биоморфных управлений, их построение и качественные особенности.

11. Оптимизация в строительной механике

Основные элементы строительной механики и возможности их оптимизации в различных конструкциях и условиях нагружения. Оптимизация стержневых систем и роторных машин. Проблемы прочности и жесткости конструкций.

5. Лабораторный практикум

Не предусмотрен

6. Практические занятия

Не предусмотрены

7. Курсовой проект (курсовая работа)

Не предусмотрен

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

Основная:

1. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления. Москва, «Наука», 1969.
2. Рейтман М.И., Шапиро Г.С. Методы оптимального проектирования деформируемых тел. Москва, «Наука», 1976.
3. Смольников Б.А. Проблемы механики и оптимизации роботов. Москва, «Наука», 1991.
4. Ричардс (ред.) Современное состояние механики космического полета. Москва. ИЛ., 1969.

Дополнительная:

1. Брайсон А., Хо Ю-ши. Прикладная теория оптимального управления. Москва., «Мир», 1972.
2. Гольдштейн Ю.Б., Соломещ М.А. Вариационные задачи статики оптимальных стержневых систем. Изд. ЛГУ, 1980.

8.2. Условия реализации и технические средства по обеспечению дисциплины

Программное обеспечение персональных компьютеров; информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети; информационное и программное обеспечение глобальной сети ИНТЕРНЕТ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, ПЭВМ с микропроцессором не ниже Pentium 4, объем ПЗУ не меньше 2-3 ГБ, объем ОЗУ не меньше 513 МБ. Программная система MATLAB[®].

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Рекомендуется преподнести основной объем базовых знаний на лекциях, а указанную литературу использовать для закрепления и расширения полученных знаний. Также рекомендуется больше уделять внимания самостоятельной работе студентов.

11. Формы контроля знаний

В процессе изучения дисциплины осуществляется контроль степени освоения знаний, умений и навыков, который проводится преподавателем по утвержденным методикам, согласованным с кафедрой и учебным отделом университета. Контроль предусматривает следующие основные формы:

19. Текущий контроль знаний студентов, осуществляемый на практических занятиях.
20. Промежуточный контроль, осуществляемый в ходе выполнения расчетных заданий.
21. Итоговый контроль проводится в форме зачета и экзамена по учебной дисциплине.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕРНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ “МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ В МЕХАНИКЕ”

1 семестр

6. Выпуклые множества и выпуклые функции.
7. Задачи выпуклого программирования.
8. Методы поиска экстремумов функций одной переменной.
9. Задачи линейного программирования. Примеры.
10. Симплекс-метод, его алгоритмы.
11. Проблема двойственности в линейном программировании.
12. Квадратичное программирование.
13. Методы многокритериальной оптимизации.

2 семестр

1. Античные задачи оптимизации

2. Полифакторные критерии качества.
3. Оптимизация геометрических свойств фигур и тел.
4. Проблема Плато, теорема Эйлера.
5. Брахистохрона, ее место в истории науки.
6. Задачи Ферма и Цермело.
7. Оптимизация траекторий.
8. коллинеарное и биоморфное управление.
9. Оптимизация в строительной механике.
10. Оптимизация цепной линии.

Выполнение требований ФГОС ВПО в рабочей программе учебной дисциплины подтверждаем:

Заказчик РПД

Заведующий кафедрой «Механика и процессы управления»

_____ Пальмов В.А.

" ____ " _____ 2010 г.

Разработчики РПД

Профессор кафедры «Механика и процессы управления»

_____ Смольников Б.А.

Доцент кафедры «Механика и процессы управления»

_____ Полянский В.А.

" ____ " _____ 2010 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор _____

" ____ " _____ 2010 г.

Вводится в действие с " ____ " _____ 2010 г.

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

М.2.9. Динамика конструкций

Для студентов направления подготовки

151600.68 – «Прикладная механика»

Профиль «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг»

Квалификация (степень) выпускника

Форма обучения

магистр

очная

Составлена кафедрой

«Механика и процессы управления»

Составитель

К. т. н., доц.

Привалова О.В.

Санкт-Петербург 2010

1. Цели и задачи изучения дисциплины

1.1. Основной целью изучения курса “Динамика конструкций” является подготовка студентов к решению реальных задач динамики конструкций машин и сооружений. Освоение материала предполагает наличие у студентов знаний по курсам “Математической физика”, “Теория упругости”, “Аналитическая механика” и, в первую очередь, по курсу “Колебания упругих тел”.

Обеспечение прочности и надежности, особенно при динамических (нестационарных) воздействиях, а также низкого уровня вибраций является важнейшим требованием, которое выдвигается при создании машин и сооружений. Для решения этой чрезвычайно сложной задачи используются все возможные средства, включая расчетно-теоретические и экспериментальные исследования, а также анализ опыта эксплуатации.

Основное отличие прикладного курса “Динамика конструкций” от упомянутых выше теоретических дисциплин заключается в том, что здесь с использованием полученных в этих дисциплинах теоретических знаний рассматриваются конкретные задачи динамики машин и сооружений, в основном, применительно к проблемам энергетической промышленности. При этом не только исследуется движение и напряженное состояние в реальных элементах конструкций, но и показывается, какого рода силы их вызывают - инерционные, гидродинамические, аэродинамические, электромагнитные. Также учитывается действие сил внешнего вязкого трения и внутреннего трения в материале конструкций. Обсуждаются возможные способы снижения уровня вредных вибраций.

Соответственно сказанному в курсе рассматриваются:

- Вынужденные колебания вращающегося ротора энергетической машины под действием неуравновешенных центробежных сил. Метод динамической балансировки ротора по формам свободных колебаний.
- Устойчивость положения оси ротора, опирающегося на подшипники скольжения с гидродинамической смазкой.
- Гидродинамическая теория смазки подшипников скольжения - опор ротора энергетической машины.
- Переходные крутильные колебания единого ротора паровой турбины и генератора при внезапном изменении нагрузки в цепи статора генератора.
- Крутильные колебания вала ротора многоцилиндрового двигателя внутреннего сгорания.
- Динамические гасители крутильных колебаний вала ротора ДВС.
- Колебания естественно закрученной лопатки в поле центробежных сил.
- Устойчивость лопасти в аэродинамическом потоке.
- Совместные колебания лопаток и диска паровой турбины.
- Колебания статора турбогенератора под действием электромагнитных сил вращающегося поля.
- Колебания фундамента турбоагрегата, состоящего из турбины и генератора.

Таким образом, курс “Динамика конструкций” охватывает широкий круг вопросов, связанных с проблемой динамики и прочности энергетических машин и сооружений. В результате изучения курса студенты получают навык решения важных практических задач в указанной области знаний.

1.2. Дисциплина используется при формировании следующих компетенций (по ФГОС):

Общекультурные компетенции (ОК):

совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень; владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

самостоятельно овладевать новыми методами исследования в условиях изменения научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности; стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и компетенций; критически оценивать свои достоинства и недостатки (ОК-2);

самостоятельно приобретать с помощью информационных и телекоммуникационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-5);

Профессиональные компетенции (ПК):

научно-исследовательская деятельность, включая расчетно-экспериментальную:

выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии (ПК-1);

применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности (ПК-2);

критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-3);

самостоятельно осваивать и применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, новые системы компьютерной математики и системы компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга (CAD/CAE-системы) для эффективного решения профессиональных задач (ПК-4);

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Динамика конструкций» изучается в 3 семестре магистратуры и основывается на материале таких дисциплин, как «Теория упругости», «Аналитическая динамика и теория колебаний», «Математическая физика» и, в основном, на материале курса «Колебания упругих тел».

3. Распределение объема учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины по ФГОС ВПО составляет 2 зачетных единицы (72 часов).

Виды занятий и формы контроля	Объем по семестрам			
	1	2	3	4
Лекции (Л), час.			36	
Практические занятия (ПЗ), час.				
Самостоятельная работа (СР), час.			36	
Курсовые работы (КР), шт.				
Экзамены (Э), шт.			1	

4. Структура и содержание дисциплины

Семестр	№ темы	Наименование частей, разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия (час.)				СР (час.)
				Всего аудит.	Лекции	Лабораторные занятия	ПЗ/КР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.	1.	Основные задачи динамики энергетических машин и двигателей внутреннего сгорания.		2	2			
	2.	Крутильные колебания валов. Крутильные колебания валопровода турбоагрегата в режиме внезапного короткого замыкания (ВКЗ) в цепи статора генератора. Стационарные крутильные колебания валопровода, приводимого во вращение двигателем внутреннего сгорания (ДВС). Динамические гасители крутильных колебаний.		6	6			7
	3.	Поперечные колебания валов. Поперечные колебания вращающегося вала под действием неуравновешенных центробежных сил при различных граничных условиях: шарнирные опоры, изотропные упругие и упруго-демпферные опоры, анизотропные упруго-демпферные опоры. Параметрические колебания вала турбогенератора с двоякой изгибной жесткостью. Исследование устойчивости положения оси вращающегося вала. Способы исследования устойчивости. Итерационный критерий устойчивости.		6	6			8

	4.	Балансировка валов. Обратная задача теории колебаний. Метод Ден-Гартога. Метод балансировки вала по формам свободных изгибных колебаний на критических частотах.		4	4			5
	5.	Гидродинамическая теория смазки. Уравнение Навье-Стокса динамики вязкой несжимаемой жидкости. Теория масляного клина. Исследование решения уравнения Рейнольдса. Получение суммарной подъемной силы. Гидродинамическая теория смазки для цилиндрического подшипника скольжения (подшипник Зоммерфельда). Динамическая задача. Определение характеристик масляной пленки (построение матриц жесткостей и демпфирования).		4	4			5
	6.	Колебания турбинных лопаток и дисков. Изгибные колебания турбинной лопатки в поле центробежных сил. Уравнения изгибно-крутильных колебаний естественно-закрученной лопатки в поле центробежных сил. Свойства операторов, форм свободных изгибно-крутильных колебаний лопатки в поле центробежных сил. Совместные колебания лопаток и дисков ротора паровой турбины. Потеря устойчивости лопасти в аэродинамическом потоке.		6	6			5
	7.	Совместные колебания сердечника и корпуса турбогенератора, вызванные переменными электромагнитными нагрузками.		4	4			3
	8.	Колебания фундаментов турбоагрегатов.		4	4			3
		ИТОГО ПО КУРСУ	72	36	36			36
		ЭКЗАМЕН						

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Основные задачи динамики энергетических машин и двигателей внутреннего сгорания. Основные задачи динамики энергетических машин и двигателей внутреннего сгорания.

2. Крутильные колебания валов. Крутильные колебания валов. Крутильные колебания валопровода турбоагрегата в режиме внезапного короткого замыкания (ВКЗ) в цепи статора генератора. Стационарные крутильные колебания валопровода, приводимого во вращение двигателем внутреннего сгорания (ДВС). Динамические гасители крутильных колебаний.

№ 3. Поперечные колебания валов. Поперечные колебания валов. Поперечные колебания вращающегося вала под действием неуравновешенных центробежных сил при различных граничных условиях: шарнирные опоры, изотропные упругие и упруго-демпферные опоры, анизотропные упруго-демпферные опоры. Параметрические колебания вала турбогенератора с двойкой изгибной жесткостью. Исследование устойчивости положения оси вращающегося вала. Способы исследования устойчивости. Итерационный критерий устойчивости.

4. Балансировка валов. Балансировка валов. Обратная задача теории колебаний. Метод Ден-Гартога. Метод балансировки вала по формам свободных изгибных колебаний на критических частотах.

5. Гидродинамическая теория смазки. Гидродинамическая теория смазки. Уравнение Навье-Стокса динамики вязкой несжимаемой жидкости. Теория масляного клина. Исследование решения уравнения Рейнольдса. Получение суммарной подъемной силы. Гидродинамическая теория смазки для цилиндрического подшипника скольжения (подшипник Зоммерфельда). Динамическая задача. Определение характеристик масляной пленки (построение матриц жесткостей и демпфирования).

6. Колебания турбинных лопаток и дисков. Колебания турбинных лопаток и дисков. Изгибные колебания турбинной лопатки в поле центробежных сил. Уравнения изгибно-крутильных колебаний естественно-закрученной лопатки в поле центробежных сил. Свойства операторов, форм свободных изгибно-крутильных колебаний лопатки в поле центробежных сил. Совместные колебания лопаток и дисков ротора паровой турбины. Потеря устойчивости лопасти в аэродинамическом потоке.

7. Совместные колебания сердечника и корпуса турбогенератора. Совместные колебания сердечника и корпуса турбогенератора, вызванные переменными электромагнитными нагрузками.

8. Колебания фундаментов турбоагрегатов. Колебания фундаментов турбоагрегатов. Колебания фундаментов турбоагрегатов как пространственных стержневых систем с распределенными параметрами.

5. Лабораторный практикум
Не предусмотрен.

6. Практические занятия
Не предусмотрены.

7. Курсовой проект (курсовая работа)
Не предусмотрен.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

Основная:

1. Бабаков И.М. Теория колебаний. - М.: Дрофа, 2004.
2. Бахвалов Н.С. Численные методы. - М.: БИНОМ.Лаборатория знаний, 2006.
3. Глухов Л.В., Иванов С.Д., Лукашина Н.В. Динамика, прочность и надежность элементов инженерных сооружений М: изд. Ассоциации Стоительных Вузов 2003.
4. Гусаров А.А. Балансировка роторов машин. - М.: Наука, 2004, 2005.
5. Мартынов Б.А. Теория колебаний. Математические модели динамических систем: учеб. пособие. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. - 62 с.
6. Смирнов М.С. Динамика сооружений : Определение частот и форм собственных колебаний сооружения : учеб. пособие; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет .— СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2006.

Дополнительная:

1. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. - М.: Высшая школа, 1980.
2. Биргер И.А. Расчет на прочность деталей машин: Справочник. - М.:Машиностроение, 1993.
3. Вейц В.Л. Динамика машинных агрегатов с двигателями внутреннего сгорания. - Л.: Машиностроение,

1976.

4. Вибрации в технике: Справочник в 6 т. – М.: Машиностроение, 1999.

5. Детинко Ф.М., Загородная Г.А., Фастовский В.М. Прочность и колебания электрических машин. – Л.: Энергия, 1969.

6. Диментберг Ф.М. Динамика гибких роторов. – М.: Наука, 1972.

7. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1987.

8. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. – М.: Машиностроение, 1985.

8.2. Условия реализации и технические средства по обеспечению дисциплины

Программное обеспечение персональных компьютеров; информационное, программное и аппаратное обеспечение локальной компьютерной сети; информационное и программное обеспечение глобальной сети ИНТЕРНЕТ.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерный класс, ПЭВМ с микропроцессором не ниже Pentium 4, объем ПЗУ не меньше 2-3 ГБ, объем ОЗУ не меньше 513 МБ.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Рекомендуется основной объем базовых знаний преподнести на лекциях, а указанную литературу использовать для закрепления и расширения полученных знаний. Рекомендуется больше уделять внимания самостоятельной работе студентов, в частности выполнению ими нескольких расчётных заданий, с тем, чтобы, ознакомившись на практических занятиях с методами решения подобных задач, они имели возможность закрепить практические навыки в области применения методов динамики конструкций.

11. Формы и методы проведения занятий

В процессе обучения предусмотрены следующие формы и методы проведения занятий:

- лекции.

11.1. ПЕРЕЧЕНЬ ПРИМЕРНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ДИНАМИКА КОНСТРУКЦИЙ» (МАГИСТР)

1. Крутильные колебания валопровода турбоагрегата в режиме внезапного короткого замыкания (ВКЗ) в цепи статора генератора.
2. Диагностика напряженного состояния валопровода при ВКЗ по результатам тензометрических измерений деформации кручения в одном из сечений.
3. Стационарные крутильные колебания валопровода, приводимого во вращение двигателем внутреннего сгорания (ДВС):
 - а) определение крутящего момента, действующего на вал со стороны кривошипно-шатунного механизма;
 - б) решение задачи в случае n – цилиндров ДВС.
4. Динамические гасители крутильных колебаний.
5. Поперечные колебания вращающегося вала под действием неуравновешенных центробежных сил (шарнирные опоры).
6. Поперечные колебания неуравновешенного вращающегося вала на изотропных упругих и упруго-демпферных опорах.
7. Поперечные колебания неуравновешенного вращающегося вала на анизотропных упруго-демпферных опорах.
8. Параметрические колебания вала турбогенератора с двоякой изгибной жесткостью.
9. Итерационный критерий устойчивости статического положения оси вращающегося вала.
10. Частоты свободных колебаний и критические скорости вала с двоякой изгибной жесткостью для случая уравновешенного вала постоянного сечения на шарнирных опорах.
11. Балансировка валов. Процесс ден-Гартога.
12. Метод балансировки вала по формам свободных колебаний на критических частотах.
13. Теория масляного клина.
14. Гидродинамическая теория смазки для цилиндрического подшипника скольжения (подшипник Зоммерфельда).
15. Изгибные колебания турбинной лопатки в поле центробежных сил.
16. Уравнения изгибно-крутильных колебаний естественно-закрученной лопатки в поле центробежных сил. Свойства операторов.

17. Совместные колебания лопаток и дисков ротора паровой турбины.
18. Потеря устойчивости лопасти в аэродинамическом потоке.
19. Совместные колебания сердечника и корпуса турбогенератора, вызванные переменными электромагнитными нагрузками.
20. Колебания фундаментов турбоагрегатов как пространственных стержневых систем с распределенными параметрами.

11.2. Основные понятия дисциплины

Основные задачи динамики энергетических машин и двигателей внутреннего сгорания.

Крутильные колебания валов. Крутильные колебания валопровода турбоагрегата в режиме (ВКЗ). Стационарные крутильные колебания валопровода, приводимого во вращение двигателем внутреннего сгорания (ДВС). Динамические гасители крутильных колебаний.

Поперечные колебания валов. Поперечные колебания вращающегося вала под действием неуравновешенных центробежных сил при различных граничных условиях. Параметрические колебания вала турбогенератора с двойкой изгибной жесткостью. Исследование устойчивости положения оси вращающегося вала.

Балансировка валов.

Гидродинамическая теория смазки. Теория масляного клина. Гидродинамическая теория смазки для цилиндрического подшипника скольжения (подшипник Зоммерфельда).

Колебания турбинных лопаток и дисков. Изгибно-крутильные колебания естественно-закрученной лопатки в поле центробежных сил. Совместные колебания лопаток и дисков ротора паровой турбины. Устойчивость лопасти в аэродинамическом потоке.

Совместные колебания сердечника и корпуса турбогенератора, вызванные переменными электромагнитными нагрузками.

Колебания фундаментов турбоагрегатов.

Выполнение требований ФГОС ВПО в рабочей программе учебной дисциплины подтверждаем:

Заказчик РПД

Заведующий выпускающей кафедрой
"Механика и процессы управления"

_____ В.А. Пальмов

" ____ " _____ 2010 г.

Разработчик РПД

Доцент каф. "Механика и процессы управления", к.т.н.
_____ О.В. Привалова

" ____ " _____ 2010 г.

7. Требования к магистерским диссертациям

Выпускная квалификационная работа в соответствии с магистерской программой выполняется в виде магистерской диссертации в период прохождения практики выполнения научно-исследовательской работы и представляет собой самостоятельную и логически завершенную выпускную квалификационную работу, связанную с решением задач того вида или видов деятельности, к которым готовится магистр (научно-исследовательской, включая расчетно-экспериментальную, научно-педагогической, проектно-конструкторской, производственно-технологической, научно-инновационной, организационно-управленческой и консультационно-экспертной).

Тематика выпускных квалификационных работ должна быть направлена на решение профессиональных задач:

исследование физико-механических процессов и явлений, машин, конструкций, композитных структур, сооружений, установок, оборудования, приборов и аппаратуры и других объектов современной техники, различных отраслей промышленности, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства, для которых проблемы и задачи прикладной механики являются основными и актуальными и которые для своего изучения и решения требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей;

разработка, применение и внедрение современных информационных технологий, наукоемких компьютерных технологий на основе передовых CAD/CAE-технологий и компьютерных технологий жизненного цикла изделий и продукции (PLM-технологий), расчетно-экспериментальных технологий, суперкомпьютерных технологий и технологий распределенных вычислений на основе высокопроизводительных кластерных систем, технологий виртуальной реальности, технологий быстрого прототипирования, производственных технологий (например, технологий создания композиционных материалов, технологий обработки металлов давлением и сварочного производства, технологий повышения износостойкости деталей машин и аппаратов), нанотехнологий;

исследование и разработка новых перспективных, многофункциональ-

ных и "интеллектуальных" материалов, материалов с многоуровневой или иерархической структурой (порошковые, пористые и керамические материалы, композиционные материалы, включая слоистые, волокнистые, гранулированные и текстильные композиты с регулярной и хаотической микроструктурой, нанокомпозиты), материалы техники нового поколения, функционирующей в экстремальных условиях: при сверхнизких и сверхвысоких температурах, в условиях сверхвысокого давления и вакуума, в условиях статического, циклического, вибрационного, динамического и ударного нагружений, высокоскоростного деформирования и взрывных нагрузок, в условиях концентрации напряжений и деформаций, мало- и многоциклового усталости, контактных взаимодействий и разрушений, различных типов изнашивания (абразивное, коррозионно-механическое, адгезионное и когезионное, усталостное, эрозийное, кавитационное, фреттинг-коррозия), а также в условиях механических, акустических, аэро- и гидродинамических, тепловых, электромагнитных и радиационных внешних воздействий;

проведение экспериментов и анализ экспериментальной информации с использованием современной вычислительной техники; проверочные расчеты на прочность, устойчивость, выносливость, износостойкость; выработка практических рекомендаций для проектировщиков машин, приборов или аппаратов; разработка нормативных методических и производственных документов в области прикладной механики.

При выполнении выпускной квалификационной работы обучающиеся должны показать свою способность и умение, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные общекультурные и профессиональные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

Разработчики:

СПбГПУ	Председатель НМС по направлению “Прикладная механика”, заслуженный деятель науки РФ, чл.-корр. МАН ВШ, зав. каф. “Механика и процессы управления”, д.ф.-м.н., проф.	В.А. Пальмов
СПбГПУ	Профессор. каф. “Механика и процессы управления”, директор по научной и инновационной деятельности НИИ материалов и технологий СПбГПУ, чл.корр. МАН ВШ, к.т.н	А.И. Боровков
СПбГПУ	Зам. председателя НМС по направлению “Прикладная механика”, чл.-корр. РАЕН, д.т.н., проф. каф. “Механика и процессы управления»	С.Ф. Бурдаков
МГТУ им. Н.Э.Баумана	Председатель научно-методического совета по механике Минобрнауки РФ, председатель УМС “Прикладная механика” УМО вузов и председатель УМК “Динамика и прочность машин”, Лауреат премии президента РФ, зав. каф. “Прикладная механика” МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН	О.С. Нарайкин
МГТУ им. Н.Э.Баумана	Заслуженный деятель науки и техники РФ, Лауреат премии Совета Министров СССР, действительный член МАН ВШ, д.т.н., профессор каф. “Прикладная механика”	В.А. Светлицкий
МГТУ им. Н.Э.Баумана	Профессор каф. “Прикладная механика”, ученый секретарь УМК “Динамика и прочность машин”, член УМС “Прикладная механика”, д.т.н., доц.	Ф.Д. Сорокин
МГТУ им. Н.Э.Баумана	Доцент каф. “Прикладная механика” член УМК “Динамика и прочность машин”, член УМС “Прикладная механика”, к.т.н., доц.	Н.А. Сухова