

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт математики и компьютерных наук
Кафедра механики и математического моделирования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке

_____ В.В. Кружаев

« ___ » _____ 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КАЧЕСТВЕННАЯ ТЕОРИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рекомендована Учебно-методическим советом Института математики и компьютерных наук
для направлений подготовки и специальностей:

Код ОПОП	Направление	Направленность	Квалификация
01.06.01.- 01.02.01- 2014	Математика и механика	Теоретическая механика	Исследователь. Преподаватель- исследователь

СОГЛАСОВАНО
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
КАДРОВ ВЫСШЕЙ
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2014

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования

Код направления	Название направления	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВПО	
		Дата	Номер приказа
01.06.01	Математика и механика	30.07.2014	866

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Долгий Ю.Ф.	Д-р физ.-мат. наук, профессор	профессор	Механики и математического моделирования	

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедр:

№	Наименование кафедры (УМС)	Дата заседания	Номер протокола	ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)	Подпись
1	Читающая кафедра – Механики и математического моделирования	07.11.2014	10	М.Г. Близоруков	
2	Выпускающая кафедра – Механики и математического моделирования	07.11.2014	10	М.Г. Близоруков	

Согласовано:

Председатель учебно-методического совета
Института математики и компьютерных наук

А.Ю.Коврижных

17.11.2014, протокол № 11

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Качественная теория механических систем

1. Пререквизиты	История науки Методология научных исследований
2. Кореквизиты	-
3. Постреквизиты	-Теоретическая механика
4. Трудоемкость дисциплины-модуля, з.е.	3

1.1. Цели дисциплины

Целями освоения дисциплины являются

- формирование итоговых представлений о роли качественной теории механических систем в теоретической механике;
- формирование итоговых представлений о роли качественной теории механических систем в математическом моделировании проблем реального мира.

Изучение дисциплины направлено на формирование студентами компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);
- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК- 1);
- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);
- пониманием роли и места качественной теории механических систем в механике, их связи с другими разделами механики (ПК-1);
- способностью применять и строить самостоятельно эффективные алгоритмы для качественного исследования движений механических задач (ПК-2);
- способностью оценивать вычислительную сложность алгоритмов, задач (ПК-3);
- способностью строить компьютерные модели механических систем, используя аппарат алгебры, математического анализа и дифференциальных уравнений (ПК-4);
- способностью применять качественные методы теории дифференциальных уравнений при анализе поведения движений механических систем (ПК-5).

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- методику применения теории графов для описания структуры сложной механической системы и компьютерного построения их математических моделей;
- классические разделы теории динамических систем;
- основные разделы современной теории обобщенных решений уравнений Гамильтона-Якоби и ее связь с теорией управления механических систем;
- качественные методы исследования наследственных динамических систем.

Уметь:

- строить компьютерные математические модели механических систем с использованием теоретической механики, дифференциальных уравнений и вариационного исчисления;
- применять методы качественного исследования динамических систем при анализе движений механических систем;
- разрабатывать алгоритмы численного исследования динамики механических систем;
- строить управления для нелинейных механических систем.

Владеть:

- методами математического моделирования сложных механических систем;
- методами численного интегрирования дифференциальных уравнений механических систем;
- методами качественного исследования движений механических систем;
- методами управления нелинейными механическими системами.

1.3. Краткое описание дисциплины

Дисциплина носит подытоживающий характер. В процессе ее изучения суммируются накопленные ранее знания, умения и навыки, связанные с местом и ролью качественной теории механических систем в современной механике и математике, а также в других областях знания.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах:

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 100% объема аудиторной нагрузки по дисциплине.

1.4. Трудоемкость освоения дисциплины

Очная форма обучения

Виды учебной работы, формы контроля	Всего, час.	Номер учебного семестра
		5
Аудиторные занятия, час.	4	4
Лекции, час.	4	4
Практические занятия, час.		
Лабораторные работы, час.		
Самостоятельная работа студентов, час.	104	104
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	3	3
Общая трудоемкость по учебному плану, час.	108	108
Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.	3	3

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание*
P1	Теория динамических систем	Лагранжева механика на многообразиях. Группы симметрий голономной механики. Динамические системы с инвариантными мерами. Эргодическая теория динамических систем.
P2	Управление динамическими системами	Негладкий анализ. Обобщенные решения уравнения Гамильтона-Якоби. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования.
P3	Качественная теория наследственных динамических систем	Теория устойчивости наследственных динамических систем. Теория нелинейных колебаний наследственных динамических систем.
P4	Компьютерные и численные методы механики	Компьютерные методы построения математических моделей механики. Компьютерная симуляция движений сложных механических систем. Обзор численных методов механики.

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный

не предусмотрено

4.2. Практические

не предусмотрено

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. Примерный перечень тем рефератов

1. Лагранжевы уравнения на многообразиях и их применение.
2. Группы симметрий голономной механики.
3. Динамические системы с инвариантными мерами.
4. Эргодическая теория динамических систем.
5. Слабая инвариантность множеств относительно дифференциальных включений. Критерии слабой инвариантности.
6. Верхние и нижние решения; определение минимаксного решения на базе этих понятий. Доказательства эквивалентностей различных определений верхних (нижних) решений.
7. Приложения теории минимаксных и вязкостных решений к задачам управления. Обзор аналитических, конструктивных и численных методов.
8. Теория устойчивости положений равновесия автономных наследственных динамических систем.
9. Теория устойчивости периодических движений наследственных динамических систем.
10. Теория периодических колебаний наследственных динамических систем.
11. Теория периодических колебаний наследственных динамических систем.
12. Теория почти периодических колебаний наследственных динамических систем.
13. Компьютерные методы построения математических моделей механики.
14. Обзор численных методов механики.

4.3.2. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем контрольных работ

Не предусмотрено

4.3.4. Примерный перечень тем расчетных работ

Не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено

4.3.6. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

4.3.7. Примерная тематика курсовых проектов работ

Не предусмотрено

4.4. Примерный перечень контрольных вопросов для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине

1. Динамические системы с инвариантной мерой.
2. Теорема Крылова-Боголюбова.
3. Теоремы возвращения Пуанкаре.
4. Эргодические динамические системы.
5. Теоремы Биркгофа.
6. Уравнения Лагранжа на дифференцируемых многообразиях.
7. Симплектическая структура на многообразии.
8. Гамильтоновы фазовые потоки и их интегральные инварианты.
9. Классические решения уравнения Гамильтона-Якоби. Метод характеристик Коши для краевой задачи.
10. Полунепрерывные функции и их свойства.
11. Выпуклые функции и их свойства.
12. Многочисленные отображения и их свойства.
13. Контингентные конусы (конусы Булигана).
14. Полупроизводные Дини по направлениям от негладких функций.
15. Субдифференциалы и супердифференциалы и их взаимосвязи с производными по направлениям.
16. Теорема Ф. Кларка - Ю.С. Ледяева об оценке конечных разностей.
17. Теорема А.И. Субботина о плотности субдифференциалов.
18. Теорема существования решений дифференциальных включений.
19. Свойства пучков решений дифференциальных включений.
20. Определение канонического комплекса и канонического семейства характеристических дифференциальных включений. Определение минимаксного решения задачи Коши
21. Теорема существования минимаксного и/или вязкостного решения. Метод исчезающей вязкости.
22. Принцип сравнения для верхних и нижних решений уравнения Гамильтона-Якоби.
23. Теорема о единственности обобщенного (минимаксного и/или вязкостного) решения краевой задачи Коши для уравнения Гамильтона-Якоби.
24. Динамическая модель деформации вязкоупругого стержня.
25. Влияние запаздывания на движение заряженной частицы в кулоновском поле.
26. Параметрический резонанс в периодической модели фрезерования.
27. Использование графов при математическом моделировании движений в механической системе.
28. Построение дискретных уравнений механики деформируемого твердого тела.
29. Построение дискретных уравнений теплопроводности.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Долгий Ю.Ф., Сурков П.Г. Математические модели динамических систем с запаздыванием. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2012.
2. Субботина Н.Н., Колпакова Е.А., Токманцев Т.Б., Шагалова Л.Г. Метод характеристик для уравнения Гамильтона-Якоби-Ньютона. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Каток А.Б., Хасселблат Б. Введение в теорию динамических систем с обзором последних достижений. М.:МЦНМО, 2005.
2. Морозов Е.М., Никишков, Г. П. Метод конечных элементов в механике разрушения. М.: Изд-во ЛКИ, 2008.
3. Арнольд В.И., Авец А. Эргодические проблемы классической механики. Ижевск: Ижевская республиканская типография, 1999.
4. Субботин А.И. Обобщенные решения уравнений в частных производных первого порядка. Перспективы динамической оптимизации. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003.
5. Мозер Ю. Интегрируемые гамильтоновы системы и спектральная теория. . Москва-Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая механика”, 1999.
6. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М., 1989.
7. Биркгоф Д. Динамические системы. . Ижевск: Издательский дом “Удмуртский университет”, 1999.
8. Борисов А.В., Мамаев И.С. Динамика твердого тела. Москва-Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая механика”, 2001.
9. Бреббия К., Телес Ж., Вроубел Л. Методы граничных элементов. М. : Мир, 1987.
10. Варга Дж. Оптимальное управление дифференциальными и функциональными уравнениями, М: Наука, 1977.
11. Виттенбург Й. Динамика систем твердых тел М., 1980.
12. Колмановский В.Б., Носов В.Р. Устойчивость и периодические режимы регулируемых систем с последействием. М., 1981.
13. Козлов В.В. Методы качественного анализа в динамике твердого тела. Москва-Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая механика”, 2000.
14. Работнов Ю.Н. Элементы наследственной механики твердых тел. М., 1977.
15. Филиппов Ф. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью. М: Наука, 1985.
16. Хейл Дж. Теория функционально-дифференциальных уравнений. М., 1984.
17. Черноусько Ф.Л., Ананьевский И.М., Решлин С.А. Методы управления нелинейными механическими системами. М.: Физматлит, 2005.
18. Clarke F.H., Ledyaev Yu.S., Stern R.J., Wolenski P. Nonsmooth Analysis and Control Theory. New York: Springer, 1997.

а. Программное обеспечение

1. MicrosoftWindows7
2. MicrosoftOffice 2010
3. Microsoft VISIO

в. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Официальный интернет-портал правовой информации. – Режим доступа : <http://pravo.gov.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ. – Режим доступа: <http://study.urfu.ru/info/>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Электронная база нормативных документов ГОСТЭКСПЕРТ. – Режим доступа : <http://gostexpert.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Поисковые системы: www.yandex.ru, google.ru www.rambler.ru,

с. Электронные образовательные ресурсы

1. Все студенты имеют полный доступ к перечисленным ресурсам, в т.ч. через авторизованный доступ из сети интернет;
2. Elsevier В. V. БД Reaxys Договор № 1-3839832505 от 20.02.2013;
3. ООО «Первое Независимое Рейтинговое Агентство» ИПС FIRAPRO Договор № 43-12/370-2013 от 23.05.2013;
4. EBSCO Industries, Inc БД Business Source Complete Договор № 624 от 02.07.2013;
5. EBSCO Industries, Inc БД EBSCO Discovery Service Договор № 625 от 02.07.2013;
6. Elsevier В. V. БД Freedom Collection Договор № 1-4412061361 от 26.04.2013;
7. НП «НЭИКОН», БД компании Thomson Reuters, Web of Science в составе: БД Citation Index Expanded, БД Social Sciences Index, БД Art & Humanities Citation Index, Journal Citation Reports, Conference Proceedings Citation Index Договор № 43-12/456-2013 от 12.07.2013;
8. ЗАО «КОНЭК», БД компании ProQuest, БД диссертаций ProQuest Digital Dissertations and Theses;
9. БД библиотеки компании ProQuest, БД Emerald Journals 95, Emerald eBooks Series, Emerald Engineering Договор № 43-12/761-2013 от 12.09.2013;
10. EBSCO Industries, Inc, БД Inspec, БД Applied Science & Tech Source (upgrade CASC) Договор № 43-12/762-2013 от 30.08.2013;
11. ООО «Научная электронная библиотека» Система SCIENCEINDEX Договор № 43-12/615-2013 от 01.08.2013;
12. ООО «Издательство Лань» ЭБС Лань Договор № 43-12/808-2013 от 13.09.2013;
13. ООО «Директ-Медиа», ЭБС «Университетская библиотека онлайн» Договор № 167-07/13 от 13.09.2013;
14. НП «НЭИКОН» ЭР EBSCO Publishing Договор № 43-12/1176-2013 от 02.12.2013;
15. НО БФ «Фонд содействия развитию УГТУ-УПИ» ООО Компания «Кодекс-Люкс» Договор № 68/1354 от 25.11.2013;
16. НП «НЭИКОН» БД Questel ORBIT Договор № 43-12/1099-2013 от 06.11.2013;
17. НП «НЭИКОН» AIP Nature Journals Договор № 43-12/1354-2013 от 16.12.2013;
18. НП «НЭИКОН», ACS, Cambridge University Press Договор № 43-12/1474-2013 от 15.11.2013;
19. Elsevier В. V. БД Scopus Договор № 1-5608083155 от 11.11.2013;
20. НП «НЭИКОН», БД JSTOR, БД АСМ Договор № 43-12/1585-2013 от 25.12.2013;
21. НП «НЭИКОН», БД OXFORD REFERENCE ONLINE Договор № 43-12/1586-2013 от 26.12.2013;
22. ООО «НЭИКОН», ООО «Ивис», ООО «Твинком», ООО «Интегрум Медиа» Договор № 43-12/1226-2013 от 01.11.2013.

Оглавление

1. 1.ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Качественная теория механических систем»	3
1.1. Цели дисциплины	3
1.2. Требования к результатам освоения дисциплины	3
1.3. Краткое описание дисциплины	4
1.4. Удельный вес занятий, проводимый в интерактивной форме	4
1.5. Трудоемкость освоения дисциплины	5
2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
3. 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И КОНТРОЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ	6
4. ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
6. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	11
7. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ	12