

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  
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

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

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

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

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

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедр:

<b>№</b>	<b>Наименование кафедры (УМС)</b>	<b>Дата заседания</b>	<b>Номер протокола</b>	<b>ФИО зав. кафедрой (предс. УМС)</b>	<b>Подпись</b>
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 Теоретическая механика

1. Пререквизиты	История науки Методология научных исследований Качественная теория механических систем
2. Кореквизиты	-
3. Постреквизиты	-
4. Трудоемкость дисциплины-модуля, з.е.	3

### 1.1. Цели дисциплины

Целями освоения дисциплины являются

- формирование итоговых представлений о роли теоретической механики в других разделах механики и в математике;
- формирование итоговых представлений о роли теоретической механики в разработке математических моделей в других областях науки.

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 теоретической механики в математике и механике в целом, их связи с другими разделами механики и другими областями науки (ПК-1);
- способностью применять и строить самостоятельно эффективные алгоритмы для решения механических задач (ПК-2);
- способностью оценивать вычислительную сложность алгоритмов, задач (ПК-3);
- способностью строить 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:

- методы описания конфигурационного многообразия для абсолютно твердого тела
- интегрируемые случаи динамики абсолютно твердого тела;
- равнения Пуанкаре и Пуанкаре-Четаева;
- методы интегрирования лагранжевых и гамильтоновых систем
- интегральные инварианты механики
- канонические преобразования гамильтоновых систем;
- вариационные принципы механики.

Уметь:

- строить математические модели механических систем с использованием теоретической механики, дифференциальных уравнений и вариационного исчисления
- применять методы интегрирования уравнений движения механических систем;
- применять методы качественного исследования динамических систем при анализе движений механических систем.

Владеть:

- методами математического моделирования сложных механических систем;
- методами аналитического интегрирования лагранжевых и гамильтоновых систем;
- методами качественного исследования движений механических систем.

### 1.3. Краткое описание дисциплины

Дисциплина «Теоретическая механика» предназначена для подготовки аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика.

***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
		<b>6</b>
<b>Аудиторные занятия, час.</b>	4	4
Лекции, час.	4	4
Практические занятия, час.		
Лабораторные работы, час.		
<b>Самостоятельная работа студентов, час.</b>	104	104
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	Э	Э
<b>Общая трудоемкость по учебному плану, час.</b>	108	108
<b>Общая трудоемкость по учебному плану, з.е.</b>	3	3

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Код раздела</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Содержание*</b>
<b>P1</b>	<b>Механика абсолютно твердого тела</b>	Методы описания конфигурационного многообразия для абсолютно твердого тела. Проблема интегрируемости уравнений движения твердого тела. Обзор интегрируемых случаев динамики абсолютно твердого тела.
<b>P2</b>	<b>Механика систем твердых тел</b>	Проблема интегрируемости уравнений движения в небесной механике. Использование теории графов при описании структуры механической системы. Уравнения Пуанкаре и Пуанкаре-Четаева.
<b>P3</b>	<b>Аналитическая динамика</b>	Методы интегрирования лагранжевых и гамильтоновых систем. Вариационные принципы механики. Интегральные инварианты механики. Канонические преобразования гамильтоновых систем.
<b>P4</b>	<b>Колебания и устойчивость движений в механических системах</b>	Хаотическая динамика и устойчивость движений механических систем. Одночастотные и многочастотные колебания в консервативных системах. Теория Колмогорова-Арнольда-Мозера.



## **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. Методы описания конфигурационного многообразия для абсолютно твердого тела.
2. Обзор интегрируемых случаев динамики абсолютно твердого тела.
3. Современные проблемы теории математического моделирования сложных механических систем.
4. Применение уравнений Пуанкаре и Пуанкаре-Четаева при математическом моделировании сложных механических систем.
5. Проблема интегрируемости уравнений движения в небесной механике.
6. Метод L-A пары и его применение.
7. Использование канонических преобразований при интегрировании гамильтоновых уравнений.
8. Теорема Э. Нетер и первые интегралы гамильтоновых систем.
9. Вариационные принципы механики.
10. Интегральные инварианты механики.
11. Процедуры исключения быстрых переменных в нерезонансном и резонансном случаях.
12. Усреднение в одночастотных и многочастотных системах.
13. Усреднение в гамильтоновых системах.
14. Теория Колмогорова-Арнольда-Мозера.

#### ***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. Использование графов при математическом описании структуры взаимодействий в механической системе.
2. Параметризация движений твердого тела. Параметры Кейли-Клейна.
3. Представление матрицы вращения, с помощью параметров Кейли-Клейна.
4. Спиновые матрицы Паули.
5. Кватернионы. Свойства кватернионов и их связь с параметрами Родрига-Гамильтона.
6. Сложение поворотов твердого тела. Кинематические формулы.
7. Случай Горячева-Чаплыгина.
8. Решение Бобылева-Стеклова.
9. Уравнения Киргофа.
10. Неинтегрируемость задачи о вращении несимметрического тела.
11. Динамические уравнения движения в параметрах Родрига-Гамильтона.
12. Квазискорости и квазикоординаты. Вариации квазикоординат и трех индексные символы.
13. Вывод уравнений Пуанкаре.
14. Вывод уравнений Пуанкаре-Четаева.
15. Задача трех тел в небесной механике.
16. Критерии каноничности преобразования гамильтоновых систем.
17. Метод Якоби интегрируемости уравнений движения.
18. Преобразование Биркгофа.
19. Интегральный инвариант Пуанкаре-Картана.
20. Классификация вариационных принципов.
21. Устойчивость линейных гамильтоновых систем.
22. Задача параметрического резонанса.
23. Принцип наименьшего действия и периодические движения твердого тела.
24. Бифуркационный сценарий перехода к хаосу.
25. Метод усреднения Крылова-Боголюбова.
26. Метод Колмогорова-Арнольда-Мозера.

### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **7.1. Рекомендуемая литература**

##### **7.1.1. Основная литература**

1. Ланда П.С., Неймарк Ю.И. Стохастические и хаотические колебания. М., 2009.
2. Малкин И.Г. Методы Ляпунова и Пуанкаре в теории нелинейных колебаний. М., 2014.

##### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Морозов А.Д. Резонансы, циклы и хаос в квазиконсервативных системах. М.-И.: Ин-т компьютерных исследований, 2005.
2. Уиттекер Э. Аналитическая динамика. М.: Эриториал УРСС, 2004.
3. Челноков Ю.Н. Кватернионные и бикватернионные модели и методы механики твердого тела и их приложения. М.: Физматлит, 2006. Ахромеева Т.С., Курдюмов



- С.П., Малинецкий Г.Г., Самарский А.А. Структуры и хаос в нелинейных средах. М., 2007.
4. Алексеев В.М. Лекции по небесной механике. Москва-Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая механика”, 1999.
  5. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М., 1989.
  6. Борисов А.В., Мамаев И.С. Динамика твердого тела. Москва-Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая механика”, 2001.
  7. Виттенбург Й. Динамика систем твердых тел М., 1980.
  8. Козлов В.В. Методы качественного анализа в динамике твердого тела. Москва-Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая механика”, 2000.
  9. Мозер Ю. КАМ-теория и проблемы устойчивости. Москва-Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая механика”, 2001.

**а. Программное обеспечение**

1. MicrosoftWindows7
2. MicrosoftOffice 2010
3. Microsoft VISIO

**б. 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](http://www.yandex.ru), [google.ru](http://google.ru) [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru),

**в. Электронные образовательные ресурсы**

1. Все студенты имеют полный доступ к перечисленным ресурсам, в т.ч. через авторизованный доступ из сети интернет:
2. ElsevierV.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, IncБД Business Source Complete Договор № 624 от 02.07.2013;
5. EBSCO Industries, IncБД EBSCO Discovery Service Договор № 625 от 02.07.2013;
6. Elsevier V.V. БД Freedom Collection Договор № 1-4412061361 от 26.04.2013;
7. НП «НЭИКОН», БДкомпании Thomson Reuters, Web of Science всоставе: БД Citation Index Expanded, БД Social Sciences Index, БДArt&Humanities Citation Index, Journal Citation Reports, Conference Proceedings Citation Index Договор № 43-12/456-2013 от 12.07.2013;
8. ЗАО «КОНЭК», БДкомпании ProQuest, БДдиссертаций ProQuest Didital Dissertations and Theses;
9. БДеbraryкомпании ProQuest, БД Emerald Journals 95, Emerald eBooks Series, Emerald Engineering Договор № 43-12/761-2013 от 12.09.2013;
10. EBSCO Industries, Inc, БДInspec, 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;




## Оглавление

1. 1.ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Теоретическая механика»	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. ОРАГНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	7
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
6. УЧЕБНО-МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	10
7. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ	10