

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики



ТВЕРЖДАЮ:

Директор по научной работе и  
инновациям

Подпись

Шарафан М.В.

28 » мая 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.02.01 ФАКТОРИЗАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ**  
**И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ**

Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика

Направленность 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Факторизационные методы и их приложения» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.06.01 математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), приказ № 866 от 30 июля 2014 г.

Программу составил(и):

Бабешко В.А., академик РАН д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой математического моделирования



подпись

Рабочая программа дисциплины «Факторизационные методы и их приложения» утверждена на заседании кафедры математического моделирования протокол № 10 «20» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой математического моделирования  
Бабешко В.А.



подпись

Рабочая программа дисциплины «Факторизационные методы и их приложения» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 10 «20» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики  
Уртенев М.Х.



подпись

Зав. отделом аспирантуры и докторантуры Звягинцева Н.Ю.



подпись

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

Цели изучения дисциплины «Факторизационные методы и их приложения» определены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и соотнесены с общими целями ООП ВО по данному направлению подготовки, профиль 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела, в рамках которого преподается дисциплина.

### 1.1 Цели изучения дисциплины

**Целью** освоения дисциплины «Факторизационные методы и их приложения» является изучение методов исследования математических моделей механики деформируемого твердого тела с использованием факторизационных подходов, овладение аппаратом топологических и факторизационных методов применительно к решению граничных задач, формирование кругозора и профессиональных навыков исследователя.

### 1.2 Задачи дисциплины

В задачи изучения дисциплины входит:

- совершенствование уровня фундаментальной и специальной подготовки по математике для уверенного применения различных понятий и методов при исследовании и решении задач динамики деформируемого твердого тела;
- освоение полуаналитических методов решения динамических смешанных задач теории упругости, позволяющих проводить исследования для широкого диапазона параметров и контролировать использование прямых численных методов;
- формирование навыков исследования математических моделей с помощью математического аппарата дифференциальной геометрии, топологии, функционального анализа;
- привитие практических навыков использования факторизационных методов при решении прикладных задач, анализе и моделировании реальных процессов.

Процесс освоения данной дисциплины направлен на развитие способности использовать углубленные теоретические знания фундаментальных разделов математики для научных исследований, обеспечивающей успешное проведение аспирантом профессиональной деятельности, владение методологией формулирования теоретических и прикладных задач, а также выбора адекватных методов их исследования и решения.

### 1.3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Факторизационные методы и их приложения» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана подготовки аспиранта, базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего образования.

Имеется логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП ВО. Дисциплина «Факторизационные методы и их приложения» связана с другими дисциплинами вариативной части, такими как: «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования», «Дополнительные главы функционального анализа и топологии». В соответствии с учебным планом, занятия по данной дисциплине проводятся на третьем курсе обучения.

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при прохождении научно-производственной практики, проведении научно-исследовательской работы, а также при подготовке и написании диссертации по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Для усвоения дисциплины обучающийся должен обладать базовой естественнонаучной подготовкой (алгебра и геометрия, математический и функциональный анализ, дифференциальные уравнения, численные методы) и навыками владения информационными технологиями и пакетами компьютерной поддержки прикладных исследований.

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов: 8 часов лекционных занятий, 18 – лабораторных, 18 – практических и 64 часа самостоятельной работы.

Форма контроля – зачет.

### 1.4. Компетенции, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины «Факторизационные методы и их приложения» обучающийся овладевает профессиональными компетенциями.

<b><i>Общепрофессиональные компетенции</i></b>	
ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
<b><i>Профессиональные компетенции</i></b>	
ПК-1	способностью к комплексному анализу результатов научно-исследовательских работ и грамотному использованию на практике основных принципов, концепций и методов механики деформируемого твердого тела на уровне современного развития

	науки, техники и технологий
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК-2	готовностью к созданию и исследованию новых математических моделей процессов и явлений, постановке профессиональных задач в области научно-исследовательской и практической деятельности, развитию и совершенствованию методов их решения на базе современных достижений в области механики деформируемого твердого тела

### 1.5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Аспиранты, завершившие изучение дисциплины «Факторизационные методы и их приложения», должны:

шифр	Структура компетенции
<b>знать</b>	
ОПК-1	– современные подходы к исследованию краевых задач на основе факторизационных методов <b>З(ОПК-1)-1</b>
ПК-1	– основные понятия и методы факторизации функций и матриц-функций <b>З(ПК-1)-1</b>
<b>уметь</b>	
ОПК-1	– обоснованно выбирать и применять факторизационные методы для решения дифференциальных и интегральных уравнений <b>У(ОПК-1)-1</b> ;
ПК-1	– строить интегральное представление решения с помощью факторизационных методов <b>У(ПК-1)-1</b> ;
ПК-2	– осуществлять факторизацию функций в виде суммы и произведения <b>У(ПК-2)-1</b> ; – осуществлять приближенную факторизацию матриц-функций <b>У(ПК-2)-1</b> .
<b>владеть</b>	
ОПК-1	– навыками работы с информацией из различных источников для сопоставления факторизационных подходов <b>В(ОПК-1)-1</b>
ПК-1	– топологическим подходом к решению начально-граничных задач <b>В(ПК-1)-1</b> – техникой применения интегральных преобразований <b>В(ПК-1)-1</b>
ПК-2	– приемами факторизации функций и матриц-функций <b>В(ПК-2)-1</b>

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Таблица 2.1

Вид работы	Трудоемкость, часов
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>44</b>
Лекции (Л)	8
Практические занятия	18
Лабораторные занятия (ЛЗ)	18
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>64</b>
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	–
Индивидуальное задание (РГЗ)	10
Реферат (Р)	6
Эссе (Э)	–
Самоподготовка	48
Подготовка и сдача экзамена	–
<b>Вид итогового контроля</b>	<b>зачет</b>

### 2.2 Содержание разделов дисциплины

Таблица 2.2.1

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
<b>Методы факторизации функций и матриц-функций.</b>				
1	Факторизация функций	Основные положения факторизации функций. Свойства функций, связанные с факторизацией. Факторизация в виде суммы и произведения. Факторизация некоторых аналитических функций, определенных на римановых поверхностях. Приближенная факторизация некоторых классов функций.	Собеседование по результатам лабораторной работы	
2	Факторизация матриц-функций	Распадающиеся $R$ -алгебры. Правосторонне (левосторонне) факторизованные матрицы. Функционально-	Собеседование по результатам лабораторной работы	

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
		коммутативные матрицы-функции. Факторизация функционально-коммутативных матриц-функций. Факторизация матриц-функций с рациональными функциями в качестве элементов. Приближенная факторизация матриц-функций, не вырождающихся в функционально-коммутативные. Метод двойной факторизации матриц-функций.		
3	Метод Винера – Хопфа.	Метод Винера – Хопфа. Решение уравнения типа свертки с заданными свойствами ядра на полупрямой. Метод Винера – Хопфа в задачах для сред с покрытием.	Собеседование по результатам лабораторной работы	
4	Методы решения интегральных уравнений плоских динамических задач, основанные на факторизации	Сведение интегральных уравнений плоских динамических задач к интегральным уравнениям II рода. Решение уравнения с разностным ядром на отрезке. Уравнения типа свертки на системе отрезков. Точные решения некоторых интегральных уравнений.	Подготовка и представление реферата	
5	Метод факторизации в решения интегральных уравнений пространственных задач	Способы регуляризации двумерного интегрального уравнения с разностным ядром, обладающим заданными свойствами. Интегральное уравнение для выпуклой ограниченной области в анизотропном случае. Особенности решений интегральных уравнений в угловых точках областей.	Подготовка и представление реферата	

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля	Разработано с участием представителей работодателей
1	2	3	4	5
6	Метод фиктивного поглощения	Схема метода фиктивного поглощения. Метод фиктивного поглощения в плоских задачах. Выбор базисных функций. Метод фиктивного поглощения в осесимметричных задачах. Метод фиктивного поглощения для систем интегральных уравнений.	Подготовка и представление реферата	ЮНЦ РАН
7	Дифференциальный метод факторизации. Метод блочного элемента	Общая схема дифференциального метода факторизации. Построение псевдидифференциальных и интегральных уравнений. Дифференциальный метод факторизации в полуограниченных областях. Дифференциальный метод факторизации в неоднородных задачах. Блочный элемент. Дифференциальный метод факторизации для блочных структур. Метод блочного элемента.	Подготовка и представление реферата	

### 2.3 Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

Таблица 2.3.1. Разделы дисциплины

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	П	Л	
1	2	3	4	5	6	7
1	Факторизация функций	9	1	2	2	4
2	Факторизация матриц-функций	13	1	2	2	8
3	Метод Винера – Хопфа	9	1	2	2	4
4	Методы решения интегральных уравнений плоских динамических задач,	15	1	2	2	10



№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	П	Л	
1	2	3	4	5	6	7
	основанные на факторизации					
5	Метод факторизации в решения интегральных уравнений пространственных задач	16	2	2	2	10
6	Метод фиктивного поглощения	24	2	4	4	14
7	Дифференциальный метод факторизации. Метод блочного элемента	24	2	4	4	14
<b>Итого:</b>		<b>108</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>64</b>

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

**Разделы 1,2** Основные положения факторизации функций. Факторизация в виде суммы и произведения. Распадающиеся  $R$ -алгебры. Правосторонне (левосторонне) факторизованные матрицы. Функционально-коммутативные матрицы-функции. Факторизация функционально-коммутативных матриц-функций. (2 ч.).

**Разделы 3,4.** Метод Винера – Хопфа. Решение уравнения типа свертки с заданными свойствами ядра на полупрямой. Решение уравнения с разностным ядром на отрезке. (2 ч.).

**Раздел 5.** Способы регуляризации двумерного интегрального уравнения с разностным ядром, обладающим заданными свойствами. (2 ч.).

**Раздел 6.** Схема метода фиктивного поглощения. Метод фиктивного поглощения в плоских задачах. Выбор базисных функций. (2 ч.).

**Раздел 7.** Общая схема дифференциального метода факторизации. Блочный элемент. (2 ч.).

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

**Раздел 1.** Свойства функций, связанные с факторизацией. Факторизация некоторых аналитических функций, определенных на римановых поверхностях. (2 ч.).

**Раздел 2.** Факторизация матриц-функций с рациональными функциями в качестве элементов. (2 ч.).

**Раздел 3.** Метод Винера – Хопфа решения систем интегральных уравнений. (2 ч.).

**Раздел 4.** Сведение интегральных уравнений плоских динамических задач к интегральным уравнениям II рода. (2 ч.).

**Раздел 5.** Интегральное уравнение для выпуклой ограниченной области в анизотропном случае. (2 ч.).

**Раздел 6.** Метод фиктивного поглощения в осесимметричных задачах. (2 ч.).

**Раздел 7.** Построение псевдодифференциальных и интегральных уравнений. (2 ч.).

### 2.3.3 Лабораторные работы

№ работы	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1	Факторизация функций, факторизация рациональных функций. Аппроксимация мероморфных функций рациональными.
2	2	Факторизация матриц-функций. Факторизация матриц-функций с рациональными элементами.
3	3	Решение интегральных уравнений методом Винера – Хопфа
4	4	Решение интегрального уравнения с модельным ядром на отрезке методом факторизации
5	5	Решение двумерных интегральных уравнений с модельными ядрами
6	6	Решение интегрального уравнения на отрезке методом факторизации с модельным ядром методом фиктивного поглощения
7		Решение интегрального уравнения с модельным ядром осесимметричной задачи в круге методом фиктивного поглощения
8	7	Решение краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения с помощью дифференциального метода факторизации
9		Решение краевой задачи для уравнения в частных производных с помощью дифференциального метода факторизации

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Целью самостоятельной работы является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Содержание приведенной основной, дополнительной литературы и периодических изданий позволяет охватить тематику разделов дисциплины.

### 2.4.1 Содержание самостоятельной работы

**Раздел 1.** Приближенная факторизация некоторых классов функций.

**Раздел 2.** Приближенная факторизация матриц-функций, не вырождающихся в функционально-коммутирующие. Метод двойной факторизации матриц-функций.

**Раздел 3.** Метод Винера – Хопфа в задачах для сред с покрытием.

**Раздел 4.** Уравнения типа свертки на системе отрезков. Точные решения некоторых интегральных уравнений.

**Раздел 5.** Особенности решений интегральных уравнений в угловых точках областей.

**Раздел 6.** Метод фиктивного поглощения для систем интегральных уравнений.

**Раздел 7.** Дифференциальный метод факторизации в неоднородных задачах. Дифференциальный метод факторизации для блочных структур.

### 2.4.2. Перечень вопросов для самоподготовки

1. Свойства Фурье-образов функций с носителями на положительной и отрицательной полуосях.
2. Факторизация функций относительно вещественной оси.
3. Факторизация рациональных функций.
4. Аппроксимация функций с помощью рациональных.
5. Приближенная факторизация функций.
6. Банахова алгебра.
7. Распадающаяся банахова алгебра.
8. Функционально-коммутирующие матрицы-функции.
9. Правосторонне (левосторонне) факторизованная матрица.
10. Метод Винера – Хопфа.
11. Метод факторизации решения интегрального уравнения на отрезке.
12. Идеи методов регуляризации интегральных уравнений пространственных задач
13. Метода фиктивного поглощения.
14. Выбор базисных функций в методе фиктивного поглощения.
15. Метод фиктивного поглощения решения интегрального уравнения на отрезке.
16. Дифференциальный метод факторизации.
17. Построение псевдодифференциальных уравнений.
18. Построение интегральных уравнений.
19. Дифференциальный метод факторизации в задаче для полупространства.
20. Блочный элемент.

## 2.4.2 Примерные задания для самоподготовки

1. Определите полосу регулярности функции

$$K(\alpha) = \frac{1}{(\alpha^2 + 4)(\alpha^2 + 64)}.$$

2. Определите полосу регулярности функции и факторизуйте ее в виде произведения

$$K(\alpha) = \frac{\alpha^2 + 9}{2,5\alpha^2 + 3\alpha^2 + 1}.$$

3. Факторизуйте в виде суммы

$$K(\alpha) = \frac{1}{\alpha^2 + \alpha^2 + 12,5}$$

4. Факторизуйте матрицу-функцию с рациональными элементами

$$\mathbf{H}(\alpha) = \frac{1}{\alpha^2 + k^2} \begin{pmatrix} \alpha^2 & b^4 \\ a^4 & \alpha^2 \end{pmatrix}.$$

5. Факторизуйте полиномиальную матрицу-функцию

$$\mathbf{H}(\alpha) = \begin{pmatrix} \alpha^2 & b^4 \\ a^4 & \alpha^2 \end{pmatrix}.$$

6. Постройте решение интегрального уравнения

$$\int_{-a}^a k(x-\xi)q(\xi)d\xi = f(x), |x| \leq a,$$
$$k(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{\sigma} K(\alpha)e^{-i\alpha x}d\alpha, \text{ если } K(\alpha) = \frac{\alpha - iA}{\alpha - iB}, A, B > 0, f \equiv 1.$$

7. Решите краевую задачу дифференциальным методом факторизации

$$u''(x) - a^2u(x) = 0, b < x < c,$$
$$u(b) = A, u'(c) = B.$$

8. Решите задачу Коши дифференциальным методом факторизации

$$\begin{cases} u_1''(x) + u_2(x) = 0, \\ u_2''(x) - a^4u_1(x) = 0, \end{cases}$$
$$u_1(0) = A, u_2(0) = B.$$

Аспирант должен выполнить объем самостоятельной работы, предусмотренный рабочим учебным планом, максимально используя возможности индивидуального, творческого и научного потенциала для освоения образовательной программы в целом. Самостоятельная работа должна нацеливать аспирантов на получение навыков самостоятельной научной работы, обработки научной информации и носить поисковый характер, нацеливая аспирантов на самостоятельный выбор способов выполнения работы, на развитие у них навыков творческого мышления, инновационных методов решения поставленных задач.

При проведении самостоятельной работы для решения и исследования задач могут применяться математические пакеты Matlab и/или Maple.

### **3. Образовательные технологии**

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся при освоению курса «Факторизационные методы и их приложения» предусмотрено использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий при сочетании аудиторной работы с внеаудиторной. Такими технологиями являются:

- лекционная система обучения (проблемная лекция, лекция диалог с элементами группового взаимодействия);
- информационно-коммуникационные технологии (выполнение компьютерных экспериментов);
- проектные методы обучения (презентации, командная работа);
- исследовательские методы в обучении (конференция)
- проблемное обучение (дискуссия, аналитический семинар).

На представление рефератов допускает проведение занятий в виде конференций, дискуссий, аналитических семинаров.

Используемые образовательные технологии и методы должны быть направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активацию и реализацию личностного потенциала.

При реализации программы дисциплины «Факторизационные методы и их приложения», с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся применимы все указанные формы проведения занятий.

### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

#### **4.2 Примерные темы рефератов**

1. Применение факторизации функций и матриц-функций для решения интегральных уравнений I рода.
2. Факторизация матриц-функций с полиномиальными элементами.
3. Метод двойной факторизации матриц-функций.
4. Решение систем двумерных уравнений методом фиктивного поглощения.
5. Метод фиктивного поглощения для невыпуклых областей.
6. Исследование краевых задач с помощью метода двойной факторизации.
7. Применение интегрального метода факторизации при решении смешанных задач для анизотропных сред.
8. Дифференциальный метод факторизации в блочных структурах.

9. Применение дифференциального метода факторизации к решению статических задач.

10. Дифференциальный метод факторизации в теории вирусов вибропрочности.

#### **4.3 Примерные формулировки индивидуальных заданий**

1. Построить решение интегрального уравнения плоской контактной задачи для упругого слоя при отсутствии трения с помощью метода факторизации.

2. Построить решение интегрального уравнения плоской контактной задачи для упругого слоя при наличии сцепления с помощью метода факторизации.

3. Построить решение интегрального уравнения плоской контактной задачи для упругого слоя при отсутствии трения с помощью метода фиктивного поглощения.

4. Построить решение интегрального уравнения осесимметричной контактной задачи для упругого слоя при отсутствии трения с помощью метода фиктивного поглощения.

5. Построить решение интегрального уравнения осесимметричной контактной задачи для упругого слоя при наличии сцепления с помощью метода фиктивного поглощения.

#### **4.4 Перечень вопросов, выносимых на зачет**

1. Факторизация функции в виде суммы.
2. Факторизация функции в виде произведения.
3. Способы приближенной факторизации матриц.
4. Факторизация матриц-функций с рациональными элементами.
5. Схема метода Винера – Хопфа.
6. Схема решения нагруженных уравнений Винера – Хопфа в задачах для сред с покрытием.
7. Схема метода регуляризации интегрального уравнения с разностным ядром на отрезке.
8. Схема метода регуляризации интегрального уравнения с разностным ядром пространственной задачи.
9. Алгоритм метода фиктивного поглощения.
10. Схема дифференциального метода факторизации.

Для получения зачета аспиранту необходимо подготовить и представить реферат, сделать доклад по индивидуальному заданию и ответить на заданные вопросы по курсу «Факторизационные методы и их приложения».

## **5 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **5.1 Основная литература**

1. Бабешко В.А., Евдокимова О.В., Бабешко О.М. Блочные элементы для тел различной формы. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2013. 63 с.
2. Кузовлев В.П., Подаева Н.Г. Курс геометрии: элементы топологии, дифференциальная геометрия, основания геометрии. М.: Физматлит, 2012. 208 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59618>.

### **5.2 Дополнительная литература**

1. Бабешко В.А., Глушков Е.В., Зинченко Ж.Ф. Динамика неоднородных линейно-упругих сред. М.: Наука, 1989. 344 с.
2. Бабешко В.А. Обобщенный метод факторизации в пространственных динамических смешанных задачах теории упругости. М.: Наука, 1984.
3. Ворович И.И., Александров В.М., Бабешко В.А. Неклассические смешанные задачи теории упругости. М.: Наука, 1974. 319 с.
4. Ворович И.И., Бабешко В.А., Пряхина О.Д. Динамика массивных тел и резонансные явления в деформируемых средах. М.: Научный мир, 1999. 246 с.
5. Калинин В.В., Белянкова Т.И. Динамика поверхности неоднородных сред. М.: Физматлит, 2009. 312 с. + [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59548>.
6. Кытманов А.М. Интегральные представления и их приложения в многомерном комплексном анализе / А.М. Кытманов, С.Г. Мысливец. 2010. 390 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229174>.
7. Кулиев В.Д. Сингулярные краевые задачи. М: Физматлит, 2005. 720 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2745>.

### **5.3 Периодические издания:**

1. Вестник Московского университета. Серия 1. Математика и механика. М: Изд-во МГУ, ISSN 0579-9368.
2. Доклады академии наук. Серии: Математика, Физика. М.: Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук. Издательство "Наука", ISSN 0869-5652.
3. Известия РАН. Механика твердого тела. Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук. Издательство "Наука", ISSN 0572–3299.
4. Прикладная математика и механика. М.: Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространитель-

ский центр Российской академии наук Издательство "Наука", ISSN 0032–8235.

5. Экологический вестник ЧЭС, ISSN 1729–5459.
6. Journal of Applied Mechanics, ISSN 0021–8936.
7. Journal of Elasticity, ISSN 0374–3535.
8. Journal of Mechanics, ISSN 1727–7191.

#### **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.math.msu.su/department/uprug/courses.htm#mtu>

<http://biblioteka.cc/index.php?newsid=90594>

<http://e.lanbook.com/>

<http://znanium.com/>

<http://www.biblioclub.ru>

<http://eqworld.impnet.ru/ru/library/mechanics/silid.htm>.

<http://www.sciencedirect.com/>

<http://www.scopus.com/>

<http://www.nature.com/siteindex/index.html>

<http://www.scirus.com>

<http://www.elibrary.ru/>

<http://iopscience.iop.org/>

#### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

В рамках самостоятельной работы аспиранты готовят реферат по выбранным темам. Каждый обучающийся выполняет работу по одной теме.

Для написания реферата необходимо подобрать литературу. Общее количество литературных источников, включая тексты из Интернета, (публикации в журналах), должно составлять не менее 10 наименований. Учебники в литературные источники не входят.

Рефераты выполняют на листах формата А4. Страницы текста, рисунки, формулы нумеруют, рисунки снабжают подрисовочными надписями. Текст следует печатать шрифтом №14 с интервалом между строками в 1,5 интервала, без недопустимых сокращений. В конце работы приводят список использованных источников. При оформлении обзоров и рефератов рекомендуется использовать следующие источники:

ГОСТ 7.1 – 2003 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

ГОСТ Р 7.0.12 – 2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов и словосочетаний на русском языке. Общие требования и правила».



ГОСТ 7.9 – 95 (ИСО 214 – 76) «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация. Общие требования».

ГОСТ 8.417 – 2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин».

Реферат должны быть подписан аспирантом с указанием даты ее оформления.

Работы, выполненные без соблюдения перечисленных требований, возвращаются на доработку.

Выполненные аспирантом работы определяется на проверку преподавателю в установленные сроки.

Для приобщения обучаемых к поиску и исследовательской работе, для развития их творческого потенциала следует по возможности избегать прямого руководства работой обучающихся при выполнении ими тех или иных заданий, чаще выступать в роли консультанта, эксперта. Предпочтительным является представление обзоров в форме конференции или аналитического семинара.

При подготовке работ аспирант может использовать научные статьи соответствующей тематики из электронной библиотечной системы eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

### **8.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.
4. Математические пакеты Matlab, Maple.

### **8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Реализация курса предполагает наличие минимально необходимого для реализации данной программы перечня материально-технического обеспечения:

№	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Аудитория, для лекционных занятий	Учебная мебель, компьютерная техника, стационарное или переносное мультимедийное оборудование (129, 131, 133, А305, А307, А508, 239А)
2.	Аудитория, для лабораторных занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301, А504, 239А)
3.	Аудитория, для практических занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья), презентационной техникой (аудитории: 129, 131, А305, А307, 239А) или переносным демонстрационным оборудованием (аудитории: 133,147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512, А508, 239А)
4.	Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А504, А506, 239А)
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512, А508), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301, А504, 239А)
6.	Аудитория для самостоятельной	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети

№	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень оборудования и технических средств обучения
	работы	«Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А 504, 102А)