

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 09 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ **Вейвлет-анализ** \_\_\_\_\_  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ **очная** \_\_\_\_\_  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ **магистратура** \_\_\_\_\_  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ **108 (3)** \_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ **01.04.02 Прикладная математика и информатика** \_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ **Математическое моделирование физико-механических процессов** \_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса состоит в знакомстве с основами нового направления прикладной математики – вейвлет-анализа, находящего эффективное применение в математике, механике, физике, компьютерных и телекоммуникационных технологиях.

Задачи дисциплины

В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:

- три основных направления теории вейвлетов: непрерывного вейвлет-преобразование, дискретное вейвлет-преобразование (вейвлет-базисы) и численные методы (в частности, решение дифференциальных уравнений в частных производных);

уметь:

- использовать методы вейвлет-анализа для анализа и численного моделирования систем и процессов;

владеть:

- навыками применения методов и алгоритмов вейвлет-анализа к различным задачам механики и математической физики, анализа сигналов и изображений, а также сжатия информации.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- основные понятия и определения теории вейвлет-анализа;
- математические основы непрерывного и дискретного вейвлет-преобразования;
- численные алгоритмы непрерывного и дискретного вейвлет-преобразований;
- методы анализа временных сигналов и пространственных полей различной природы;
- методы сжатия информации;
- методы фильтрации и удаления шума;
- численные методы и компьютерные алгоритмы решения дифференциальных уравнений в частных производных;
- методы построения вейвлетов, адаптированных тем или иным образом к решаемым задачам.

### 1.3. Входные требования

При изложении дисциплины используются такие разделы математики как функциональный анализ, теория функций комплексного переменного и др., а также такие методы вычислительной математики как численное интегрирование, интерполяция, аппроксимация и т.п.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	знает теорию непрерывного и дискретного вейвлет-преобразования	Знает парадигму и основные концепции развития прикладной математики и математического моделирования, современные подходы и методы проведения научных исследований, современные и классические математические модели сложных физико-механических процессов.	Контрольная работа
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	умеет использовать методы вейвлет-анализа для анализа физических процессов различной природы и численного моделирования систем и процессов	Умеет анализировать возможности и применимость математических моделей физико-механических процессов, применять и модифицировать их для решения научных и прикладных задач, разрабатывать новые математические модели при выполнении научных исследований на современном уровне.	Индивидуальное задание
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	владеет навыками разработки и компьютерной реализации численных алгоритмов, основанных на вейвлетах	Владеет навыками выполнения научно-исследовательской работы, самостоятельной разработки новых математических моделей физико-механических систем и процессов, применения и модификации известных и самостоятельно разработанных математических моделей для получения новых научных и прикладных результатов	Курсовая работа

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)			
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
1-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Непрерывное вейвлет-преобразование	0	0	12	17
<p>Тема 1. Стационарные и нестационарные сигналы. Возможности и недостатки преобразования Фурье и оконного преобразования Фурье при анализе нестационарных сигналов. Принцип неопределенности и частотно-временная локализация функций.</p> <p>Тема 2. Основные определения. Параметризация вейвлета. Сохранение <math>L^2</math>-нормы. Условие допустимости. Изменение частотно-временной локализации вейвлета при изменении параметров.</p> <p>Тема 3. Формулы анализа и синтеза. Формулы анализа и синтеза в общем случае. Формулы анализа и синтеза в пространстве Фурье. Формулы синтеза в случае рассмотрения только положительных масштабов. Формула восстановления для действительных и прогрессивных вейвлетов. Обобщение на случай разных вейвлетов для анализа и синтеза. Ослабление условия допустимости. Формула восстановления Морле.</p> <p>Тема 4. Свойства непрерывного вейвлет-преобразования. Линейность. Ковариантность относительно масштабирования и сдвига. Частотно-временная локализация. Изометрия между пространством анализируемых функций и пространством вейвлет-образов. Воспроизводящее ядро.</p> <p>Тема 5. Примеры вейвлет-функций. Действительные вейвлеты. Производные функции Гаусса. Комплексные (прогрессивные) вейвлеты. Вейвлет Морле.</p> <p>Тема 6. Методы визуализации результатов. Плоскость вейвлет-коэффициентов. Выбор шкалы по оси масштабов. Особенности представления вейвлет-преобразования в случае прогрессивных вейвлетов. Различные нормировки вейвлет-коэффициентов.</p> <p>Тема 7. Алгоритмы вычисления непрерывного вейвлет-преобразования. Квадратурная формула прямоугольников вычисления вейвлет-преобразования. Выбор минимального и максимального масштабов. Краевые эффекты. Оценка числа операций, требуемых для вычисления непрерывного вейвлет-преобразования. Формула вычисления непрерывного вейвлет-преобразования на основе алгоритма быстрого преобразования Фурье.</p> <p>Тема 8. Распределение энергии сигнала с точки зрения вейвлет-преобразования. Связь между частотой и масштабом. Локальный и интегральный</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>вейвлет-спектры мощности сигнала. Связь между интегральным вейвлет-спектром и спектром Фурье. Определение длительности вейвлета. Локальный вейвлет-спектр как функция частоты.</p> <p>Тема 9. Частотная и амплитудная модуляции сигнала. Понятие скелета и хребта сигнала. Каноническое представление сигнала. Преобразование Гильберта. Понятие мгновенной частоты сигнала. Асимптотические сигналы. Алгоритм выделения скелета сигнала.</p> <p>Тема 10. Непрерывное вейвлет-преобразование в многомерном случае. Центральные-симметричные вейвлеты. Двумерное непрерывное вейвлет-преобразование. Свойства непрерывного двумерного вейвлет-преобразования. Способы представления двумерного анизотропного вейвлет-преобразования. Примеры двумерных вейвлетов. Подлинно ориентированные (направленные) вейвлеты. Вейвлет Коши.</p> <p>Тема 11. Приложения двумерного непрерывного вейвлет-преобразования. Поточечный анализ. Применение направленных вейвлетов. Фильтрация в заданных направлениях. Масштабно-угловая мера. Выделение вращательно-дилатационных симметрий. Примеры анализа фрактальных множеств, квазирешеток и покрытий Пенроуза.</p>				
Вейвлет-базисы. Дискретное вейвлет-преобразование	0	0	14	17
<p>Тема 12. Понятие вейвлет-базиса. Параметризация базисных функций, отличие от непрерывного случая. Простейшие примеры базисных функций. Примеры вейвлет-базисов: базисы Хаара и Литтлвуда-Пэли (Шеннона).</p> <p>Тема 13. Кратно-масштабный анализ. Основные определения. Понятие масштабирующей функции и масштабирующего соотношения. Масштабирующее соотношение в пространстве Фурье. Маски, соответствующие масштабирующей функции и вейвлету. Низкочастотный и высокочастотный фильтры. Основные соотношенияратно-масштабного анализа в терминах масок. Ослабление требований, накладываемых на масштабирующие функции. Вейвлеты Мейера.</p> <p>Тема 14. Ослабление требований, накладываемых на масштабирующие функции. Семейство вейвлетов Баттла-Лемарье. Понятие базиса Риса. В-сплайны. Процедура ортогонализации. Убывание вейвлетов Баттла-Лемарье на бесконечности.</p> <p>Тема 15. Вейвлеты с компактным носителем Добеши. Условие ортогональности</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>масштабирующих функций с компактным носителем как полиномиальное уравнение относительно тригонометрических функций. Общее решение этого полиномиального уравнения для заданного числа обращаемых в нуль моментов вейвлета. Извлечение “квадратного корня” из положительного полинома с помощью леммы Риса. Достаточное условие для ортогональности базисных функций с компактным носителем. Связь между длиной носителя вейвлета Добеши и его гладкостью.</p> <p>Тема 16. Алгоритмы быстрого вейвлет-преобразования, связь с полосовым кодированием. Формулы анализа и синтеза. Способы определения проекции анализируемого сигнала на пространство самого высокого разрешения. Число операций для случая вейвлетов с компактным носителем. Формулы вейвлет-анализа/синтеза как свертки с высокочастотным и низкочастотным фильтрами. Квадратурные зеркальные фильтры (QMF filters).</p> <p>Тема 17. Применение дискретного вейвлет-преобразования для сжатия информации. Связь степени сжатия с числом обращаемых в нуль моментов. Выбор количества отбрасываемых коэффициентов при заданной допустимой погрешности.</p> <p>Тема 18. Биортогональные базисы. Отсутствие симметрии в случае ортогональных вейвлетов с компактным носителем. Кратномасштабные анализы в биортогональном случае. Формулы анализа-синтеза. Условие биортогональности масштабирующих функций в терминах масок. Связь между биортогональными вейвлетами и масштабирующими функциями. Симметрия биортогональных вейвлетов и масштабирующих функций с компактным носителем. Полиномиальное уравнение для масок биортогональных масштабирующих функций. Общее решение полиномиального уравнения. Связь между гладкостью основных вейвлетов и числом обращаемых в нуль моментов дуальных вейвлетов. Примеры биортогональных симметричных вейвлетов с компактным носителем, основанных на B-сплайнах.</p> <p>Тема 19. Вейвлет-базисы в многомерном случае. Сепарабельный случай. Двумерный кратномасштабный анализ как тензорное произведение одномерных кратномасштабных анализов. Двумерный алгоритм анализа-синтеза. Число вейвлетов в N-мерном случае. Несепарабельные вейвлет-базисы. Условие</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>унитарности матрицы масок.</p> <p>Тема 20. Вейвлеты на отрезке. Проблема краевых эффектов и методы ее решения. Основные принципы построения вейвлет-базисов на отрезке: разделение вейвлетов и масштабирующих функций на граничные и внутренние; трансформация граничных вейвлетов и масштабирующих функций с целью сохранения числа обращений в нуль моментов, ортогональности и точного представления масштабирующими функциями полиномов вплоть до некоторой степени. Удовлетворение однородных граничных условий Дирихле и Неймана. Рассмотрение больших масштабов при одновременном учете обеих границ интервала.</p> <p>Тема 21. Вейвлет-пакеты. Понятие вейвлет-пакета. Параметризация функции, образующей вейвлет-пакет. Теорема о выборе базиса. Алгоритм вычисления коэффициентов вейвлет-пакета. Условие на бинарное дерево, соответствующее ортонормированному базису. Понятие ценовой функции и информационной энтропии. Алгоритм выбора оптимального базиса. Обобщение на двумерный случай.</p>				
Применение вейвлет-базисов в численных методах	0	0	5	19
<p>Тема 22. Метод Галеркина применительно к вейвлет-базисам. Схемы дискретизации времени. Представление решения в вейвлет-пространстве, зависимость убывания коэффициентов разложения от гладкости решения. Представление дифференциальных операторов в вейвлет-базисах: стандартное и нестандартное представления, случаи линейных и нелинейных операторов. Алгоритм динамической адаптации разрешения.</p> <p>Тема 23. Метод Петрова-Галеркина с использованием биортогональных базисов. Базисы, диагонализующие линейные дифференциальные операторы. Мономиальные дифференциальные операторы и сумма дифференциальных операторов с постоянными коэффициентами. Двумерный и трехмерный случай. Гиперболические операторы. Удовлетворение граничным условиям.</p> <p>Тема 24. Вычисление матриц дифференциальных операторов в базисах с компактным носителем. Неэффективность численного определения элементов матриц дифференциальных операторов в вейвлет-базисах с компактным носителем. Точный алгоритм вычисления интегралов от произведения масштабирующих функций и их производных в случае компактного носителя. Линейные и квадратичные операторы.</p>				



Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 25. Многомерный случай. Удовлетворение граничным условиям типа Дирихле и Неймана, декомпозиция области. Тема 26. Вейвлет-базисы с нулевой дивергенцией или ротором. Понятие векторных вейвлетов. Основные соотношения. Обобщение на другие векторные дифференциальные операторы.				
Вейвлет-фреймы. Лифтинговая схема. Вейвлеты второго поколения. Мультивейвлеты. Вейвлеты с матричным растяжением	0	0	3	19
Тема 27. Вейвлет-фреймы. Принцип унитарного расширения. Понятие фрейма (frame). Неравенства, определяющие фрейм. Сжатый (tight) фрейм. Границы фрейма. Дуальные фреймы. Базисы Рисса, как частные случаи фреймов. Конечномерные примеры. Устойчивость разложений по фреймам к возмущениям коэффициентов разложения. Фреймы в случае вейвлетов. Принцип унитарного расширения (Unitary Extension Principle). Способы построения масок, расширяющих матрицу до унитарной. Примеры вейвлет-фреймов с компактным носителем. Тема 28. Лифтинговая схема. Вейвлеты второго поколения. Лифтинг – как схема построения вейвлетов (ортогональных, биортогональных), обладающих новыми полезными свойствами. Примеры. Вейвлеты второго поколения – неинвариантные относительно сдвига и/или масштабирования системы функций. Методы их построения с помощью лифтинга. Тема 29. Мультивейвлеты. Понятие мультивейвлета. Условия факторизации на матрицу низкочастотных масок. Преимущества, даваемые мультивейвлетами. Примеры. Тема 30. Вейвлеты с матричным растяжением. Условия, налагаемые на матрицу растяжения. Примеры матриц растяжения. Зависимость регулярности вейвлета от вида матрицы растяжения. Вейвлеты на шахматной сетке (quincunx lattice). Достаточность одного вейвлета в двумерном случае. Примеры.				
ИТОГО по 1-му семестру	0	0	34	72
ИТОГО по дисциплине	0	0	34	72

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
--------	--

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
1	Преобразование Фурье и оконное преобразование Фурье. Возможности и недостатки при анализе нестационарных сигналов.
2	Параметризация вейвлета. Изменение частотно-временной локализации вейвлета при изменении параметров. Формулы анализа и синтеза.
3	Свойства непрерывного вейвлет-преобразования. Примеры вейвлет-функций.
4	Методы визуализации результатов вейвлет-преобразования. Алгоритмы вычисления непрерывного вейвлет-преобразования.
5	Связь между частотой и масштабом. Локальный вейвлет-спектр как функция частоты. Частотная и амплитудная модуляции сигнала. Каноническое представление сигнала. Преобразование Гильберта. Алгоритм выделения скелета сигнала.
6	Непрерывное вейвлет-преобразование в многомерном случае. Приложения двумерного непрерывного вейвлет-преобразования.
7	Вейвлет-базис. Параметризация базисных функций, отличие от непрерывного случая. Простейшие примеры базисных функций.
8	Кратно-масштабный анализ. Ослабление требований, накладываемых на масштабирующие функции.
9	Вейвлеты с компактным носителем Добеши. Алгоритмы быстрого вейвлет-преобразования, связь с полосовым кодированием.
10	Применение дискретного вейвлет-преобразования для сжатия информации.
11	Биортогональные базисы. Вейвлет-базисы в многомерном случае.
12	Вейвлеты на отрезке. Проблема краевых эффектов и методы ее решения. Вейвлет-пакеты.
13	Метод Галеркина применительно к вейвлет-базисам. Метод Петрова-Галеркина с использованием биортогональных базисов.
14	Вычисление матриц дифференциальных операторов в базисах с компактным носителем.
15	Многомерный случай. Удовлетворение граничным условиям типа Дирихле и Неймана, декомпозиция области.
16	Векторные вейвлеты. Вейвлет-фреймы.
17	Лифтинговая схема. Вейвлеты второго поколения. Мультивейвлеты. Вейвлеты с матричным растяжением.

#### Тематика примерных курсовых проектов/работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы курсовых проектов/работ</b>
1	Вычисление коэффициентов матриц дифференциальных операторов в вейвлет-базисах с компактным носителем.
2	Построение биортогональных вейвлет-базисов, адаптированных к некоторым линейным дифференциальным операторам, т.е. приводящих матрицы дифференциальных операторов к диагональному виду.
3	Построение биортогональных вейвлет-базисов, удовлетворяющих однородным граничным условиям Дирихле или Неймана.
4	Разработка и компьютерная реализация алгоритмов численного решения линейных дифференциальных уравнений, используя вейвлет-базисы, адаптированные к дифференциальным операторам.

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
5	Разработка и компьютерная реализация алгоритмов численного решения нелинейных дифференциальных уравнений методом коллокации, используя вейвлет-базисы, адаптированные к дифференциальным операторам.
6	Разработка и компьютерная реализация неявных алгоритмов численного решения дифференциальных уравнений, используя вейвлет-базисы, адаптированные к левой части численной схемы.
7	Разработка и компьютерная реализация алгоритма решения уравнений гиперболического типа, используя вейвлет-базисы, адаптированные к гиперболическому дифференциальному оператору.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе).

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Блаттер К. Вейвлет-анализ. Основы теории : учебное пособие для вузов : пер. с нем. / К. Блаттер. - Москва: Техносфера, 2004.	4
2	Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB : учеб. пособие для вузов / Н.К.Смоленцев. - М.: ДМК Пресс, 2005.	1
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		

1	Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике / В.П. Дьяконов. - М.: Солон-Р, 2002.	1
2	Малла С. Вэйвлеты в обработке сигналов : учебное пособие для вузов : пер. с англ. / С. Малла. - М.: Мир, 2005.	5
3	Чуи Ч.К. Введение в вэйвлеты : пер. с англ. : учебное пособие / Ч.К. Чуи. - Москва: Мир, 2001.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Н. Ашихмин [и др.]. - Москва: Логос, 2004.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2392">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2392</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	10
Практическое занятие	Видеопроектор	1
Практическое занятие	ноутбук	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	10

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------