



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
Факультет математики и компьютерных наук  
Кафедра прикладной математики



«Утверждаю»

Проректор по научной работе и  
инновациям

Н.А. Ашурбеков

2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«Численные методы решения прикладных граничных задач»**  
по направлению подготовки: 02.06.01–Компьютерные и информационные  
науки

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации  
(аспирантура)

Квалификация (степень) выпускника:

«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Статус дисциплины: вариативная часть дисциплин по выбору

Махачкала 2021

Рабочая программа дисциплины составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки: 02.06.01–компьютерные и информационные науки квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

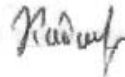
от «30» июля 2014 г. № 86/4

Разработчик(и): завкафедрой прикладной математики, Кадиев Р.И., д.ф.-м.н., профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от 21.05.2021, протокол № 9

Зав. кафедрой



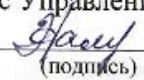
Кадиев Р.И.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от 25.05.2021, протокол №6.

Председатель



Бейбалаев В. Д.

Рабочая программа дисциплины согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры «18» мая 2021 г.  (подпись) Рамазанова Э.Т. (Ф.И.О.)

### **Аннотация.**

Дисциплина «Численные методы решения прикладных граничных задач» входит в вариативную часть блока 1 «Дисциплины (модули) по выбору», подготовки аспирантов по направлению «Компьютерные и информационные науки»

Дисциплина реализуется на факультете математики и компьютерных наук кафедрой прикладной математики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современными численными, усвоением наиболее распространенных современных численных методов, а также знакомством с современными направлениями развития численных методов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

универсальных – УК-1;

общепрофессиональных – ОПК-1, ОПК-2;

профессиональных – ПК-2, ПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме устного опроса, контрольной работы, зачета по лабораторным работам и промежуточный контроль в форме зачета.

## **1. Область применения и нормативные ссылки**

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 02.06.01–Компьютерные и информационные науки, изучающих дисциплину «Численные методы решения прикладных граничных задач».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом. ФГОС ВО по направлению 02.06.01–Компьютерные и информационные науки, утвержденным приказом министерства образования и науки Российской Федерации *от 30 июля 2014 г. N 864*
- Образовательной программой 02.06.01–Компьютерные и информационные науки.
- Учебным планом университета по направлению подготовки 02.06.01 – Компьютерные и информационные науки, утвержденным в 2018 г.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий.

Се- местр	Учебные занятия						Форма про- межуточной атте- стации (зачет)
	в том числе						
	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе зачет	
	Все го	из них					
	Лек- ции	Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консуль- тации		
3	72	8	10			54	зачет

### Цели и задачи освоения дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Численные методы решения прикладных граничных задач» являются знакомство с численными методами, применяемыми для численного решения и исследования дифференциальных уравнений, усвоение наиболее распространенных численных методов решения дифференциальных уравнений, научиться самостоятельно решать и исследовать численными методами прикладные задачи, математические модели которых описываются дифференциальными уравнениями, пользуясь компьютером и прикладным программным обеспечением; привить обучающимся умение самостоятельно изучать учебную и научную литературу по математике.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

<i>Коды компетенции</i>	<i>Результаты освоения ОПОП Содержание компетенций*</i>	<i>Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине</i>
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<p><b>Знать:</b> Основные численные методы решения и исследования прикладных граничных задач, описываемых дифференциальными уравнениями.</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать оптимальные численные методы решения прикладных граничных задач при исследовании конкретной прикладной задачи математики, описываемой дифференциальными уравнениями.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью анализировать свойства различных численных ме-</p>

		тодов решения прикладных граничных задач, применяемые для получения результатов.
<b>ОПК-1</b>	способность самостоятельно осуществлять научно- исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p><b>Знать:</b> какой численный метод решения прикладных граничных задач выбирать самостоятельно для решения и исследования прикладной задачи математики, описываемой дифференциальными уравнениями.</p> <p><b>Уметь:</b> применять численные методы решения прикладных граничных задач к решению прикладных задач математики, описываемых дифференциальными уравнениями.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками самостоятельно решать практические задачи, пользуясь численными методами решения прикладных граничных задач</p>
<b>ОПК-2</b>	готовность к преподавательской деятельности по образовательным программам высшего образования.	<p><b>Знать:</b> основные методические приемы изложения новых тем по численным методам решения дифференциальных решения прикладных граничных задач.</p> <p><b>Уметь:</b> грамотно и доходчиво излагать слушателям численные методы решения прикладных граничных задач и их применение на практике.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками самостоятельно грамотно и доходчиво излагать слушателям численные методы решения прикладных граничных задач</p>
<b>ПК-2</b>	способность к организации и проведению теоретических исследований и вычислительных экспериментов с применением современных информационных технологий, обработке и интерпретации полученных результатов.	<p><b>Знать:</b> как организовать и проводить теоретические исследования и вычислительные эксперименты с применением современных информационных техноло-</p>

		<p>гий.</p> <p><b>Уметь:</b> организовать и проводить теоретические исследования и вычислительные эксперименты с применением современных информационных технологий.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками организации теоретических исследований и вычислительных экспериментов с применением современных информационных технологий.</p>
<b>ПК-3</b>	<p>способность применять методы и алгоритмы, в том числе параметрические и комбинаторные, решения изобретательских задач, выбирать оптимальное (рациональное) решение из множества возможных вариантов.</p>	<p><b>Знать:</b> методы и алгоритмы, применяемые к решению прикладных граничных задач и методы выбора оптимальных методов.</p> <p><b>Уметь:</b> применять методы и алгоритмы, применяемые к решению прикладных граничных задач.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения методов и алгоритмов, применяемые к решению прикладных граничных задач.</p>

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
универсальные	УК-1	Использует современные научные достижения в области вычислительной математики в научной работе	Лекции, самостоятельная работа
общепрофессиональные	ОПК-1	Демонстрирует умение самостоятельно применять численные методы решения прикладных граничных задач в своей научной работе	Лекция, самостоятельное изучение материала, работа в дисплейном классе
	ОПК-2	Демонстрирует готовность преподавать в вузе дисциплины по	Посещение занятий опытных препода-

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
		вычислительной математике	вателей, изучение методической литературы
профессиональные	ПК-2	Владеет способностью к организации и проведению теоретических исследований и вычислительных экспериментов	Самостоятельная работа, участие с докладами на конференциях. Работа в вычислительной лаборатории
	ПК-3	Применяет на практике теоретические знания по численным методам решения прикладных граничных задач в своей научной работе	Подготовка докладов, рефератов, статей для опубликования в печати

### 3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах, прохождении практик:

- Математический анализ, дифференциальные уравнения, алгебра, функциональный анализ, уравнения математической физики, численные методы, педагогическая практика.

Для освоения учебной дисциплины, обучающиеся должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- Владеет знанием основных современных численных методов решения и исследования прикладных задач математики (компетенция УК-1); знанием выбирать самостоятельно численный метод для решения и исследования конкретной прикладной задачи математики (компетенция ОПК-1); знанием основных методических приемов изложения новых тем по численным методам (компетенция ОПК-2); знанием как организовать и проводить теоретические исследования и вычислительные эксперименты с применением современных информационных технологий (компетенция ПК-2); знанием методов и алгоритмов, применяемых к решению численными методами прикладных задач по теме научной работы (компетенция ПК-3).

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих за ней дисциплин:

- Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации).

### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет ... зачетные единицы, ..... академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль 1. Численные методы решения прикладных граничных задач для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений</b>									
1	Численные методы решения задачи Коши для ОДУ	3	1-2	2		2		14	Опрос на занятиях
2	Методы суперпозиции и прогонки решения прикладных граничных задач для линейных ОДУ	3	3-7	2		2		14	Опрос на занятиях, зачет по лабораторной работе
<i>Итого по модулю 1:</i>		3	1-7	4		4		28	
<b>Модуль 2. Численные методы решения прикладных граничных задач для нелинейных дифференциальных уравнений</b>									
3	Метод преобразования решения прикладных граничных задач для нелинейных дифференциальных уравнений	3	8-13	2		4		12	Опрос на занятиях. Контрольная работа
4	Метод дифференцирования по параметру решения прикладных граничных задач для нелинейных дифференциальных уравнений	3	14-16	2		2		14	Опрос на занятиях, зачет по лабораторной работе
<i>Итого по модулю 2:</i>		3	8-16	4		6		26	
<b>ИТОГО:</b>		3	1-16	8		10		54	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам.

**1 модуль. Численные методы решения прикладных граничных задач для нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений**

**Тема № 1. Численные методы решения задачи Коши для ОДУ.**

Устойчивый метод Рунге-Кутты решения задачи Коши для ОДУ, алгоритм и программа на компьютере



**Тема № 2. Методы суперпозиции и прогонки решения прикладных граничных задач для линейных ОДУ.**

Метод суперпозиции, примеры прикладных граничных задач, решаемых применением метода суперпозиции. Метод прогонки, примеры прикладных граничных задач, решаемых применением метода суперпозиции.

**2 модуль. Численные методы решения прикладных граничных задач для нелинейных дифференциальных уравнений**

**Тема № 3. Метод преобразования решения прикладных граничных задач для нелинейных дифференциальных уравнений.**

Метод преобразования решения прикладных граничных задач для нелинейных дифференциальных уравнений, примеры применения, алгоритмы и программы.

**Тема № 4. Численные методы решения дифференциальных уравнений с частными производными.**

Метод дифференцирования по параметру решения прикладных граничных задач для нелинейных дифференциальных уравнений.

**5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося**

*Тематика заданий текущего контроля*

**а) Примерная контрольная работа.**

**Вариант 1**

1. Пользуясь алгоритмом метода суперпозиции, найти решение краевой задачи

$$\begin{cases} y'' = x - y, & 0 < x < 1, \\ y(0) = 0, & y(1) = 1. \end{cases}$$

2. Пользуясь алгоритмом метода прогонки, найти  $y(\pi)$  (прямой ход прогонки), где  $y(x)$  – решение краевой задачи

$$\begin{cases} y'' = -y, & 0 < x < \pi, \\ y'(0) = y(0) - 1, \\ y'(\pi) = y(\pi) + 1. \end{cases}$$

**Вариант 2**

1. Пользуясь алгоритмом метода суперпозиции, найти решение краевой задачи

$$\begin{cases} y'' = x + y, & 0 < x < 1, \\ y(0) = 0, & y(1) = -1. \end{cases}$$

2. Пользуясь алгоритмом метода прогонки, найти  $y(\pi)$  (прямой ход прогонки), где  $y(x)$  – решение краевой задачи

$$\begin{cases} y'' = -2, & 0 < x < 1, \\ y'(0) = y(0) - 1, \\ y'(1) = y(1) - 2. \end{cases}$$

**б) Зачет по лабораторной работе :** Численные методы суперпозиции и прогонки решения прикладных граничных задач.

**в) Примерная домашняя самостоятельная работа**

**Вариант 1**

По алгоритму метода прогонки найти  $y(1)$  и  $y'(1)$  (второй шаг алгоритма), где  $y(x)$  – решение краевой задачи

$$\begin{cases} y'' = y - x - 1, & 0 < x < 1, \\ y'(0) = y(0), \\ y'(1) = 2y(1) - 3. \end{cases}$$

**Самостоятельная работа. Тема: метод прогонки(10б).**

**Вариант 2**

По алгоритму метода прогонки найти  $y(1)$  и  $y'(1)$  (второй шаг алгоритма), где  $y(x)$  – решение краевой задачи

$$\begin{cases} y'' = y + 1, & 0 < x < 1, \\ y'(0) = y(0) + 1, \\ y'(1) = 2y(1) + 2 - e. \end{cases}$$

**Самостоятельная работа. Тема: метод прогонки(10б).**

**Вариант 3**

По алгоритму метода прогонки найти  $y(1)$  и  $y'(1)$  (второй шаг алгоритма), где  $y(x)$  – решение краевой задачи

$$\begin{cases} y'' = y, & 0 < x < 1, \\ y'(0) = y(0), \\ y'(1) = 2y(1) - e. \end{cases}$$

**Самостоятельная работа. Тема: метод прогонки(10б).**

**Вариант 4**

По алгоритму метода прогонки найти  $y(2)$  и  $y'(2)$  (второй шаг алгоритма), где  $y(x)$  – решение краевой задачи

$$\begin{cases} y'' = 4y + 4x - 4, & 1 < x < 2, \\ y'(1) = 2y(1) + 1, \\ y'(2) = y(2). \end{cases}$$

### **Вопросы для оценки качества освоения дисциплины**

1. Алгоритм метода Рунге-Кутты решения задачи Коши.
2. Метод суперпозиции решения граничной задачи для линейного ОДУ. Алгоритм численной реализации.
3. Метод прогонки решения граничной задачи для линейного ОДУ. Алгоритм численной реализации.
4. Метод преобразования решения граничной задачи для нелинейного дифференциального уравнения. Алгоритм численной реализации.
5. Метод дифференцирования по параметру решения граничной задачи для нелинейного дифференциального уравнения. Алгоритм численной реализации.

### **Примеры заданий промежуточного контроля**

Примеры заданий промежуточного контроля приведены выше

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Основная литература**

- [1]. Струченков В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах [Электронный ресурс] / В.И. Струченков. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. — 315 с. — 978-5-91359-061-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8722.html>
- [2]. Зализняк В.Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров [Электронный ресурс] / В.Е. Зализняк. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 264 с. — 5-93972-482-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16588.html>
- [3]. Ц. На. Вычислительные методы решения прикладных граничных задач. — М.: Мир, 1982. — 296 с.

### **6.2. Дополнительная литература**

- [4]. *Klamkin M.S.* Transformation of boundary value problems into initial value problems. J. Math. Anal. Appl., 1970, v.32, p. 308-330/
- [5]. *Roberts S. M., Shipman J. S.* Two-point boundary value problems: Shooting methods. — New York: Elsevier. 1972.
- [6]. *Абдурагимов Э.И.* О положительном радиально-симметрическом решении задачи Дирихле для одного нелинейного уравнения и численном методе его получения // Известия высших учебных заведений. Математика. 1997. № 5 — С. 3 — 6.

### **Учебно-методические материалы по дисциплине**

1. *Абдурагимов Э.И.* СПЕЦКУРС И СПЕЦСЕМИНАР «Численные методы решения прикладных граничных задач на ЭВМ». Махачкала, 2012, 40 с.

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

1. Федеральный портал российское образование <http://edu.ru>;
2. Электронные каталоги Научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru/?q=node/256>;
3. Образовательные ресурсы сети Интернет <http://catalog.iot.ru/index.php>;
4. Электронная библиотека <http://elib.kuzstu.ru>.

#### 6.4. Программное обеспечение

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства: различные пакеты прикладных программ (Mathcad, Matlab и др.), а также интернет-ресурсы.

#### 6.5. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

##### 6.5.1. Важнейшими целями являются:

приобщение аспирантов – будущих преподавателей высшей школы и/или исследователей в области прикладной математики и информатики – к активному использованию информационных технологий, компьютерных систем и поисковых систем для эффективного и оперативного поиска и сбора информации и хранения ее в удобном для использования виде;

активное повседневное пользование наиболее известными базами данных, информационно-справочными и поисковыми системами (см. ниже п. 6.4.3);

ознакомление с основными принципами построения информационно-справочных систем и организации баз данных и экспертных систем;

получение теоретических знаний и практических навыков по проектированию и разработке баз данных и экспертных систем;

приобретение знаний об основных этапах проектирования баз данных, моделях данных и моделях представления знаний.

##### 6.5.2. Для достижения этих целей необходимо:

**1. Дать знания:** - о моделях представления данных и знаний; - о физической организации баз данных; - об основных этапах проектирования баз данных; - о системах управления базами данных и экспертных системах; - о принципах построения справочных и поисковых систем.

**2. Привить умения:** - пользования компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации в сфере профессиональной деятельности; - эффективного применения компьютерной техники для решения учебных и профессиональных задач; - использовать возможности современных систем управления базами данных; - применения различных методов сбора, хранения и обработки информации; - самостоятельного создания своих баз данных и поисковых систем, а также информационно-справочных систем, адаптированных к конкретной области знаний и/или научного поиска.

**3. Владеть:** - методами организации данных и знаний в системах управления базами данных и экспертных системах; - основательными знаниями и навыками представления информации, методами ее сбора, хранения, кодировки и передачи; - знаниями о современных системах управления базами данных и экспертных системах.

##### 6.5.3. Обязательные для использования базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Ресурс периодических изданий России [Электронный ресурс]: <http://www.ebiblioteka.ru>.

2. Российский образовательный форум [Электронный ресурс]: <http://www.schoolexpo.ru>.
3. ВикиЗнание: гипертекстовая электронная энциклопедия [Электронный ресурс]: <http://www.wikiznanie.ru>.
4. Википедия: свободная многоязычная энциклопедия [Электронный ресурс]: <http://ru.wikipedia.org>.
5. Педагогический энциклопедический словарь [Электронный ресурс]: <http://dictionary.fio.ru>.
6. Инновационная образовательная сеть «Эврика» – [Электронный ресурс]: <http://www.eurekanet.ru>.
7. Центр дистанционного образования «Эйдос» – [Электронный ресурс]: <http://www.eidos.ru>.
8. Библиотека Магистра (ИНТЕРНЕТ-ИЗДАТЕЛЬСТВО) Электронные издания произведений и биографических и критических материалов [Электронный ресурс]: <http://www.magister.msk.ru/library/>.
9. Виртуальный педагогический институт: электронный портал для магистрантов. Режим доступа: [Электронный ресурс]: <http://edu.emissia.org/>.
10. Электронно-библиотечные системы (ЭБС), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы [Электронный ресурс]: Фундаментальная библиотека РГПУ им. А.И. Герцена. Адрес сайта: <http://lib.herzen.spb.ru>.
11. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. Адрес сайта: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
12. Электронно-библиотечная система IPRbooks. – [Электронный ресурс]: <http://www.iprbookshop.ru>.
13. <http://www.science-education.ru/101-5082> — Электронный научный журнал «Современные проблемы науки и образования».
14. <http://www.pmedu.ru/index.php?category=5> — Журнал «Проблемы современного образования».
15. Словари и энциклопедии на Академике // Академик. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/>

#### **6.5.4. Рекомендации по выбору дополнительных литературных источников**

В качестве курса, формирующего концептуальные представления о принципах построения БД и СУБД и представляющего фундаментальные понятия и математические модели, лежащие в основе БД и СУБД, принципы проектирования БД, а также технологии реализации БД, и иллюстрирующего вышеуказанные понятия на примерах, можно рекомендовать [1].

В качестве учебно-методического пособия с кратким изложением основных возможностей СУБД по разработке информационных систем пользователями-непрофессионалами в области разработки информационных систем и программирования, можно рекомендовать [2], где рассматривается пример разработки информационной системы.

Пособие [3] составлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта, программой и учебным планом и содержит теоретические аспекты проектирования и разработки приложений для высокопроизводительных информационных систем.

Учебные пособия [4]-[5] охватывают в основном вопросы организации поиска информации в сети Internet. В них в краткой форме излагаются принципы работы поисковых систем и построения алгоритма поиска, краткий обзор различных поисковых систем.

#### **6.5.5. Дополнительные литературные источники**

- [1] Швецов В.И. Базы данных [Электронный ресурс]/ Швецов В.И. – Электрон. текстовые данные. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 218 с.  
– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52139.html>. – ЭБС «IPRbooks».
- [2]. Самуйлов С.В. Базы данных [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторной и контрольной работы/ Самуйлов С.В. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Вузовское образование, 2016. – 50 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47276.html>. – ЭБС «IPRbooks».
- [3]. Николаев Е.И. Базы данных в высокопроизводительных информационных системах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Николаев Е.И. – Электрон. текстовые данные. – Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. – 163 с.  
– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69375.html>. – ЭБС «IPRbooks».
- [4]. Королева О.Н. Поисковые системы сети Internet [Электронный ресурс]: курс лекций/ Королева О.Н., Мажукин А.В., Королева Т.В. – Электрон. текстовые данные. — М.: Московский гуманитарный университет, 2012. — 34 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14523.html>. – ЭБС «IPRbooks».
- [5]. Коваленко Ю.В. Информационно-поисковые системы [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Коваленко Ю.В., Сергиенко Т.А. – Электрон. текстовые данные. – Омск: Омская юридическая академия, 2017. – 38 с.  
– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66817.html>. – ЭБС «IPRbooks».

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и дисплейные классы факультета с современными компьютерами, к которым имеется необходимое программное обеспечение.

## **8. Образовательные технологии**

При реализации различных видов учебной работы используются лекционная и лабораторная формы занятий, беседы, самостоятельная лабораторная форма в дисплейном классе с необходимым программным обеспечением. Лекции проводятся с использованием меловой доски и мела. Параллельно материал транслируется на экран с помощью мультимедийного проектора. Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная мультимедиа-проектором, экраном, доской, ноутбуком (с программным обеспечением для демонстрации слайд-презентаций).

Для проведения лабораторных занятий на факультете имеются 4 компьютерных класса, оснащенные современными компьютерами с необходимым программным обеспечением. Аспиранты имеют свободный доступ к интернет-ресурсам. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.