



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 дифференциальных уравнений»

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 обязательных дисциплин

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»

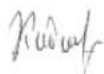
от «30» июля 2014 г. № 86 4

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



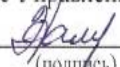
Кадиев Р.И.

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 «28» мая 2021 г.  (подпись) Рамазанова Э.Т. (Ф.И.О.)

Аннотация

Дисциплина «Численные методы решения дифференциальных уравнений» входит в вариативную часть блока 1 «Обязательные дисциплины (модули)», 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, контрольных работ, 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 «Современные численные методы».

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
- Основной профессиональной образовательной программой по направлению 02.06.01–Компьютерные и информационные науки.
- Учебным планом университета по направлению подготовки 02.06.01 – Компьютерные и информационные науки, утвержденным в 2018г.

Объем дисциплины 3 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия						Форма промежуточной аттестации (зачет)	
	Всего	в том числе						СРС, в том числе зачет
		Контактная работа обучающихся с преподавателем						
		из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			

	72	6	12	-		54	Зачет.
--	----	---	----	---	--	----	--------

Цели и задачи освоения дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Численные методы решения дифференциальных уравнений» являются: знакомство с численными методами, применяемыми для численного решения и исследования дифференциальных уравнений, усвоение наиболее распространенных численных методов решения дифференциальных уравнений, задачи дисциплины: 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	Знать: оновные современные численные методы решения дифференциальных уравнений Уметь: выбирать оптимальные численные методы решения дифференциальных уравнений при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. Владеть: способностью анализировать свойства различных численных методов решения дифференциальных уравнений, применяемые для получения результатов.
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно- исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной	Знать: какой численный метод решения дифференциальных

	<p>области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>уравнений выбирать самостоятельно для решения и исследования конкретной прикладной задачи математики. Уметь: применять современные численные методы решения дифференциальных уравнений к решению прикладных задач математики. Владеть: навыками самостоятельно решать практические задачи, пользуясь современными численными методами решения дифференциальных уравнений .</p>
ОПК-2	<p>готовность к преподавательской деятельности по образовательным программам высшего образования.</p>	<p>Знать: основные методические приемы изложения новых тем по численным методам решения дифференциальных уравнений. Уметь: грамотно и доходчиво излагать слушателям современные численные методы решения дифференциальных уравнений и их применение на практике. Владеть: навыками самостоятельно грамотно и доходчиво излагать слушателям современные численные методы.</p>
ПК-2	<p>способность к организации и проведению теоретических исследований и вычислительных экспериментов с применением современных информационных технологий, обработке и интерпретации полученных результатов.</p>	<p>Знать: как организовать и проводить теоретические исследования и вычислительные эксперименты с применением современных информационных технологий. Уметь: организовать и проводить теоретические исследования и вычислительные эксперименты с</p>

		<p>применением современных информационных технологий.</p> <p>Владеть: навыками организации теоретических исследований и вычислительных экспериментов с применением современных информационных технологий.</p>
ПК-3	<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>Знать: методы и алгоритмы, применяемые к решению современными численными методами решения дифференциальных уравнений в прикладных задачах по теме научной работы.</p> <p>Уметь: применять методы и алгоритмы современных численных методов решения дифференциальных уравнений к решению прикладных задач по теме научной работы.</p> <p>Владеть: навыками применения методов и алгоритмов численных методов решения дифференциальных уравнений к решению прикладных задач по теме научной работы.</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 и лабораторная работа
общепрофессиональные	ОПК-1	Демонстрирует умение самостоятельно применять численные методы решения дифференциальных уравнений	Лекция, самостоятельное изучение материала, работа в

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
		в своей научной работе	дисплейном классе
	ОПК-2	Демонстрирует готовность преподавать в вузе дисциплину «численные методы»	Посещение занятий опытных преподавателей, изучение методической литературы
профессиональные	ПК-2	Владеет способностью способность к организации и проведению теоретических исследований и вычислительных экспериментов	Самостоятельная работа, участие во докладами на конференциях. Работа в вычислительной лаборатории
	ПК-3	Применяет на практике теоретические знания по современным численным методам в решения дифференциальных уравнений 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, информатика, пакеты прикладных программ, дифференциальные уравнения, алгебра, функциональный анализ, уравнения математической физики, педагогическая практика.

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

- Владеет знанием основных современных численных методов решения дифференциальных уравнений 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 решения дифференциальных уравнений (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 современными 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:

- Численные методы решения прикладных граничных задач, дифференциальные уравнения с дробными производными и численное их решение.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет зачетные единицы, 108 академических часов.

4.2. Структура дисциплины

№ № п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточн ой аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений									
1	Численные методы решения задачи Коши для ОДУ		1-5	2		2		14	Опрос на занятиях
2	Численные методы решения краевых задач для ОДУ		6-9	2		2		14	Опрос на занятиях, зачет по лабораторной работе
	<i>Итого по модулю 1:</i>			4		4		28	
Модуль 2. Метод сеток решения дифференциальных уравнений с частными производными									
3	Явные и неявные разностные схемы решения типичных задач для параболических уравнений		10-13	2		4		12	Опрос на занятиях. Контрольная работа
4	Разностные схемы решения типичных задач для дифференциальных уравнений эллиптического		14-16			4		14	Опрос на занятиях. зачет по лабораторной работе

	и гиперболического типов								
	<i>Итого по модулю 2:</i>			2		8		26	
	ИТОГО:	1	1-16	6		12		54	72

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений

Тема 1. Численные методы решения задачи Коши для ОДУ

Методы Рунге-Кутты. Вывод формул первого и второго порядка точности. Оценка погрешности одношаговых методов.

Тема 2. Численные методы решения краевых задач для ОДУ.

Методы стрельбы и прогонки решения двухточечных краевых задач для ОДУ, алгоритмы методов, устойчивость.

Модуль 2. Метод сеток решения дифференциальных уравнений с частными производными параболического типа

Тема 3. Явные и неявные разностные схемы решения типичных задач для параболических уравнений.

Явная двухслойная разностная схема, аппроксимирующая задачу Коши и смешанную граничную задачу для уравнения теплопроводности, необходимое и достаточное условие устойчивости. Неявная двухслойная разностная схема, аппроксимирующая задачу Коши и смешанную граничную задачу для уравнения теплопроводности, устойчивость.

Модуль 3. Метод сеток решения дифференциальных уравнений с частными производными эллиптического и гиперболического типов

Тема 4. Разностные схемы решения типичных задач для дифференциальных уравнений эллиптического и гиперболического типов.

Аппроксимация задачи Дирихле со вторым порядком для линейного эллиптического уравнения второго порядка, методы решения, сходимость. Аппроксимация задачи Коши и смешанной граничной задачи со вторым порядком для уравнения колебания струны, методы решения, сходимость.

Лабораторные занятия

№ п/п	Тема	Аудиторные часы
1.1 лб	Модуль 1. Лабораторные занятия по теме: Решение задачи Коши для ОДУ методами Рунге-Кутты и Адамса на компьютере, составление алгоритмов и соответствующих программ на компьютере.	2
1.2лб	Модуль 1. Лабораторные занятия по теме: Решение задачи Коши для ОДУ методами Рунге-Кутты и Адамса на компьютере. Отладка программы.	2

1.3лб	Модуль 1. Лабораторные занятия по теме: Решение задачи Коши для ОДУ методами Рунге-Кутты и Адамса на компьютере. Обсуждение результатов, зачет по работе.	2
2.1лб	Модуль 2. Лабораторные занятия по теме: Решение задачи Коши и смешанной граничной задачи для уравнений параболического типа, составление алгоритмов и соответствующих программ на компьютере.	2
2.2 лб	Модуль 2. Лабораторные занятия по теме: Решение задачи Коши и смешанной граничной задачи для уравнений параболического типа. Отладка программы.	2
2.3 лб	Модуль 2. Лабораторные занятия по теме: Решение задачи Коши и смешанной граничной задачи для уравнений параболического типа. Обсуждение результатов, зачет по работе.	2
ИТОГО		12

5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося

Тематика заданий текущего контроля

Типовые контрольные задания

1. Доказать, что разностная схема

$$\begin{cases} \frac{y_{n+1} - 2y_n + y_{n-1}}{h^2} - x_n \frac{y_{n+1} + y_{n-1}}{2} = \cos x_n, & n = \overline{1, N-1}, \\ y_0 = 0, \quad y_N = 4 \end{cases}$$

аппроксимирует со вторым порядком на сетке $\{x_n = nh, \quad n = \overline{1, N-1}\}$ задачу

$$\begin{cases} y'' - xy = \cos x, & 0 < x < 2, \\ y(0) = 0, \quad y(2) = 4. \end{cases}$$

Чему равен N , если $h = 0.1$?

2. Двухшаговым экстраполяционным методом Адамса найти $y(0.3)$, затем найденное значение уточнить двухшаговым интерполяционным методом Адамса. Необходимые начальные значения $y(x)$ найти методом Эйлера. Во всех случаях взять шаг $h = 0.1$. Здесь $y(x)$ — решение задачи Коши:

$$\begin{cases} y' = y^2 - 4x^2 + 2, \\ y(0) = 0. \end{cases}$$

3. Построить трехслойную разностную схему, аппроксимирующую на сетке (x_m, y_n) , где $x_m = mh, y_n = nl, m = 0, 1, 2, \dots, M; n = 0, 1, 2, \dots, N$ со вторым порядком задачу Дирихле:

$$u_{xx} + u_{yy} = e^{xy} (x + y), \quad (x, y) \in D = \{0 < x < 2, 0 < y < 1\},$$

$$u|_{\Gamma} = xy, \quad \Gamma - \text{граница области } D.$$

Какими методами можно найти решение построенной Вами разностной схемы?

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Приближенный метод Тейлора решения задачи Коши для ОДУ первого порядка.
2. Численный метод Эйлера решения задачи Коши для ОДУ первого порядка.
3. Методы Рунге-Кутты решения задачи Коши для ОДУ первого порядка.
4. Вывод формул второго порядка точности.
5. Оценка погрешности одношаговых методов.
6. Основные понятия теории разностных схем (узел, сетка, аппроксимация, порядок аппроксимации, устойчивость, сходимость, порядок сходимости).
7. Связь между аппроксимацией, устойчивостью и сходимостью.
8. Разностная схема, аппроксимирующая простейшую двухточечную краевую задачу для линейного дифференциального уравнения второго порядка со вторым порядком аппроксимации.
9. Метод сеток решения задачи Коши для уравнения теплопроводности/
10. Разностная схема, аппроксимирующая простейшую двухточечную краевую задачу для линейного дифференциального уравнения второго порядка со вторым порядком аппроксимации.

Примеры заданий промежуточного контроля

1. Методом Эйлера с шагом $h = 0.1$ найти приближенно $y(0.3)$, где $y(x)$ – решение задачи Коши

$$\begin{cases} y' = x(y-x)^2 - x^3 + 2, \\ y(0) = 0. \end{cases}$$

2. Описать как найти $y(0,5)$, используя явную формулу Адамса

$$y_{n+1} = y_n + h \frac{f(x_n, y_n) + f(x_{n-1}, y_{n-1})}{2}$$

с шагом $h = 0.1$.

3. Привести вывод явной двухшаговой формулы Адамса.
4. Определить порядок аппроксимации смешанной граничной задачи

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - (x^2 + t^2 + 1)u = 1, \quad 0 < t \leq 1, \quad 0 < x < 1,$$

$$u(x, 0) = 0, \quad 0 \leq x \leq 1,$$

$$u(0, t) = t,$$

$$u(1, t) = 1 + t, \quad 0 \leq t \leq 1.$$

разностной схемой

$$\frac{u_m^{n+1} - u_m^n}{\tau} = \frac{u_{m+1}^n - 2u_m^n + u_{m-1}^n}{h^2} - (x_m^2 + t_n^2 + 1) \frac{u_{m+1}^n + u_{m-1}^n}{2} = 1,$$

$$m = \overline{1, M-1}, \quad n = \overline{0, N-1},$$

$$u_m^0 = 0, \quad m = \overline{0, M},$$

$$u_0^n = t_n, \quad u_M^n = 1 + t_n, \quad n = \overline{0, N},$$

$$\text{где } x_m = mh, \quad t_n = n\tau, \quad m = \overline{0, M}, \quad n = \overline{0, N}.$$

5. Указать алгоритм нахождения методом сеток приближенного значения $u(0,2; 0,1)$, где $u(x, t)$ – решение задачи:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - (xt + 1),$$

$$u(x, 0) = x^2.$$

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

- [1]. 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>
- [2]. Титов К.В. Численные методы решения задач диффузии [Электронный ресурс] : методические указания к компьютерному практикуму по курсу «Уравнения математической физики» / К.В. Титов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009. — 48 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31591.html>
- [3]. В.И. Крылов, В.В. Бобков, П.И. Монастырный. Вычислительные методы т.2 . Минск: Наука, 1977, 400 с.
- [4]. Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. Численные методы. М.: М. Бином, Лаборатория знаний, 2003, 636 с.

6.2. Дополнительная литература

- [5]. Г.И. Марчук. Методы вычислительной математики. М.: Наука, 1980.
- [6]. С.К. Годунов, В.С. Рябенский. Разностные схемы. М.: Наука, 1977.
- [7]. У.Г. Пирумов. Численные методы. М.: Дрофа, 2003.
- [8]. Р. Рихтмайер, К. Мортон. Разностные методы решения краевых задач. М.: Мир, 1972.
- [9]. Р. В. Хемминг. Численные методы для инженеров и научных работников. М.: Наука, 1972 .

Учебно-методические материалы по дисциплине

1. Абдурагимов Э.И., Бейбалаев В.Д. *Численные методы решения задачи Коши для ОДУ. Лабораторные задания и методические указания по численным методам.* // ДГУ, Махачкала, 2011
2. Абдурагимов Э.И., Бейбалаев В.Д. *Метод сеток решения уравнений параболического типа . Лабораторные задания и методические указания по численным методам.* // ДГУ, Махачкала, 2010.

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.