



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

*Кафедра дифференциальных уравнений и функционального
анализа*



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
и инновациям

Ашурбеков Н.А.

2021 г.

Рабочая программа дисциплины

«Математические методы компьютерной томографии»

**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

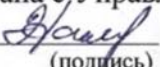
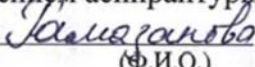
Разработчик(и): кафедра дифференциальных уравнений и функционального анализа, Меджидов З.Г., к.ф.-м.н., к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры дифференциальных уравнений и функционального анализа от 23.04.2021, протокол № 8

Зав. кафедрой  Сиражудинов М.М.
(подпись)

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

Председатель  Бейбалаев В. Д.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры «28» мая 2021г.  (подпись)  (Ф.И.О.)

Аннотация

Дисциплина «Математические методы компьютерной томографии» 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 дифференциальных уравнений и функционального анализа.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с математическими методами, применяемыми в современной томографии, принципами практического применения томографии, алгоритмами численного решения задач томографии.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:
универсальных – УК-1;
общефессиональных – ОПК-1, ОПК-2;
профессиональных – ПК-1, ПК-2

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 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 «Математические методы компьютерной томографии».

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 2018 г.

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

Се- м- естр	Учебные занятия						Форма про- межуточной аттестации (зачет)	
	Все го	в том числе						
		Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе зачет
		из них						
Лек- ции	Лабора- торные занятия	Практи- ческие занятия	КСР	консульта- ции				
	108	8	10			90		

Цели освоения дисциплины:

Основной целью освоения курса является изучение современных методов неразрушающего исследования внутренней структуры объектов различной природы, основанных на принципах компьютерной томографии.

Достижению поставленной цели способствует решение следующих задач курса:

- усвоить основные принципы практического применения томографии;
- получить общее представление о математическом аппарате современной томографии;
- изучить классические задачи томографии и алгоритмы их решения

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 постановку и математические методы решения классических задач современной компьютерной томографии. Уметь на основе имеющихся формул обращения строить алгоритмы восстановления, применять их при решении исследовательских и практических задач в смежных областях математики. Владеть навыками подбора подходящего алгоритма восстановления для адекватного применения к решению той или иной задачи естествознания
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знать фундаментальные свойства преобразования Радона, лучевого преобразования скалярных и векторных полей, методы обращения и связь этих преобразований с другими интегральными преобразованиями Уметь сравнивать различные алгоритмы восстановления, составлять компьютерные программы для реализации этих алгоритмов. Владеть методами гармонического анализа, обобщенных функций, численными методами.
ОПК-2	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высше-	Знать на достаточно высоком уровне курс высшей математики по основным образовательным программам

	го образования	данной образовательной организации. Уметь: оценивать объем материала, необходимого для освоения того или иного программного вопроса; устанавливать связи между различными предметными разделами с учетом специфики математики. Владеть методикой изложения основного материала того или другого раздела математики по программе данной образовательной организации.
ПК-1	способность выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	Знать: физические основы рентгеновской томографии, основные формулы трансмиссионной и эмиссионной томографии, современные методы обращения лучевого преобразования. Уметь: создавать модели объектов, явлений, процессов и конструкций в форме функционально-интегральной зависимости, некоторого интегрального уравнения того или иного вида, создавать алгоритмы его решения, анализировать и оптимизировать параметры с использованием стандартных пакетов прикладных программ и других средств исследований. Владеть методами моделирования естественнонаучных задач в форме интегральных уравнений, современными пакетами прикладных программ.
ПК-2	способность к организации и проведению теоретических исследований и вычислительных экспериментов с применением современных информационных технологий, обработке и интерпретации полученных результатов	Знать преобразования Абеля, Радона, лучевое преобразование, их свойства и некоторые формулы их обращения; методы обращения по неполным данным, алгоритмы фильтрации и обратного проецирования и алгебраические алгоритмы восстановления для двумерной томографии. Уметь выбирать наиболее подходящий алгоритм реконструкции для различных задач томографии, производить реализацию в компьютерную программу основных алгоритмов томографии. Владеть методами приближенного решения классических задач томографии.

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 математические методы компьютерной томографии в научной работе	Лекции, самостоятельная работа
общепрофессиональные	ОПК-1	Демонстрирует умение самостоятельно применять язык обобщенных функций и численные алгоритмы в своей научной работе	Лекция, самостоятельное изучение материала, работа в дисплейном классе
	ОПК-2	Демонстрирует готовность преподавать в вузе дисциплину «Математические методы компьютерной томографии»	Посещение занятий опытных преподавателей, изучение методической литературы
профессиональные	ПК-1	Владеет способностью к организации и проведению теоретических исследований, составлению математических моделей с применением стандартных пакетов прикладных программ	Самостоятельная работа, участие с докладами на конференциях. Работа в вычислительной лаборатории
	ПК-2	Владеет способностью к организации и проведению теоретических исследований и вычислительных экспериментов	Самостоятельная работа, участие с докладами на конференциях. Работа в вычислительной лаборатории

3. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах, прохождении практик:

- Математический анализ, дифференциальные уравнения, алгебра, функциональный анализ, обобщенные функции, численные методы, педагогическая практика.

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

- Владеет знанием основных современных методов решения и исследования прикладных задач на языке обобщенных функций (компетенция УК-1); знанием выбирать самостоятельно метод обобщенных функций для решения и исследования конкретной прикладной задачи (компетенция ОПК-1); знанием основных методических приемов изложения новых тем по обобщенным функциям (компетенция ОПК-2); знанием, как организовать и проводить теоретические исследования и составлять математические модели с применением стандартных пакетов прикладных программ (компетенция ПК-1).

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

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

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 3 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)				Самостоят. работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	практические занятия	лабораторные работы	Контроль сам. раб.		
Модуль 1. Преобразование Радона и другие интегральные преобразования									
1	Определение и свойства некоторых интегральных преобразований	1	1	1		1		10	Опрос на занятиях
2	Формулы обращения	1	2	1		1		10	контрольная работа
3	Теоремы отсчетов	1	3	1		1		10	Опрос на занятиях. Контрольная работа
	Итого по модулю 1	1		3		3		30	коллоквиум
Модуль 2. Алгоритмы восстановления									
4	Алгоритм свертки и обратной проекции	1	4-5	1		2		15	Домашняя самостоятельная работа
5	Алгебраические алгоритмы восстановления	1	6	1		2		15	коллоквиум
	Итого по модулю 2			2		4		30	
Модуль 3. Восстановление по неполным данным									
6	Задача с ограниченным диапазоном углов		7	1		1		15	
7	Восстановление по данным на трехмерных комплексах прямых	2	8-9	2		2		15	Опрос на занятиях
	Итого по модулю 3	1		3		3		30	коллоквиум
	ИТОГО			8		10		90	108

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

ЛЕКЦИИ

Модуль 1. Преобразование Радона и другие интегральные преобразования

Тема 1. Определение и свойства некоторых интегральных преобразований

Преобразование Радона, лучевое и веерное преобразование скалярных и векторных полей. Их связь с преобразованием Фурье. Преобразование Радона с учетом поглощения.

Тема 2. Формулы обращения

Обращение преобразования Абеля. Формулы обращения преобразования Радона, лучевого и веерного преобразований. Восстановление сферически симметричной функции. Формула Кормака.

Тема 3. Теоремы отсчетов

Функции с ограниченным спектром. Теорема Уиттекера-Котельникова-Шеннона. Теорема отсчетов с пропущенным интервалом.

Модуль 2. Алгоритмы восстановления

Тема 4. Алгоритм свертки и обратной проекции

Схема алгоритма восстановления, основанного на формуле обращения преобразования Радона на плоскости. Примеры фильтров. Условие Найквиста.

Тема 5. Алгебраические алгоритмы восстановления

Метода Качмажа и его применение для решения интегрального уравнения Радона. Полная и частичная дискретизация.

Модуль 3. Восстановление по неполным данным

Тема 6. Задача с ограниченным диапазоном углов

Теорема об интерполяции функции с ограниченным спектром на плоскости. Интегральная формула обращения преобразования Радона, заданного в неполном угловом диапазоне.

Тема 7. Восстановление по данным на трехмерных комплексах прямых

Проблема переопределенности данных по размерности. Примеры трехмерных комплексов прямых. Теорема Гранжа. Обращение лучевого преобразования сведением к преобразованию Радона.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Модуль 1. Преобразование Радона и другие интегральные преобразования

Тема 1. Определение и свойства некоторых интегральных преобразований

Преобразование Радона, лучевое и веерное преобразование скалярных и векторных полей. Теорема проекций. Условия Кавальери. Преобразование Радона с учетом поглощения.

Тема 2. Формулы обращения

Обращение преобразования Абеля. Формулы обращения преобразования Радона, лучевого и веерного преобразований. Восстановление сферически симметричной функции. Формула Кормака.

Тема 3. Теоремы отсчетов

Функции с ограниченным спектром и их свойства. Теорема Уиттекера-Котельникова-Шеннона. Теорема отсчетов с пропущенным интервалом.

Модуль 2. Алгоритмы восстановления

Тема 4. Алгоритм свертки и обратной проекции

Схема алгоритма восстановления, основанного на формуле обращения преобразования Радона на плоскости. Примеры фильтров. Условие Найквиста.

Тема 5. Алгебраические алгоритмы восстановления

Метода Качмажа и его применение для решения интегрального уравнения Радона. Полная и частичная дискретизация.

Модуль 3. Восстановление по неполным данным

Тема 6. Задача с ограниченным диапазоном углов

Теорема об интерполяции функции с ограниченным спектром на плоскости. Интегральная формула обращения преобразования Радона, заданного в неполном угловом диапазоне.

Тема 7. Восстановление по данным на трехмерных комплексах прямых

Проблема переопределенности данных по размерности. Примеры трехмерных комплексов прямых. Теорема Гранжа. Обращение лучевого преобразования сведением к преобразованию Радона.

5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося

Тематика заданий текущего контроля

а) Примерные вопросы/ задания для текущего контроля по модулю 1 в форме коллоквиума:

1. Первые задачи интегральной геометрии.
2. Принцип рентгеновской томографии. Определение преобразования Радона.
3. Пространство Шварца. Обращение преобразования Радона радиально симметричных функций.
4. Доказательство формулы обращения, принадлежащее Радону.
5. Преобразование Фурье на прямой и плоскости.
6. Теорема проекций и основанная на ней схема обращения преобразования Радона.
7. Метод Кормака обращения преобразования Радона.
8. Образ преобразования Радона. Условия Кавальери.
9. Теоремы Пэли-Винера для преобразования Радона.
10. Проблема обращения преобразования Радона по неполным данным. Функции с ограниченным спектром. Теорема Пэли-Винера в пространстве L_2 .
11. Теорема Котельникова.

б) Примерная контрольная работа

1. Найти преобразование Радона следующих функций:

a.
$$f(x_1, x_2) = \begin{cases} 1, & \text{при } x_1^2 + x_2^2 \leq 1, \\ 0, & \text{при } x_1^2 + x_2^2 > 1 \end{cases}$$

b.
$$f(x_1, x_2) = e^{-x_1^2 - x_2^2};$$

c.
$$f(x_1, x_2) = \frac{1}{1 + x_1^2 + x_2^2}.$$

2. Доказать формулу обращения преобразования Фурье в пространстве Шварца.
3. Доказать, что преобразование Фурье взаимно однозначно отображает пространство Шварца на себя.
4. Доказать, что функция $\varphi(x) = e^{-x^2}$, $x \in \mathbb{R}$, принадлежит пространству Шварца S .

5. Доказать, что если $\varphi(x) \in S$, то функции $\varphi^{(n)}(x)$ для любого $n \geq 0$ абсолютно интегрируемы на всей прямой \mathbb{R} .

6. Верно ли, что $e^x \varphi(x) \in S(\mathbb{R})$ для $\forall \varphi \in S$?

7. Верно ли, что $x^n \varphi(x) \in S(\mathbb{R})$, $n \in \mathbb{N}$ для $\forall \varphi \in S$?

8. Используя формулу предыдущей задачи, доказать для $\varphi \in S$ формулу суммирования Пуассона:

$$2\pi \sum_{k=-\infty}^{\infty} \varphi(2\pi k) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} F[\varphi](k).$$

9. Вычислить преобразование Фурье следующих функций:

a. $f(x) = \begin{cases} 1, & \text{при } x \in [a; b], \\ 0, & \text{при } x \notin [a; b], \end{cases}$

b. $f(x) = e^{-ax^2}$, $a > 0$;

c. $f(x) = e^{-a|x|}$, $a > 0$;

d. $f(x) = \frac{1}{1+x^2}$;

e. $f(x_1, x_2) = \begin{cases} 1, & \text{при } x_1^2 + x_2^2 \leq 1, \\ 0, & \text{при } x_1^2 + x_2^2 > 1. \end{cases}$

Отчет аспиранта по модулю 2 в виде контрольной работы и коллоквиума:

а) Примерные вопросы/ задания для текущего контроля по модулю 2 в форме коллоквиума:

1. Обобщенные функции и действия над ними.
2. Регуляризация обобщенных функций.
3. Алгоритм свертки и обратной проекции обращения преобразования Радона.
4. Формула Пуассона для преобразования Радона и дискретное преобразование Радона.
5. Преобразование Радона с учетом поглощения (Экспоненциальное преобразование Радона).

б) Примерная контрольная работа.

1. Для функций $f, g \in S$ доказать тождество $F[f \cdot g] = F[f] * F[g]$.

2. (Аналог теоремы отсчетов) Доказать, что для $f \in L^2(\mathbb{R})$, $\text{supp } f \subset \left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right]$ выполняется

равенство

$$f(x) = \sum_k f\left(\frac{k}{l}\right) s\left(x - \frac{k}{l}\right),$$

где s – преобразование Фурье функции h , равной 1 на отрезке $\left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right]$ и нулю вне отрезка

$$\left[-\frac{l}{2}, \frac{l}{2}\right].$$

3. Пусть финитная функция $\varphi(x)$ такова, что $\int_{-\infty}^{\infty} \varphi(x) dx = 1$. Доказать, что последовательность $\varphi_n(x) = n\varphi(nx)$ – дельтаобразная.

4. Вычислить преобразование Фурье следующих обобщенных функций: 1) $\delta(x)$; 2) 1; 3) $\text{sign } x$; 4) x ; 5) $|x|$; 6) $\theta(x)$.

5. Доказать свойства функций с ограниченным спектром:

- a. Если f – функция с ограниченным спектром и имеется последовательность точек такая, что $f(x_k) = 0$ и $x_k \rightarrow x_0 \in R$ ($x_k \neq x_j$ при $k \neq j$), то $f \equiv 0$.
- b. Если f – функция с ограниченным спектром, то f' – также функция с ограниченным спектром, и f' ограничена на R .
6. Вычислить экспоненциальное преобразование Радона следующих функций:
 - a. $f(x_1, x_2) = \begin{cases} 1, & \text{при } x_1^2 + x_2^2 \leq 1, \\ 0, & \text{при } x_1^2 + x_2^2 > 1 \end{cases}$,
 - b. $f(x_1, x_2) = e^{-x_1^2 - x_2^2}$;
 - c. $f(x_1, x_2) = \frac{1}{1 + x_1^2 + x_2^2}$.

в) Примерные вопросы для домашней самостоятельной работы.

1. Томография: определение, области приложения. Примеры.
2. Уравнение томографии. Его вывод для задачи классической рентгеновской томографии.
3. Преобразование Абеля. Формула его обращения.
4. Преобразование Радона: формулировка, основные свойства.
5. Связь преобразования Радона и преобразования Фурье. Теорема проекций.
6. Вывод формулы обращения двумерного преобразования Радона.
7. Теоремы Пэли-Винера.
8. Общая характеристика алгоритмов фильтрации и обратного проецирования (двумерный случай).
9. Процедура фильтрации одномерных проекций. Примеры фильтров.
10. Дискретизация задачи томографии.
11. Алгебраические алгоритмы восстановления.
12. Итерационный алгоритм ART.
13. Преобразование Радона с учётом поглощения излучения и его обращение.

г) вопросы к коллоквиуму

1. Метод Кормака обращения преобразования Радона.
2. Образ преобразования Радона. Условия Кавальери.
3. Теоремы Пэли-Винера для преобразования Радона.
4. Преобразование Радона с учетом поглощения (Экспоненциальное преобразование Радона).
5. Дискретизация задачи томографии.
6. Итерационный алгоритм ART.

Отчет аспиранта по модулю 3 в виде домашней самостоятельной работы и коллоквиума:

а) Примерная домашняя самостоятельная работа.

1. Доказать, что ряд $\sum_{k=-\infty}^{\infty} a_k \delta(x - k)$ сходится в K' при любых $a_k \in R$.
2. Доказать равенство $x^n \delta^{(n)}(x) = (-1)^n n! \delta(x)$.
3. Пусть $g(x)$ – локально интегрируемая функция, $\alpha_i = const$. Доказать, что равенство $g(x) + \sum_{k=1}^n \alpha_k \delta(x - x_k) = 0$ (в K') имеет место тогда и только тогда, когда $g(x) = 0$ (в K') и $\alpha_k = 0, k = 1, \dots, n$.

4. Показать, что функционал $(y', \varphi) = \int_0^{\infty} \lambda x^{\lambda-1} [\varphi(x) - \varphi(0)] dx$ является производной обобщенной функции $y = x_+^{\lambda} = \begin{cases} x^{\lambda} & \text{при } x > 0, \\ 0 & \text{при } x < 0 \end{cases}$.
5. Показать, что функционал $(y', \varphi) = \int_0^{\infty} \frac{1}{x} [\varphi(x) - \varphi(0)\theta(1-x)] dx$ является производной обобщенной функции $y = \ln x_+ = \begin{cases} \ln x & \text{при } x > 0, \\ 0 & \text{при } x < 0 \end{cases}$.
6. Доказать сильную некорректность задачи с неполным угловым диапазоном.
7. Доказать, что если функция $f(x)$ является функцией с a – ограниченным спектром, то функция $f_{\gamma}(x) = f(\gamma x)$ является функцией с $|\gamma|a$ – ограниченным спектром.
8. Если $g \in L_2(\mathbb{R}^2)$ и $\text{supp } \hat{g} \subset [b, c]$ для некоторых b, c , то функция $f(x) = \exp(-(b+c)\pi i x) g(x)$ является функцией с a – ограниченным спектром с $a = (c-b)/2$.
9. Если функция $f(x)$ является функцией с a – ограниченным спектром, а функция $g(x)$ является функцией с b – ограниченным спектром, то $f \cdot g$ является функцией с $(a+b)$ – ограниченным спектром.
10. Если функция $f(x)$ является функцией с a – ограниченным спектром, то ее сдвиг $T_h f(x) = f(x-h)$ и производная $f'(x)$ также являются функциями с a – ограниченным спектром, причем $\|f'\|_{L_2} \leq 2\pi a \|f\|_{L_2}$.

б) вопросы к коллоквиуму

1. Обобщенная теорема проекций. Проблема обращения экспоненциального преобразования Радона по ограниченному диапазону углов.
2. Теорема отсчетов с пропущенным интервалом.
3. Обращение по данным в неполном угловом диапазоне.
4. Лучевое преобразование в трёхмерном пространстве. Условия полноты данных. Примеры комплексов прямых.
5. Восстановление функции и векторных полей по данным их лучевых преобразований на комплексе прямых, пересекающих данную прямую.

Вопросы для оценки качества освоения дисциплины

К зачету по дисциплине выводится средний балл по всем трем модулям.

Примеры заданий промежуточного контроля

Примерные задания промежуточного контроля по каждому модулю уже сформулированы выше.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

[1] Владимирова, Василий Сергеевич.

Уравнения математической физики: учебник для физ.-техн. спец. вузов. / Владимирова, Василий Сергеевич. - 5-е доп. – М.: Наука, 1988. - 512 с.: ил. ; 22 см. - с. 509-512. - ISBN 5-02-013769-X: 1-30.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ

[2] Владимирова, Василий Сергеевич.

Обобщенные функции в математической физике. / Владимиров, Василий Сергеевич. - 2-е испр, доп. - М: Наука, 1979. - 318 с.: ил.; 22 см. - (Соврем. физ.-техн. проблемы). - с.310-314.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ

[3] **Кеч, В.**

Введение в теорию обобщённых функций с приложениями в технике / В. Кеч, П. Теодореску; пер. с рум. О.Е. Булгару под ред. Б.Е. Победри. - М.: Мир, 1978. - 518 с. - Библиогр.: с. 504-507. - Предм. указ.: с. 508-514. - 60-00.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ

[4] **Бремерман Г.**

Распределения, комплексные переменные и преобразования Фурье: Пер с англ. В.П. Павлова и Б.М. Степанова. / Г. Бремерман. - М.: Мир, 1968. - 276 с.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ

[5] **Наттерер Ф.** Математические аспекты компьютерной томографии. М.: Мир, 1990.

б) дополнительная литература

[6] **Гельфанд И.М., Гиндикин С.Г., Граев М.И.** Избранные задачи интегральной геометрии. М.: ДОБРОСВЕТ, 2010.

[7] **Хелгасон С.** Преобразование Радона. М.: Мир, 1983.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ

[8] **Тихонов А.Н., Арсенин В.Я., Тимонов А.А.** Математические задачи компьютерной томографии. М.: Наука, 1987.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ

[9] Обратные и некорректные задачи [Электронный ресурс]: учебник/ А.О. Ватульян [и др.]. – Электрон. текстовые данные.– Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011.– 232 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47033.html>. – ЭБС «IPRbooks»

[10] **Иосида К.** Функциональный анализ. М.: Мир, 1967.

Местонахождение: Научная библиотека ДГУ

[11] **Palamodov V. P.** Reconstructive Integral Geometry. Tel Aviv University, 2003.

[12] **Алан Оппенгейм** Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]/ Алан Оппенгейм, Рональд Шафер – Электрон. текстовые данные.– М.: Техносфера, 2012.– 1048 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26906.html>. – ЭБС «IPRbooks»

[13] **Паламодов В.П.** Интегральная геометрия и компьютерная томография. Специальный курс. М.: Изд-во МК НМУ, 1997.

6.3. Программное обеспечение

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

6.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

6.4.1. 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.

6.4.2. 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.

6.4.3. 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 Академик // Академик. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/>

6.4.4. 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.

6.4.5. 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».

6.5. 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>.

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.