

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НИЯУ МИФИ)**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор НИЯУ МИФИ
_____ В.В. Ужва

СОГЛАСОВАНО
Ответственный секретарь
приемной комиссии
_____ В.И. Скритный

Программа вступительного испытания
по направлению подготовки магистров
01.04.02 «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА»

Форма обучения
Очная

Москва 2016

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.

Форма проведения испытания:

Вступительное испытание в магистратуру проводится в форме собеседования с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Собеседование проводится с целью выявления у абитуриента объема знаний, необходимых для обучения в магистратуре.

Структура испытания:

Испытание состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы в рамках программы вступительного испытания. Билет состоит из 3 вопросов. Два вопроса выбираются из перечня общих вопросов программы вступительного испытания, третий вопрос выбирается из перечня вопросов профильной части согласно выбранному абитуриентом профилю образовательной программы.

Оценка испытания:

Оценка за собеседование выставляется по 100-балльной шкале. Минимальный балл, необходимый для успешного прохождения собеседования и дальнейшего участия в конкурсе ежегодно устанавливается приемной комиссией НИЯУ МИФИ.

Критерии оценки результатов испытания:

100-95 баллов - даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.

94-90 баллов - даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.

89-85 баллов - даны обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания.

84-80 баллов - даны в целом правильные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, при этом абитуриент недостаточно аргументирует ответы.

79-0 баллов – абитуриент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ

Перечень общих вопросов

1. Обыкновенные дифференциальные уравнения

1.1. Нормальная система дифференциальных уравнений.

Нормальная система дифференциальных уравнений. Понятие задачи Коши. Зависимость решения задачи Коши от параметров и начальных условий. Линейное дифференциальное уравнение n -ого порядка. Метод сведения дифференциального уравнения n -ого порядка к нормальной системе дифференциальных уравнений.

1.2. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Структура решения линейной однородной системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Линейное дифференциальное уравнение n -го порядка с постоянными коэффициентами. Уравнения с разделяющимися переменными. Уравнения в полных дифференциалах. Уравнения Эйлера. Интегрирующий множитель. Метод вариации произвольной постоянной для дифференциального уравнения.

1.3. Устойчивость.

Поведение траекторий линейной однородной системы дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными действительными коэффициентами. Понятие устойчивости решения нормальной системы дифференциальных уравнений. Устойчивость тривиального решения линейной однородной системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Теоремы Ляпунова об устойчивости.

2. Теория вероятностей и математическая статистика

2.1. Случайные события.

Основные теоремы теории вероятностей, сложение и умножение вероятностей, сложение вероятностей для совместных событий. Формула полной вероятности, формула Байеса. Повторение испытаний, формула Бернулли.

2.2. Случайные величины.

Законы распределения случайных величин. Числовые характеристики случайных величин. Коррелированность случайных величин. Системы случайных величин. Условные законы распределения. Линейная регрессия. Законы нормального, биномиального, равномерного, Пуассона распределений.

2.3. Функции случайных величин, распределения.

Функции распределения, плотность вероятности. Распределение Стьюдента, χ^2 -распределение, распределение Коши или Брейтта-Вигнера, логонормальное распределение.

2.4. Закон больших чисел.

Сходимость последовательности случайных величин. Центральная предельная теорема.

2.5. Основы математической статистики.

Выборочные среднее и дисперсия, свойства статистических оценок. Доверительные интервалы для оценок параметров распределения.

3. Теория функций комплексного переменного

3.1. Комплексные числа.

Понятие комплексные числа. Действия над комплексными числами. Формула Муавра.

3.2. Аналитические функции.

Понятие аналитической функции. Условия Коши–Римана. Непрерывные ветви обратных функций. Примеры римановых поверхностей.

3.3. Теорема Коши.

Интегральная теорема Коши. Интеграл типа Коши. Бесконечная дифференцируемость аналитической функции. Теорема Морера. Теорема Вейерштрасса о равномерно сходящихся рядах аналитических функций.

3.4. Ряд Тейлора аналитических функций.

Разложение функций в ряд Тейлора. Теорема единственности. Понятие аналитического продолжения.

3.5. Разложение функций в ряд Лорана.

Разложение функции, аналитической в кольце, в ряд Лорана. Классификация изолированных особых точек. Вычеты. Основная теорема о вычетах и ее приложения. Принцип аргумента.

3.6. Преобразование Лапласа

Преобразование Лапласа и его основные свойства.

4. Численные методы

4.1. Интерполяция.

Понятие интерполяции. Интерполяционные полиномы. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Ошибка интерполяции. Полиномы Чебышева применительно к интерполяции. Интерполяционный полином Ньютона. Конечные и разделенные разности. Сплайны.

Кубический сплайн. Способы задания наклонов. Метод наименьших квадратов. Методика построения многочлена наилучшего среднеквадратичного приближения. Области применения различных методов интерполяции.

4.2. Численное дифференцирование.

Методы построения аппроксимаций производных функций. Вычисление погрешностей формул численного дифференцирования.

4.3. Численное интегрирование.

Вычисление определенных интегралов. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса. Частные случаи: формула прямоугольников, формула трапеций, формула Симпсона. Метод Монте-Карло для вычисления интегралов. Оценка погрешностей основных типов квадратурных формул. Поправка Рунге.

4.4. Численные методы решения нелинейных или трансцендентных уравнений.

Методы отделения корней друг от друга. Метод деления отрезка пополам (дихотомии или бисекции). Метод релаксации. Теорема о сжимающих отображениях. Метод простой итерации. Метод Ньютона. Метод секущих.

4.5. Методы решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения.

Метод Эйлера. Семейство методов Рунге-Кутты. Семейство методов Адамса.

4.6. Метод конечных разностей для решения смешанных краевых задач.

Численные методы решения смешанной краевой задачи для уравнений в частных производных на примере волнового уравнения и уравнения теплопроводности. Понятие невязки. Порядок аппроксимации. Устойчивость конечно-разностных схем. Метод фон Неймана исследования устойчивости конечно-разностных схем.

Перечень вопросов профильной части

Профиль «МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ»

1. Уравнения математической физики

1.1. Классификация уравнений второго порядка.

Основные уравнения математической физики. Классификация линейных дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными. Постановка краевых задач и задачи Коши. Корректно и некорректно поставленные задачи.

1.2. Метод Фурье (метод разделения переменных)

Решение краевых задач для уравнений гиперболического и параболического типов методом Фурье. Понятие метрического пространства. Полное метрическое пространство. Понятие компакта. Гильбертово пространство. Понятие ряда Фурье по ортонормированной системе в гильбертовом пространстве.

1.3. Принцип максимума.

Принцип максимума для решений уравнений теплопроводности. Корректность задачи Коши.

1.4. Решение задачи Коши для волнового уравнения

Постановка задачи Коши для волнового уравнения. Непрерывная зависимость решения задачи Коши от начальных данных. Формула Д'Аламбера.

1.5. Метод функций Грина.

Постановка задачи Коши для уравнения теплопроводности. Физический смысл функции Грина. Метод функций Грина для решения задачи Коши для теплопроводности.

2. Современные компьютерные технологии, языки и методы программирования, базы данных

2.1. Рекурсия.

Понятие рекурсии. Использование рекурсии для решения различных задач. Разбор рекурсии на примере. Глубина и уровень рекурсии.

2.2. Алгоритмы сортировки данных.

Методы сортировки. Сортировка пузырьком, перемешиванием, сортировка слиянием, быстрая сортировка и др. Понятие сложности алгоритма.

2.3. Языки программирования.

Типы языков программирования. Демонстрация навыков владения любым языком программирования (C/C#/C++, Java, Pascal, Delphi, Python, Basic и т.д.) на примере ряда задач.

2.4. Базы данных.

Модель «сущность-связь» (ER-модель). Понятие базы данных и СУБД. Элементы ER-модели: сущности, атрибуты, связи. ER-диаграммы. Бинарные и многосторонние связи. Связи и роли. Подклассы в ER-модели. Слабые множества сущностей. Классификация ограничений.

Реляционная модель данных. Отношения, домены, атрибуты, кортежи, схемы. Преобразование ER-диаграммы в реляционную схему. Понятие функциональной зависимости. Функциональные зависимости (FD) и ключи отношения. Аномалии БД. Нормализация отношения как способ устранения аномалий. Нормальные формы.

Реляционная алгебра. Теоретико-множественные операции над отношениями. Проекция, выбор, декартово соединение, естественное соединение, тета-соединение, переименование атрибутов. Дополнительные операции реляционной алгебры. Реализация запросов и ограничений с помощью выражений реляционной алгебры.

Язык Structured Query Language (SQL) Простые запросы на языке SQL: проекция, выбор. Запросы к нескольким отношениям. Декартово произведение, теоретико-множественные операции. Подзапросы в языке SQL. Предикаты IN, ALL, ANY. Операции соединения, группирования, агрегирования, удаления дубликатов в SQL. Представления (view). Ограничения уровня атрибутов и кортежей. Триггеры.

3. Асимптотические методы и интегральные преобразования

3.1. Асимптотические методы решения алгебраических уравнений с малым параметром.

Методы теории возмущений для решения кубических и алгебраических уравнений высших порядков, а также трансцендентных уравнений.

3.2. Приближенные и асимптотические методы вычисления интегралов.

Приближенные и асимптотические методы вычисления определенных и неопределенных интегралов. Разложение подынтегральной функции, интегрирование по частям. Метод Лапласа, метод стационарной фазы. Метод перевала (метод наискорейшего спуска).

3.3. Дифференциальные уравнения с большим параметром.

Дифференциальные уравнения с большим параметром. Асимптотические решения линейных дифференциальных уравнений. ВКБ-приближение.

4. Языки программирования и базы данных

4.1. *Представление и запись числовой информации в памяти компьютера. Источники погрешностей и их классификация. Абсолютная и относительная погрешности. Вычисление погрешностей. Приближенные числа и действия с ними.*

4.2. *Особенности языка C++. Типы данных. Структура программы на языке C++.*

4.3. *Принципы объектно–ориентированного программирования.*

4.4. *Элементы теории множеств*

Множества. Операции над множествами. Декартово произведение множеств. Отношение. Бинарные отношения.

4.5. *Базовые понятия реляционной модели данных*

Домены. Отношения, атрибуты, кортежи отношения. Свойства отношений. Первая нормальная форма.

4.6. *Целостность реляционных данных*

Потенциальные ключи. Операции, могущие нарушить ссылочную целостность. Стратегии поддержания ссылочной целостности. Применение стратегий поддержания ссылочной целостности.

4.7. *Реляционная алгебра*

Замкнутость реляционной алгебры. Отношения, совместимые по типу. Оператор переименования атрибутов. Теоретико-множественные операторы. Объединение. Пересечение. Вычитание. Декартово произведение. Специальные реляционные операторы. Выборка (ограничение, селекция). Проекция. Соединение. Общая операция соединения.

4.8. *Нормальные формы отношений*

Определение функциональной зависимости. Функциональные зависимости отношений и математическое понятие функциональной зависимости.

Литература

1. А.Ф. Горюнов, Методы математической физики в примерах и задачах. В 2 т.. Т. 1. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 872 с.
2. А.Ф. Горюнов, Методы математической физики в примерах и задачах. В 2 т.. Т. 2. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 772 с.
3. А.Н. Тихонов, А.А. Самарский, Уравнения математической физики – М: МГУ, Наука – 2004, 798 с.
4. Н.Н. Калиткин, Е.А. Альшина. Численные методы: Книга 1. Численный анализ – М: «Академия», 2013, 304 с.
5. Н.Н. Калиткин, П.В. Корякин, Численные методы: Книга 2. Методы математической физики – М: «Академия», 2013, 304 с.

- 6.** А.П. Карташев, Б.Л. Рождественский, Обыкновенные дифференциальные уравнения и основы вариационного исчисления – М.: Наука, 1980.
- 7.** А.П. Карташев, Б.Л. Рождественский, Математический анализ – М.: Наука, 2007.
- 8.** М.А. Лаврентьев, Б.Т. Шабат, Методы теории функций комплексного переменного – М.: Лань, 2002
- 9.** И.Б. Петров, А.И. Лябанов, Лекции по вычислительной математике – М.: Бином, 2009, 532 с.
- 10.** Л.С. Понтрягин, Обыкновенные дифференциальные уравнения – М.: Наука, 1974.
- 11.** В.Я. Арсенин, Методы математической физики и специальные функции. М.: Наука, 1974, 1984.
- 12.** К.Дж. Дейт, Введение в системы баз данных. М. 2001
- 13.** А. Найфэ, Введение в методы возмущений. М.: Мир, 1984
- 14.** В.П. Чистяков, Курс теории вероятностей. М.: Наука, 1987.
- 15.** Е.А. Волков, Численные методы. М.: "Наука", 1982.
- 16.** Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков, Численные методы. М.: "Наука", 1987.
- 17.** К. Флетчер, Вычислительные методы в динамике жидкостей. М.: "Мир", 1991.
- 18.** А.М. Робачевский, Операционная система UNIX: Учеб. пособие для вузов М. 1999

Профиль «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ФИЗИКЕ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ»

1. Асимптотические методы и интегральные преобразования

1.1. Асимптотические методы решения алгебраических уравнений с малым параметром.

Методы теории возмущений для решения кубических и алгебраических уравнений высших порядков, а также трансцендентных уравнений.

1.2. Приближенные и асимптотические методы вычисления интегралов.

Приближенные и асимптотические методы вычисления определенных и неопределенных интегралов. Разложение подынтегральной функции, интегрирование по частям. Метод Лапласа, метод стационарной фазы. Метод перевала (метод наискорейшего спуска).

1.3. Дифференциальные уравнения с большим параметром.

Дифференциальные уравнения с большим параметром. Асимптотические решения линейных дифференциальных уравнений. ВКБ-приближение.

2. Языки программирования и базы данных

2.1. Представление и запись числовой информации в памяти компьютера. Источники

погрешностей и их классификация. Абсолютная и относительная погрешности.

Вычисление погрешностей. Приближенные числа и действия с ними.

2.2. Особенности языка C++. Типы данных. Структура программы на языке C++.

2.3. Принципы объектно-ориентированного программирования.

2.4. Элементы теории множеств

Множества. Операции над множествами. Декартово произведение множеств. Отношение. Бинарные отношения.

2.5. Базовые понятия реляционной модели данных

Домены. Отношения, атрибуты, кортежи отношения. Свойства отношений. Первая нормальная форма.

2.6. Целостность реляционных данных

Потенциальные ключи. Операции, могущие нарушить ссылочную целостность. Стратегии поддержания ссылочной целостности. Применение стратегий поддержания ссылочной целостности.

2.7. Реляционная алгебра

Замкнутость реляционной алгебры. Отношения, совместимые по типу. Оператор переименования атрибутов. Теоретико-множественные операторы. Объединение.

Пересечение. Вычитание. Декартово произведение. Специальные реляционные операторы. Выборка (ограничение, селекция). Проекция. Соединение. Общая операция соединения.

2.8. Нормальные формы отношений

Определение функциональной зависимости. Функциональные зависимости отношений и математическое понятие функциональной зависимости.

Литература

- 19.** А.Ф. Горюнов, Методы математической физики в примерах и задачах. В 2 т.. Т. 1. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 872 с.
- 20.** А.Ф. Горюнов, Методы математической физики в примерах и задачах. В 2 т.. Т. 2. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 772 с.
- 21.** А.Н. Тихонов, А.А. Самарский, Уравнения математической физики – М: МГУ, Наука – 2004, 798 с.
- 22.** Н.Н. Калиткин, Е.А. Альшина. Численные методы: Книга 1. Численный анализ – М: «Академия», 2013, 304 с.
- 23.** Н.Н. Калиткин, П.В. Корякин, Численные методы: Книга 2. Методы математической физики – М: «Академия», 2013, 304 с.
- 24.** А.П. Карташев, Б.Л. Рождественский, Обыкновенные дифференциальные уравнения и основы вариационного исчисления – М.: Наука, 1980.
- 25.** А.П. Карташев, Б.Л. Рождественский, Математический анализ – М.: Наука, 2007.
- 26.** М.А. Лаврентьев, Б.Т. Шабат, Методы теории функций комплексного переменного – М.: Лань, 2002
- 27.** И.Б. Петров, А.И. Лябанов, Лекции по вычислительной математике – М.: Бином, 2009, 532 с.
- 28.** Л.С. Понтрягин, Обыкновенные дифференциальные уравнения – М.: Наука, 1974.
- 29.** В.Я. Арсенин, Методы математической физики и специальные функции. М.: Наука, 1974, 1984.
- 30.** К.Дж. Дейт, Введение в системы баз данных. М. 2001
- 31.** А. Найфэ, Введение в методы возмущений. М.: Мир, 1984
- 32.** В.П. Чистяков, Курс теории вероятностей. М.: Наука, 1987.
- 33.** Е.А. Волков, Численные методы. М.: "Наука", 1982.
- 34.** Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков, Численные методы. М.: "Наука", 1987.
- 35.** К.Флетчер, Вычислительные методы в динамике жидкостей. М.: "Мир", 1991.
- 36.** А.М. Робачевский, Операционная система UNIX: Учеб. пособие для вузов М. 1999

Профиль «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ И ОТРАСЛИ»

1. Дискретная математика

1.1. Теория множеств и отношений.

Алгебра множеств, свойства операций объединения, пересечения и дополнения. Бинарные отношения. Операции над отношениями. Свойства бинарных отношений. Рефлексивность, симметричность, транзитивность, иррефлексивность, антисимметричность, интранзитивность.

1.2. Комбинаторика.

Правила комбинаторики. Принцип Дирихле. Комбинаторные объекты: перестановки, размещения, сочетания, разбиения. Факториал и убывающая факториальная степень. Формула бинома Ньютона. Биномиальные коэффициенты: основные свойства и соотношения.

1.3. Математическая логика.

Логическое высказывание и его свойства. Логические операции. Алгебра логики. Свойства операций алгебры логики. Исчисление высказываний (алфавит, формула, аксиомы и правила вывода). Суперпозиция булевых функций. Функционально полные системы функций. Понятие предиката. Области определения и истинности предиката.

1.4. Теория графов.

Операции над графами. Цикломатика графов. Цикломатическое число. Цикломатический базис. Связь циклов графа с цикломатическим базисом. Реберные графы. Критерий реберности графа. Задача раскраски графа.

1.5. Теория автоматов и языков.

Алфавит, слова, операции над словами. Определение формального языка, операции над языками. Способы задания языков. Определение и классификация грамматик. Язык, порождаемый грамматикой. Детерминированный и недетерминированный автоматы. Регулярные множества и выражения и их связь с A-языками. КС-грамматики, синтаксический анализ. Автоматы Мили и Мура.

2. Анализ данных

2.1. Шкалы измерения: наименований, порядка, интервалов, отношений. Инвариантные и адекватные статистики. Неопределенность данных и способы описания.

2.2. Оценка связи количественных переменных: парный, частный и множественный коэффициенты корреляции. Оценка связи качественных переменных: коэффициенты Кендэла и Спирмена. Коэффициент конкордации.

3.3. Классическая регрессия. Методы оценки коэффициентов регрессии. Теорема Гаусса-Маркова. Предпосылки классической регрессии. Проверка значимости коэффициентов.

2.4. Изолированный временной ряд. Структурные компоненты. Методы выделения тренда. Стационарные случайные временные ряды. Числовые характеристики. Модель авторегрессии-скользящего среднего.

2.5. Кластерный анализ. Функции расстояния и сходства. Критерии качества разбиения на кластеры. Метод k -средних. Проблема индексации в иерархическом кластерном анализе.

3. Базы данных

3.1. Среда хранения и средства обработки информационных массивов. Обобщенная схема выборки данных в файловой системе ОС и СУБД. Фактографические БД. Реляционная алгебра и реляционное исчисление.

3.2. Подходы и этапы проектирования БД. Восходящее и нисходящее проектирование. Модели многоуровневой архитектуры систем баз данных.

3.3. Концептуальное моделирование предметной области. Модель «сущность-связь». Отображение концептуальной модели базы данных на реляционную модель данных.

3.4. Логические модели данных. Принципы построения. Реляционная модель данных. Нормализация. Нормальные формы.

3.5. Управление реляционными базами данных. Основы SQL.

3.6. Физические модели баз данных. Локальные, сетевые и распределенные базы данных. Архитектура «файл-сервер». Целостность базы данных.

Литература

1. Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженера. 6-е изд. стер. – СПб.: Лань, 2009. - 395 с.
2. Дискретная математика: учебник для втузов / В. А. Горбатов, А. В. Горбатов, М. В. Горбатова. – М.: АСТ; Астрель, 2006. - 447 с.
3. Ф.А. Новиков Дискретная математика для программистов: учебное пособие для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2009, 383 с.
4. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. – 6-е изд. стер. – М.: Высшая школа, 1999.– 576 с.
5. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей: Учеб. для вузов,10-е изд. доп. – М.: Либроком, 2011. - 485 с.
6. Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. Анализ данных на компьютере. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2003. 544 с.
7. Низаметдинов Ш.У. Анализ данных: учебное пособие. 2-е изд. – М.: МИФИ, 2012. 248 с.
8. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика: начальный курс: учеб. пособие для вузов. – М.: Дело, 1998. 247 с.

9. Голицына О.Л., Максимов Н.В., Попов И.И. Базы данных: учебное пособие. 3-е изд. – М.: ФОРУМ, 2012. 400 с.

10. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е изд.: пер. с англ. – М.: Вильямс, 2005. 1315с.

11. Коннолли Т., Бегг К. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика. 3-е изд.: пер. с англ. – М.: Вильямс, 2003. 1440с.