

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук



ПРОГРАММА

вступительного испытания по специальной дисциплине
соответствующей научной специальности программы подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре

2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем,
комплексов и компьютерных сетей

Томск – 2022

Авторы-разработчики:

Замятин А.В., д-р техн. наук, профессор, директор института прикладной математики и компьютерных наук НИ ТГУ

Сущенко С.П., д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики НИ ТГУ

Вавилов В.А., канд. физ.-мат. наук, доцент, доцент кафедры программной инженерии НИ ТГУ

Согласовано:

Руководитель ОП



подпись

С.П. Сущенко

1. Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей научной специальности программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре 2.3.5. «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» (далее – Программа), сформирована на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к программам магистратуры (специалитета) по соответствующим направлениям (специальностям) подготовки. Программа разработана для поступления на обучение в аспирантуру НИ ТГУ.

Программой устанавливается:

- форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;
- шкала оценивания;
- максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;
- критерии оценки ответов.

Вступительное испытание проводится на русском языке или на английском языке для абитуриентов из стран дальнего зарубежья, поступающих на обучение по PhD программе.

Форма, процедура сдачи вступительного испытания, а также шкала оценивания и критерии оценки ответов экзаменуемого, установленные Программой, не зависят от языка проведения вступительного испытания.

1.2. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом ректора НИ ТГУ, действующими на текущий год поступления.

1.3. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

2. Форма, структура, процедура, программа вступительного испытания и шкала оценивания ответов

2.1. Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в виде экзамена в соответствии с перечнем тем и (или) вопросов, установленных данной Программой, в устной форме, при этом, рекомендуется основные моменты ответа фиксировать в письменном виде.

Структура экзамена:

Экзамен проводится по экзаменационным билетам, включающим два вопроса. При формировании билета вопросы случайным образом берутся из двух различных разделов.

2.2. Процедура проведения экзамена представляет собой сдачу экзамена в очной форме и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний):

1) очно и дистанционно; 2) только дистанционно; 3) только очно.

Для дистанционной формы проведения экзамена используются платформы Moodle и программы для организации видеоконференций: Zoom, Adobe Connect и другие. Для наблюдения за участниками экзамена и идентификации их личности создана система прокторинга. Проктор (наблюдатель) перед началом экзамена при помощи веб-камеры абитуриента проводит инструктаж и собеседование по вопросам организации и проведения экзамена, идентификацию личности путем сравнения фото в паспорте и лица сдающего (абитуриент показывает в веб-камеру свой паспорт в развернутом виде рядом со своим лицом).

Видео, транслируемое с веб-камеры участника экзамена, доступно проктору для наблюдения и записывается на сервер для дальнейшего просмотра при возникновении спорных ситуаций.

2.3. Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему. На каждого поступающего ведется отдельный протокол.

2.4. Программа экзамена.

Перечень тем и вопросов для подготовки к сдаче экзамена и формирования экзаменационных билетов:

РАЗДЕЛ 1. АЛГОРИТМИЗАЦИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ. АНАЛИЗ ДАННЫХ И АЛГОРИТМОВ

1.1. МЕТОДЫ АНАЛИЗА АЛГОРИТМОВ

1.1.1. Алгоритмы и их сложность

Представление алгоритмов в машинных командах, на равнодоступной адресной машине (РАМ) и языке высокого уровня. Временная и емкостная сложность алгоритмов для разных представлений. Сложность в среднем и наихудшем. Теоремы о рекуррентных соотношениях для трудоемкости. Примеры алгоритмов и их сложность (полиномиальная, экспоненциальная) для различных представлений.

1.1.2. Недетерминированные алгоритмы

Функционирование недетерминированного алгоритма. Представление недетерминированных алгоритмов на равнодоступной адресной машине (РАМ) и языке высокого уровня. Машина Тьюринга. Детерминированная (ДМТ) и недетерминированная (НМТ) машины Тьюринга, ее связь с РАМ. Детерминированное моделирование НМТ.

Сложность детерминированного и недетерминированного алгоритмов, решающих одну и ту же задачу.

1.1.3. NP-полные задачи

Классы P и NP языков. Языки и задачи. Задача выполнимости булевых формул, ее NP-полнота. Доказательство NP-полноты некоторой задачи. Примеры NP-полных задач, сведение к ним задачи выполнимости булевых формул.

1.1.4. Задачи с полиномиально ограниченной памятью

Понятие задач с полиномиально ограниченной памятью. Связь ДМТ и НМТ по емкостной сложности. Детерминированное моделирование НМТ с полиномиально ограниченной памятью. Связь классов языков P-SPACE, P и NP.

1.2. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОИСК И СОРТИРОВКА

1.2.1. Эффективные алгоритмы внутренней сортировки

Минимально возможная трудоемкость в наихудшем. Алгоритм Шелла. Быстрая сортировка Хоара, оценка его сложности в среднем. Вычисление медианы. Пирамидальная сортировка. Сортировка слиянием. Цифровая сортировка. Цифровая сортировка строк.

1.2.2. Внешняя сортировка

Особенности задачи сортировки информации на файлах. Сбалансированное слияние. Многофазная сортировка, ее анализ. Особенности практической реализации.

1.2.3. Хеширование

Задача хеширования. Хеш-функция. Формирование хеш-таблицы с областью переполнения, поиск, удаление элементов. Хеш-таблица с открытой адресацией, эффективность поиска в среднем. Применение хеш-таблиц в файлах.

1.2.4. Информационные деревья

Построение случайного дерева. Поиск, его средняя трудоемкость. Идеально сбалансированные деревья. Удаление элементов из дерева. AVL-деревья. Фибоначчиевы деревья, их максимальная высота. Добавление и удаление в AVL-дереве. B-деревья, их применение для файлов.

1.3. КОМБИНАТОРНЫЕ АЛГОРИТМЫ. АЛГОРИТМЫ НА ГРАФАХ

1.3.1. Структуры для представления графов. Базовые алгоритмы

Ориентированные, неориентированные, взвешенные графы. Матрица смежности графа.

Списки смежных вершин. Массив смежных вершин. Поиск в глубину в неориентированном графе. Выделение компонент связности. Поиск в ширину.

Эйлеровы циклы и пути, их вычисление. Топологическая сортировка вершин ациклического графа.

1.3.2. Эффективные алгоритмы на графах

Остовное дерево наименьшей стоимости, алгоритм Крускала. Алгоритм быстрого объединения множеств. Алгоритм Прима нахождения минимального остова. Нахождение кратчайших путей во взвешенном графе. Транзитивное замыкание, алгоритм Воршалла, его реализация для битового представления матрицы смежности.

1.3.3. Бэктрекинг, ограничения поиска

Бэктрекинг, общий алгоритм. Вычисление гамильтонова цикла в графе. Ограничения поиска. Раскраска графа.

1.3.4. Метод ветвей и границ, приближенные решения

Задача коммивояжера: точное решение методом ветвей и границ. Приближенное решение, алгоритм дерева, качество приближения. Локальная оптимизация.

1.4. ФОРМАЛЬНЫЕ ЯЗЫКИ И МЕТОДЫ ТРАНСЛЯЦИИ

1.4.1. Автоматные языки и лексический анализ

Автоматные грамматики. Конечный автомат (КА), его функционирование.

Недетерминированный КА. Преобразование недетерминированного КА в детерминированный КА. Семантическая обработка в КА. Таблицы констант, идентификаторов. Преобразование анализируемого текста в лексическом анализаторе.

1.4.2. Контекстно-свободные языки и анализ сверху-вниз

Дерево порождения. Общий недетерминированный алгоритм анализа сверху-вниз (магазинный автомат). Детерминированный анализ сверху-вниз. Рекурсивный спуск.

Преобразование грамматики. LL-анализатор. Использование отношения "first" при построении LL(1)-анализатора.

1.4.3. Синтаксический анализ снизу-вверх

Общий недетерминированный алгоритм анализа снизу-вверх (магазинный автомат).

Граматики простого предшествования (ПП). Построение отношений ПП. Граматики операторного предшествования (ОП). Построение отношений ОП.

1.4.4. Обратная польская строка, как внутренний язык

Обратная польская строка (ОПС) для арифметических выражений. Интерпретатор ОПС.

ОПС для условных и циклических конструкций. ОПС для индексации массивов. Генерация ОПС при синтаксическом анализе сверху-вниз и снизу-вверх.

1.5. ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ И КОДИРОВАНИЕ

1.5.1. Коды, информация, энтропия.

Канал связи и сообщение. Информация дискретного сообщения. Энтропия. Свойства информации и энтропии. Кодирование равномерным кодом.

Избыточность. Кодирование Хаффмана. Оптимальность кодирования. Влияние корреляции частей сообщения на избыточность. Эвристические методы кодирования сообщений со сжатием без потерь информации.

1.5.2. Помехоустойчивое кодирование.

Избыточное кодирование. Кодирование с проверкой четности. Кодовое расстояние по Хеммингу. Граница Хемминга. Обнаруживающая и исправляющая способность кода. Линейные коды, кодирование и декодирование, синдром.

Свойства линейных кодов. Вычисление минимального кодового расстояния по порождающей матрице. Код Хемминга. Расширенный код Хемминга. Полиномиальная арифметика в поле чисел $(0,1)$. Неприводимые полиномы. Циклические коды, кодирование и декодирование, синдром. Построение матрицы линейного кода по порождающему полиному. Циклический код Хемминга. Свойства циклических кодов.

1.5.3. Случайные числа.

Линейная конгруэнтная последовательность Лемера. Параметры для достижения максимального периода последовательности. Свойства последовательности в случае составного модуля, в частности в виде степени 2. Последовательность в случае модуля – простого числа. Малая теорема Ферма. Вычисление первообразного корня по модулю простого числа. Мощность датчика последовательности. Дважды случайный датчик из двух различных последовательностей, ее период. Статистические методы проверки последовательности на случайность. Генерирование последовательности с заданным законом распределения. Генерирование последовательности с нормальным распределением.

1.5.4. Алгоритмы над сверхдлинными числами.

Прямое двоичное представление в памяти компьютера сверхдлинных чисел. Сравнение, сложение и вычитание «в столбик» сверхдлинных целых. Умножение «в столбик». Деление «русским крестьянским методом».

Деление «в столбик». Трудоемкость алгоритмов «в столбик». Простейший быстрый алгоритм умножения рекурсивным методом «разделяй и властвуй», его трудоемкость. Итерационный метод деления, его трудоемкость. Модулярная арифметика, ее применимость. Трудоемкость операций сложения, вычитания и умножения. Переход от прямого к модулярному представлению чисел. Переход от модулярного представления чисел к прямому методом Гарнера. Вычисление обратных по модулю величин обобщенным алгоритмом Евклида.

1.6. АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

1.6.1. Представление и методы преобразования цифрового видео.

Определение основных характеристик цифрового видео. Стандарты современного цифрового телевидения.

Алгоритмы обработки цифрового видео (преобразование частоты кадров, масштабирование изображения, шумоподавление, преобразование черезстрочного сигнала в прогрессивный, коррекция изображения).

1.6.2. Общие алгоритмы сжатия данных.

Сжатие данных без потерь. Групповое кодирование (RLE). Энтропийные методы (алгоритм Хаффмана, арифметическое кодирование). Словарные методы.

1.6.3. Сжатие изображений и видео.

Сжатие данных с потерями. Критерии качества кодирования изображения. Ортогональные преобразования. Алгоритмы кодирования изображений (JPEG, JPEG2000). Механизмы устранения временной избыточности при кодировании видеоданных.

Стандарты кодирования цифрового видео (H.261, MPEG1, MPEG2, MPEG4, H.265/AVC).

1.6.4. Цифровой звук.

Определение основных характеристик цифрового представления звука.

Общая схема аудио-кодирования. Психоакустическая модель и ее применение при сжатии звука. Стандарты кодирования звуковых сигналов (MPEG1 Audio, MPEG2 Audio, AC-3).

1.6.5. Форматы передачи данных.

Определение основных характеристик носителей данных.

Определение основных требований, предъявляемых к форматам передачи данных. Способы синхронизации видео и аудио потоков. Способы синхронизации передающей и принимающей станции.

1.6.6. Передача по сетям общего пользования.

Стандарты кодирования MPEG2 TS, OGG, MP4, WMS

1.6.7. Передача на постоянных носителях.

Стандарты кодирования MPEG2 PS, OGG, AVI, WMA/WMV.

1.7. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

1.7.1. Задачи и классификация методов анализа данных.

Этапы интеллектуального анализа данных. Общие типы закономерностей при анализе данных. Группы задач анализа данных. Классификация и сравнительные характеристики методов анализа данных.

1.7.2. Основные методы анализа и интерпретации данных.

Предварительная обработка данных. Оптимизация признакового пространства с трансформацией и без трансформации пространства признаков. Постановка задачи классификации. Контролируемая непараметрическая и нейросетевая классификация. Классификация по методу машины опорных векторов. Деревья решений. Кластеризация. Регрессия и этапы регрессионного анализа. Методы восстановления регрессии. Ассоциация. Алгоритмы семейства «Априори». Алгоритм GSP. Многоуровневое машинное обучение. Бутстрэппинг. Бэггинг. Стекинг. Бустинг. Обнаружение аномалий.

1.7.3. Нейросетевые подходы и глубокое обучение.

Принципиальные основы машинного обучения. Функции активации. Основные типы искусственных нейронных сетей. Сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks). Популярные архитектуры CNN. Среды и фреймворки глубинного обучения.

1.7.4. Обработка естественного языка.

Основные задачи обработки текста. Основные этапы и методы предварительной обработки текста.

1.7.5. Критерии точности.

Метрики качества классификации. Гипотеза A/B. Каппа-индекс согласия. ROC-кривая. Метрика качества прогноза временного ряда. Метрики качества кластеризации.

1.7.6. Высокопроизводительная обработка данных.

Принципы высокопроизводительных вычислений. Особенности построения вычислительного кластера. Среды и инструменты высокопроизводительных вычислений. Инструменты Data Mining. Программные инструменты для высокопроизводительной обработки данных.

Литература по разделу 1

1. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Т. 1. Синтаксический анализ. – М.: Мир, 1978.
2. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. – М.: Мир, 1979.
3. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 272 с.
4. Вирт Н. Построение компиляторов. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с.
5. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining, СПб. : БХВ-Петербург, 2007. – 336 с.
6. Большакова Е.И., Воронцов К.В., Ефремова Н.Э. и др. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных: учеб. пособие. – М. : Изд-во НИУ ВШЭ. – 2017. – 269 с.
7. Большакова Е.И., Воронцов К.В., Ефремова Н.Э. и др. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. – СПб. : Питер, 2018. – 480 с.
8. Гудман С., Хидетмиеми С. Введение в разработку и анализ алгоритмов. – М.: Мир, 1981. – 368 с.
9. Дейкстра Э. Дисциплина программирования. – М.: Мир, 1978. – 275 с.
10. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия. 3-е изд. – М. : Диалектика, 2007. – 912 с.
11. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов : пер. с англ. М. : Наука, 1981. – 450 с.
12. Дюк В., Самойленко А. Data Mining: учеб. курс. – СПб.: Питер, 2001. – 386 с.
13. Ершов А.П. Теоретическое программирование. – М.: Наука, 1977.

14. Замятин А.В. Интеллектуальный анализ данных: учебное пособие. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2020. – 196 с.
15. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Т. 3. Сортировка и поиск. – М.: Мир, 1978.
16. Кормен Т., Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. Алгоритмы: построение и анализ. – М.: МЦНМО, 2001. – 958 с.
17. Костюк Ю.Л. Основы программирования. Разработка и анализ алгоритмов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006. – 244 с.
18. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. – М.: Мир, 1978.
19. Нейроинформатика / А.Н. Горбань, В.Л. Дунин-Барковский, А.Н. Кирдин и др. Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1998. – 296 с.
20. Нейронные сети. Statistica Neural Networks: пер. с англ. – М.: Горячая линия-Телеком, 2000. – 182 с.
21. Рангайян Р.М. Анализ биометрических сигналов : практический подход / под ред. А.П. Немирко. – М.: Физматлит, 2007. – 222 с.
22. Рашка С. Python и машинное обучение: пер. с англ. – М.: ДМК-Пресс, 2017. – 418 с.
23. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. – М.: МедиаСфера, 2002. – 305 с.
24. Рейнгольд Э., Нивергельд Ю., Део Н. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика. – М.: Мир, 1980. – 476 с.

РАЗДЕЛ 2. ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

2.1. ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

2.1.1. Ресурсы и процессы

Аппаратные и программные ресурсы. Функции ОС. Эксплуатационные требования к ОС.

Понятие процесса. Свойства процесса. Дескриптор процесса. Критический ресурс.

Критический участок процесса. Синхронизация процессов с помощью элементарных приемов нижнего уровня. Аппаратные неделимые операции "Блокировка памяти" и "Проверить и установить". Семафоры общие и двоичные. Синхронизация процессов на двоичных семафорах. Задача "Поставщик-потребитель". Синхронизация процессов с помощью приемов верхнего уровня. Монитор на основе таблицы синхронизации.

2.1.2. Тупики и распределение времени процессора

Тупики. Условия возникновения тупиков. Предупреждение тупиков. Обход тупиков.

Обнаружение тупиков. Восстановление после тупиков. Распределение времени процессора.

Разделение времени. Квантование времени. Алгоритмы планирования времени в мультипрограммных системах. Планирование по наивысшему приоритету. Круговорот. Очереди с обратной связью.

2.1.3. Распределение памяти. Виртуальная память

Статическое и динамическое распределение памяти. Методы динамического распределения памяти. Перекрытие программ. Попеременная загрузка заданий. Сегментация программ. Страничная организация памяти. Сегментация программ со страничной организацией памяти. Внешняя и внутренняя фрагментация памяти. Многоуровневая организация виртуальной памяти. Методы организации свободной памяти для сегментов переменной длины. Список свободной памяти, способы его организации. Уплотнение.

Стратегии подкачки и вытеснения.

2.1.4. Управление внешней памятью. Оценка производительности ВС.

Планирование работы с магнитными дисками. Цели и принципы планирования. Стратегии поиска цилиндра. Оптимизация времени отыскания записи. Организация ввода-вывода и файловые системы. Принципы оценки производительности вычислительной системы (цели, исходные данные, направления использования оценок, показатели производительности, методы оценки).

2.1.5. Многопроцессорные системы

Варианты организации мультипроцессорных ОС. Планирование времени мультипроцессора для независимых и связанных процессов. Коммуникационные средства многомашинных систем. Доменная архитектура многопроцессорных вычислительных систем (ВС). Системные и прикладные разделы ВС. Разделение ВС на классы приложений.

2.2. КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

2.2.1. Эволюция компьютерных сетей.

Ресурсы сети. Концептуальные требования к архитектуре сетей. Классификация сетей.

Семиуровневая (эталонная) модель взаимодействия открытых систем Международной организации по стандартизации. Функции уровней. Модель сети интернет. Понятие протокола. Преобразование форматов протокольных блоков данных (принцип инкапсуляции). Методы коммутации в сетях передачи данных (коммутация каналов, коммутация пакетов). Сравнение методов коммутации.

2.2.2. Протокол управления физическим и информационным каналом связи

Физический уровень. Методы модуляции непрерывных сигналов. Цифровое кодирование.

Канальный уровень. Протокол управления звеном передачи данных HDLC. Фазирование и прозрачность. Понятие окна. Старт-стопный протокол. Нормальные

и асинхронные процедуры управления звеном передачи данных. Групповой и селективный режимы повторной передачи последовательности кадров.

2.2.3. Протокол сетевого уровня.

Методы адресации сетевых объектов. Адресация в IP-сетях. Методы экономии адресного пространства в IP-сетях. Задача маршрутизации. Требования к алгоритмам маршрутизации.

Команды протокола пакетной коммутации. Алгоритм маршрутизации АРПА-1. Недостатки алгоритма. Способы борьбы с ложными маршрутами. Алгоритм маршрутизации АРПА-2.

Протокол IP. Таблица маршрутизации IP-протокола и ее использование IP-протоколом.

2.2.4. Транспортный протокол

Сети дейтаграммного и виртуального сервиса. Протоколы, ориентированные на соединение (для сетей виртуального сервиса). Протоколы без соединения (для дейтаграммных сетей). Транспортный протокол ТСР. Система моделей для исследования индексов быстродействия протоколов и сетевых структур. Задержка мультипакетного сообщения в многозвенном детерминированном тракте передачи данных. Конвейерный эффект.

2.2.5. Управление потоками. Структура протоколов верхних уровней

Уровни управления потоками. Схемы управления потоками (межузловой, вход-выход, управление доступом в сеть). Блокировки процессов передачи пакетов. Сеансовый уровень.

Сетевой метод доступа. Представительный уровень. Варианты преобразования представлений. Фазы работы представительного уровня.

2.2.6. Локальные вычислительные сети (ЛВС)

Протоколы доступа к разделяемой среде передачи данных локальных сетей. Кольцо с тактированным доступом. Кольцо и шина с маркерным доступом (методы доступа Token Ring и Token Bus). Шина со случайным доступом (метод доступа Ethernet). Коммутируемые ЛВС.

2.2.7. Архитектура вычислительных систем.

Параллелизм компьютерных вычислений. Одно- и многопроцессорные архитектуры. Подходы к организации многопроцессорных вычислительных систем. Доменная архитектура. Архитектурные приемы реализации микропроцессоров. Коммуникационные среды для объединения компонент вычислительной системы. Шинные интерфейсы. Архитектура иерархической памяти. Организация кэш-памяти.

2.2.8. Модели организации сетевых архитектур.

Стандарты, сервисы, уровневые протоколы, стеки протоколов, вычислительные, программные и информационные ресурсы телекоммуникационных технологий; модели и методы программирования и обработки данных в сетевых окружениях; именование телекоммуникационных объектов; сокетная парадигма программирования в компьютерных сетях.

2.2.9. Проблемы организации эффективного функционирования компьютерных сетей.

Исследование и оценка характеристик функционирования компьютерных сетей; инструменты исследования операционных характеристик и индексов производительности компьютерных сетей; технология проектирования протокольных систем, платформы для построения распределенных кооперированных систем; программное обеспечение компьютерных сетей.

2.2.10. Средства моделирования вычислительных систем и сетевых структур.

Сети и системы массового обслуживания применительно к анализу функционирования компонент вычислительных систем, компьютерных сетей и обеспечения качества сервисов. Индексы быстродействия вычислительных систем и компьютерных сетей. Области применимости систем массового обслуживания с дискретным и непрерывным временем, с конечным и неограниченным накопителем. Формализация подсистем вычислителя и сетевых структур детерминированными и стохастическими конвейерами. Система моделей комплексного исследования вычислительных систем и компьютерных сетей.

2.2.11. Модели многоуровневой памяти вычислительных систем.

Модели влияния ассоциативности кэш-памяти на вероятность попадания в кэш. Урновая модель кэша. Модель кэша с идеальным вытеснением. Модель кэша для вытесняющей стратегии с ошибками.

Динамические свойства идеального кэша. Модели влияния глубины неблокируемости кэша на быстродействие подсистемы памяти. Модель влияния частоты изменений данных на операционные характеристики подсистемы памяти. Оптимизация архитектуры подсистемы памяти. Модель разделяемой памяти блокирующего типа многопроцессорной вычислительной системы.

2.2.12. Замкнутые и открытые модели звена передачи данных.

Структура линейного протокола. Замкнутые модели нормальных и асинхронных управляющих конвейерных процедур для режимов групповой и селективной повторной передачи. Оптимизация протокольных параметров (длина кадра, размер окна). Открытые модели двухзвенного сетевого фрагмента.

Сравнительный анализ дискретной и непрерывной моделей влияния блокировок буферной памяти пропускную способность двухзвенного сетевого фрагмента.

2.2.13. Модели звездообразного фрагмента сети.

Модели расщепления сетевого трафика.

Стратегии разделения буферной памяти между выходными каналами центрального (транзитного) узла звездообразного сетевого фрагмента. Модель агрегирования абонентского трафика в магистральный канал. Модель случайного множественного доступа с контролем несущей и обнаружением конфликтов в проводных локальных сетях. Модель случайного множественного доступа с

контролем несущей и предотвращением коллизий в беспроводных локальных сетях. Эффект захвата разделяемой среды передачи данных в беспроводных сетях.

Меры предупреждения эффекта захвата.

2.2.14. Потокосые и конвейерные модели многозвенного тракта передачи данных.

Модель многозвенного тракта передачи данных в виде открытой сети СМО. Детерминированные модели виртуального соединения с однородным и неоднородным трафиком. Оптимизация задержки абонентских сообщений в многозвенных виртуальных соединениях.

Стохастические конвейерные модели процесса транспортировки мультипакетных сообщений в многозвенных трактах передачи данных. Потокосые модели процесса информационного переноса в многозвенных виртуальных соединениях, управляемых асинхронными процедурами транспортного протокола. Способы учета дополнительной нагрузки от конкурентных потоков в транзитных участках переприема многозвенного виртуального канала. Метод синтеза размера окна транспортного протокола. Анализ влияния длительности сквозного тайм-аута на среднюю задержку прикладных данных. Метод синтеза длительности тайм-аута ожидания квитанций транспортного протокола.

Литература по разделу 2

1. Бертсекас Д., Галлагер Р. Сети передачи данных: Пер. с англ. М.: Мир, 1989. – 544 с.
2. Блэк Ю. Сети ЭВМ: Протоколы, стандарты, интерфейсы. М.: Мир, 1990. – 506 с.
3. Богуславский Л.Б. Управление потоками данных в сетях ЭВМ. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 168 с.
4. Бутрименко А.В. Разработка и эксплуатация сетей ЭВМ. М.: Финансы и статистика, 1981. – 256 с.
5. Гостев И. М. Операционные системы : Учебник и практикум для вузов / Гостев И. М. – М.: Юрайт, 2022. – 164 с.
6. Дейтел Г. Введение в операционные системы: В 2-х т. Пер. с англ. М.: Мир, 1987, Т.1 – 359 с., т.2 – 398 с.
7. Дибров М. В. Компьютерные сети и телекоммуникации. Маршрутизация в IP-сетях в 2 ч. Часть 1. Учебник и практикум. – М.: Юрайт, 2022. – 333 с.
8. Дэвис Д., Барбер Д., Прайс У., Соломонидес С. Вычислительные сети и сетевые протоколы. М.: Мир, 1982. – 562 с.
9. Замятин А. В., Сущенко С.П. Операционные системы: учебное пособие. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2020. – 220 с.
10. Замятина О. М. Инфокоммуникационные системы и сети. Основы моделирования: Учебное пособие. – М.: Юрайт, 2022. – 159 с.
11. Кейслер С. Проектирование операционных систем для малых ЭВМ. – М.: Мир, 1986. – 680 с.

12. Кобылянский В. Г. Операционные системы, среды и оболочки. – СПб.: Лань, 2021. – 120 с.
13. Мизин И.А., Богатырев В.А., Кулешов А.П. Сети коммутации пакетов. – М.: Радио и связь, 1986. – 408 с.
14. Нефедов В. И. Общая теория связи : Учебник для вузов / Нефедов В. И., Сигов А. С. ; под ред. Нефедова В.И. – М.: Юрайт, 2022. – 495 с.
15. Протоколы информационно-вычислительных сетей: Справочник / С.А.Аничкин, С.А.Белов, А.В.Бернштейн и др./ Под ред. И.А.Мизина, А.П.Кулешова. – М.: Радио и связь, 1990. – 504 с.
16. Скляр О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи. – СПб.: Лань, 2022. – 268 с.
17. Стандарты по локальным вычислительным сетям: Справочник / В.К.Щербо, В.М.Киричев, С.И.Самойленко/ Под ред. С.И.Самойленко. М.: Радио и связь, 1990. – 304 с.
18. Танненбаум Э. Компьютерные сети. – СПб.: Питер, 2002. – 848 с.
19. Танненбаум Э. Современные операционные системы. – СПб.: Питер, 2002. – 1040 с.
20. Цикритзис Д., Бернштейн Ф. Операционные системы. М.: Мир, 1974. – 336 с.
21. Шварц М. Сети ЭВМ. Анализ и проектирование. Пер. с англ./ Под ред. В.А. Жожикашвили. М.: Радио и связь, 1981. – 336 с.

РАЗДЕЛ 3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ. ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

3.1. МОДЕЛИ ДАННЫХ И СУБД

3.1.1. Технология БД

Функциональная схема системы БД, роли ее участников. Архитектуры систем БД. Два основных класса систем БД – OLTP и OLAP. Многоуровневая система представлений предметной области. Модель данных. Атомарная единица информации. База данных. Схема БД. Конструктивные элементы модели данных. Система управления БД. Язык определения данных. Язык манипулирования данными.

3.1.2. Структуры

Знак. Тип. Основные способы структуризации данных: абстракция, обобщение, агрегация.

Формы представления данных: комплекс, множество, кортеж, домен, атрибут, отношение.

Интерпретация данных. Представления информации: таблицы, графы.

3.1.3. Ограничения целостности

Ограничение целостности. Виды ограничений: внутренние и явные. Верификация ограничений целостности. Типы ограничений: ограничения на значения атрибутов, ограничения на отображения. Отображение. Кардинальное число (КЧ). Минимальное КЧ.

Максимальное КЧ. Виды отображений: неограниченное, полностью определенное, функциональное (частичное, полное). Виды бинарных отношений: "многие-ко-многим", "один-ко-многим", "один-к-одному". Ограничения на отображения между атрибутами одного отношения. Ключ. Ограничения на отображения между отношениями.

3.1.4. Операции

Расширенное состояние БД. Операции над данными, селекция, действие. Виды действий.

Способы селекции. Навигационные операции. Спецификационные операции. Процедуры БД.

3.1.5. ER-модель

Место ER-модели в многоуровневой системе представлений предметной области.

Структуры: множество сущностей, множество связей, роль, множество значений, атрибут.

Представление интенционала БД: ER-диаграмма. Представление экстенционала БД: графы, таблицы. Ограничения целостности: ключ сущности, ключ связи, зависимость существования, зависимость по идентификации. Назначение модели. Модификации ER-модели Чена: расширенная ER-модель, нотация Баркера, нотация IDEF1X.

3.1.6. ERM-модель

Семантические категории. Единичные атрибутивные суждения и единичные суждения об отношениях, их функциональные формы. Структуры: объект, класс объектов, сущность, множество сущностей, связь, множество связей, отображение, атрибут, значение, множество значений, специализация и категоризация. Простые и сложные отображения. Формальная система ТСЗО. Ограничения целостности: количественные характеристики отображений, типы отображений, ограничения на специализации и категоризации, следствия и эквивалентности отображений. Алгебра отображений. Представление ERM-схем. Методика ERM-моделирования.

3.1.7. Реляционная модель

Структуры: отношение, кортеж, домен, степень отношения, мощность отношения, атрибут. Ограничения целостности: возможный ключ, первичный ключ, суррогатный ключ, внешний ключ, триггер. Навигационные операции, курсоры. Спецификационные операции: реляционная алгебра, реляционное исчисление с переменными-кортежами, реляционное исчисление с переменными на доменах, реляционный язык SQL.

3.1.8. Теория реляционных БД и классическая методика проектирования реляционных схем БД

Универсальное отношение. Аномалии. Функциональные зависимости. Нормальные формы отношений. Нормальная форма Бойса-Кодда. Аксиомы функциональных зависимостей.

Минимальное покрытие множества функциональных зависимостей. Классическая методика проектирования реляционных схем БД.

3.1.9. Семантическая методика проектирования реляционных схем БД

Функциональное моделирование предметной области. Семантическое моделирование данных с использованием ER-модели. Логическое проектирование данных. Правила трансформации схемы БД из ER-модели в реляционную модель. Физическое проектирование БД.

3.2. ПОСТРЕЛЯЦИОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

3.2.1. Хранилища данных.

Определение понятия «хранилище данных». Сравнение систем OLTP и хранилищ данных. Проблемы разработки и сопровождения хранилищ данных. Архитектура хранилища данных. Информационные потоки в хранилище данных. Инструменты и технологии хранилищ данных. Магазины данных. Организация хранилищ данных с использованием средств Oracle.

3.2.2. Проектирование хранилищ данных.

Проектирование базы данных для хранилища данных.

Моделирование размерностей. Методика проектирования базы данных для хранилища данных. Критерии оценки размерностей хранилища данных. Проектирование хранилища данных с использованием СУБД Oracle.

3.2.3. OLAP-технология.

Оперативная аналитическая обработка данных (OLAP). Приложения OLAP. Преимущества OLAP. Представление многомерных данных. Инструменты OLAP.

Категории инструментов OLAP. Расширения языка SQL для поддержки OLAP.

3.2.4. Объектно-ориентированная и объектно-реляционная модели данных.

Объектно-ориентированная и объектно-реляционная модели данных. Основные понятия. Сравнение этих моделей с реляционной моделью данных и с объектно-ориентированной парадигмой программирования. Реализация объектно-реляционной модели данных в СУБД Oracle.

3.2.5. Определяемые пользователем типы, объектные представления и методы.

Работа с абстрактными типами данных. Защита абстрактных типов данных. Индексирование атрибутов абстрактных типов данных. Реализация объектных представлений. Манипулирование данными посредством объектных представлений. Использование триггеров INSTEAD OF. Синтаксис создания методов. Управление методами.

3.2.6. Коллекторы.

Массивы переменной длины: создание, вставка записей, выборка данных.

Вложенные таблицы: создание, вставка записей, выборка данных. Дополнительные функции для вложенных таблиц и массивов переменной длины. Вопросы управления для вложенных таблиц и массивов переменной длины.

3.2.7. Расширенные объектно-ориентированные концепции.

Объектные таблицы и OID: создание, вставка строк, выборка значений, изменение и удаление строк. Функции REF и Deref. Функция VALUE. Объектные представления с REF. Как генерировать OID. Как генерировать ссылки. Объектный PL/SQL.

3.3. СОВРЕМЕННЫЕ ПЛАТФОРМЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

3.3.1. Основные архитектурные типы платформ.

Потоки данных; слои, компонентная архитектура; вызов и возврат, событийное управление; данные и объектная организация; архитектура с разделяемыми данными (репозиторий); интерпретатор (виртуальная машина). Архитектурные шаблоны и архитектурные стили.

3.3.2. Основные архитектурные шаблоны.

Модель предметной области. Сценарий транзакции. Модуль таблицы. Диспетчер.

3.3.3. Архитектурные стили распределенных приложений.

Клиент/сервер; хост-терминал; широкополосный вызов; пакетный режим.

3.3.4. Шаблоны интеграции информационных систем.

Топология («точка-точка», «звезда», «общая шина»); первичная ориентация (данные, функции объекты, понятийная модель); технология обмена информацией (файлы, база данных, вызов процедур, сообщения).

Выбор типа платформы. Применение архитектурных шаблонов и шаблонов интеграции. Стандартизация в области архитектуры программных систем. Коммерческие платформы. Примеры реализации архитектурных стилей, подходов и шаблонов в коммерческих платформах.

3.4. ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

3.4.1. Язык UML. Общая характеристика.

История развития методов объектно-ориентированного анализа и проектирования.

Основные задачи языка UML. Прямое и обратное проектирование.

3.4.2. Основные элементы языка UML.

Элементы языка UML. Механизмы расширения UML. Диаграммы UML.

3.4.3. Общая характеристика порождающих типовых приемов проектирования.

Контекст применения порождающих типовых приемов проектирования. Краткая характеристика порождающих типовых приемов проектирования. Подробный разбор одного из порождающих приемов проектирования (на выбор). Анализ порождающих типовых приемов проектирования.

3.4.4. Общая характеристика структурных приемов проектирования.

Контекст применения структурных типовых приемов проектирования.
Краткая характеристика структурных типовых приемов проектирования.
Подробный разбор одного из структурных приемов проектирования (на выбор).
Анализ структурных типовых приемов проектирования.

3.4.5. Общая характеристика поведенческих типовых приемов проектирования.

Контекст применения поведенческих типовых приемов проектирования.
Краткая характеристика поведенческих типовых приемов проектирования.
Подробный разбор одного из поведенческих приемов проектирования (на выбор).
Анализ поведенческих типовых приемов проектирования.

3.4.6. Концепция архитектурных слоев. Основные архитектурные слои. Типовые подходы к реализации бизнес-логики.

Понятие архитектурного слоя. Концепция слоев: достоинства и недостатки.
Эволюция подхода, основанного на применении слоев. Основная модель приложения. Краткая характеристика пакетов основной модели. Типовые приемы организации бизнес-логики.

3.4.7. Типовые архитектуры Web-приложений.

Стандартные способы реализации Web-приложений. Особенности реализации стратегии MVC в Web. Типовые приемы реализации контролеров. Типовые приемы реализации видов.

3.4.8. Эволюция процессов разработки ПО.

Последовательная модель процесса разработки ПО. Эволюционная модель процесса разработки ПО. Достоинства и недостатки этих подходов. Краткая характеристика современных процессов разработки ПО.

3.4.9. Основные идеи Унифицированного процесса разработки ПО.

Понятие варианта использования (ВИ). Роль вариантов использования в Унифицированном процессе (УП) разработки ПО. Понятие архитектуры. Роль архитектуры в УП. Понятие итерации и инкремента. Управление рисками.

3.4.10. Обобщенная итерация в рамках Унифицированного процесса разработки.

Понятие обобщенной итерации в рамках Унифицированного процесса разработки ПО.

Краткая характеристика основных исполнителей и потоков работ в рамках обобщенной итерации. Специализация обобщенной итерации в контексте одной из фаз унифицированного процесса.

Литература по разделу 3

1. Буч Г., Д. Рамбо, А. Джекобсон. UML. Руководство пользователя. – М.: ДМК Пресс, 2000. – 432 с.
2. Бэлсон Д. и др. Внутренний мир Oracle8. Проектирование и настройка. – К.: ДиаСофт, 2000. – 800 с.

3. Галиаскаров Э. Г. Анализ и проектирование систем с использованием UML: Учебное пособие для вузов / Галиаскаров Э. Г., Воробьев А. С. – М.: Юрайт, 2022. – 125 с.
4. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж., Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. – СПб.: Изд-во «Питер», 2007. – 368 с.
5. Гарсиа-Молина Г., Ульман Д., Уидом Д. Системы баз данных. Полный курс: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2003. – 1088 с.
6. Грабер М. SQL: Пер. с англ. – М.: Лори, 2000. – 371 с.
7. Дейт К. Введение в системы баз данных. 7-е издание: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2001. – 1072 с.
8. Джексон Г. Проектирование реляционных баз данных для использования с микроЭВМ: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 252 с.
9. Калянов Г.Н. CASE: структурный системный анализ (автоматизация и применение). – М.: Лори, 1996. – 242 с.
10. Кендалл Скотт. Унифицированный процесс. Основные концепции. – М.: Вильямс, 2002. – 160 с.
11. Колетски П., Дорси П. Oracle Designer. Настольная книга пользователя: Пер. с англ. – М.: Лори, 1999. – 592 с.
12. Коннолли Т., Бегг., Страчан А. Базы данных: проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2000. – 1120 с.
13. Кренке Д. Теория и практика построения баз данных: Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2003. – 800 с.
14. Кролл Пер, Филипп Крачтен. Rational Unified Process – это легко. Руководство по RUP для практиков. – М.: Кудиц-Образ, 2004. – 432 с.
15. Ларман К.. Применение UML и шаблонов проектирования. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.
16. Маран М. М. Программная инженерия. – СПб.: Лань, 2022. – 196 с.
17. Советов Б. Я. Базы данных : Учебник для вузов / Советов Б. Я., Цехановский В. В., Чертовской В. Д. – М.: Юрайт, 2022. – 420 с.
18. Ульман Д. Основы систем баз данных: Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 334 с.
19. Ульман Д., Уидом Д. Введение в системы баз данных: Пер. с англ. – М.: Лори, 2000. – 319 с.
20. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений. – М.: Вильямс, 2004. – 544 с.
21. Фаулер М., К.Скотт – UML. Основы. – СПб.: Символ-Плюс, 2002. – 192 с.
22. Хансен Г., Хансен Д. Базы данных: разработка и управление: Пер. с англ. – М.: БИНОМ, 1999. – 699 с.
23. Черткова Е. А. Программная инженерия. Визуальное моделирование программных систем. – М.: Юрайт, 2022. – 147 с.

24. Энсор Д, Стивенсон Й. Oracle8: рекомендации разработчикам. – К.: Изд. Группа ВНУ, 1998. – 128 с.

25. Якобсон А., Буч Г., Рамбо Дж. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения. – СПб.: Питер, 2002. – 496.

2.5. Шкала оценивания ответов на экзамене:

| неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
|----------------------------|--------------------------|----------------|-----------------|
| до 59 баллов | 60 – 75 баллов | 76 – 84 баллов | 85 – 100 баллов |

Общая продолжительность экзамена составляет 45 минут.

Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Минимальное количество баллов для успешного прохождения экзамена – 60. Поступающий, набравший менее 60 баллов за экзамен, не может быть зачислен в аспирантуру.

Таблица критериев оценки устных и письменных ответов (при наличии)

| Вид деятельности | | |
|----------------------------|-------------|---|
| Оценка | Балл | Уровень владения темой |
| неудовлетворительно | до 59 | Выставляется абитуриенту, который не продемонстрировал значительной части материала, допускает существенные ошибки, показывает фрагментарные знания (или их отсутствие), частично освоенное умение (или его отсутствие). Списывание является основанием для получения оценки «неудовлетворительно». |
| удовлетворительно | 60-75 | Выставляется абитуриенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала. Показывает общее, но не структурированное знание, в целом успешное, но не систематическое умение. |
| хорошо | 76-84 | Выставляется абитуриенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу его излагает. Не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы. Соответствующие знания и умения в целом сформированы, но содержат отдельные пробелы. |

| | | |
|----------------|--------|---|
| отлично | 85-100 | Выставляется абитуриенту, который глубоко и прочно усвоил материал и исчерпывающе, грамотно, логически стройно и творчески его изложил. Соответствующие знания и умения сформированы полностью. |
|----------------|--------|---|

Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл, выставленный всеми членами экзаменационной комиссии.