

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО КОНКУРСНОЙ ГРУППЕ
«ФРКТ ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ**

Билет включает 2 вопроса. Первый вопрос - из раздела программы, соответствующего направленности, по которой поступающий намерен обучаться. Второй вопрос - по будущей диссертационной работе поступающего: тематика, имеющийся задел, наличие научного руководителя, публикаций. Могут быть также заданы вопросы по содержанию выпускной квалификационной работы (магистра, специалиста).

На подготовку дается 1 час, при этом разрешено пользоваться литературой за исключением электронных носителей. Не разрешается использование средств связи и доступа в интернет. Поступающий отвечает по билету в форме устного собеседования, в ходе которого могут быть заданы дополнительные вопросы по соответствующему разделу программы.

Раздел «Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети»

1. Первые МП, CISC, RISC и postRISC архитектуры. Структура микропроцессоров различных архитектурных платформ. Характеристики микропроцессоров.
2. Организация конвейера в CISC - микропроцессорах, простых RISC – микропроцессорах, суперскалярных и VLIW – микропроцессорах.
3. Основные группы команд в системах команд МП. Режимы адресации. Формат и размер команд.
4. Конвейерная выборка команд. Кэш команд, trace кэш, предподкачка команд.
5. Обработка переходов. Предсказание переходов.
6. Группирование команд в суперскалярных МП. Переименование регистров в суперскалярных МП.
7. Элементы управления в конвейерных структурах с динамическим планированием потока команд (scoreboarding, reservation station, reorder buffer).
8. Отложенная запись и bypass в RISC МП.
9. Иерархия памяти Кэш-память данных первого, второго (третьего) уровня.
10. Поддержка работы с виртуальной памятью.
11. Механизмы поддержания когерентности в иерархии памяти.
12. Организация основной памяти.
13. Структура внешнего интерфейса МП. Шины. Кольца. Коммутаторы. Сети.
14. Desktop PC и network PC. Рабочие станции. Серверы. Кластерные системы.
15. MPP. SMP. NUMA.
16. Базовые установки стандартов OSI/ISO. Стандарты серии IEEE 802: подуровни LLC, MAC и PHY.
17. Процедуры обнаружения и исправления искаженных битов в структуре кадра. Базовые процедуры доступа к среде в технологии MCSA/CD: захват канала, обнаружение конфликтов, разрешение конфликтов.
18. Управление потоком в режиме скользящего окна: групповое и индивидуальное квитиование.
19. Высокоскоростные реализации технологии Ethernet: Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet.
20. Коммутация пакетов с установлением и без установления соединения. Технология виртуальных каналов в глобальных сетях.

21. Адресация в Internet. Варианты адресации в протоколе IP: классовая и бесклассовая адресация. Установление соответствия между локальными и IP-адресами в локальных и глобальных сетях.
22. Маршрутизация в сети Internet: протоколы на основе дистанционно-векторного алгоритма (RIP1 и RIP2), протоколы маршрутизации по состоянию связей (OSPF), маршрутизация между автономными системами (BGP).
23. Функции адаптации к трафику на архитектурном уровне ATM: параметры трафика, параметры QoS, типы трафика, соглашение об уровне обслуживания, методы соблюдения QoS. Модели реализации QoS в сети Internet: интегрированное обслуживание IntServ, дифференцированное обслуживание DifServ.
24. Обеспечение качества обслуживания при продвижении пакетов в узлах коммутации - модель маркерного ведра, профилирование трафика, дисциплины очередей.
25. Основы протоколов TCP и UDP. Модели служб TCP и UDP. Форматы TCP- сегмента и UDP-дейтаграммы. Управление трафиком в протоколе TCP. Управление передачей, влияние размера окна на производительность, стратегия повторных передач, управление таймерами.

Раздел «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»»

1. Системы и языки программирования, их классификация по разным критериям. Способы реализации языков в вычислительных машинах (компиляторы, интерпретаторы, компиляторы интерпретирующего типа). Понятие синтаксиса и семантики. Формальное определение словаря, грамматики и языка.
2. Скалярные типы языков типа С. Простые переменные, массивы, перечислимый тип. Указатели. Отображение их на разных архитектурах вычислительных машин.
3. "Структура" языка С как пример типа, определяемого пользователем. Тип и объект. Разные способы получения объектов. Указатели на структуру. Работа с полями.
4. Процедурный механизм в алгоритмических языках. Методы реализации для языков типа С и Фортран. Способы передачи фактических параметров. Указатели на процедуру.
5. "Классы" в языках С++ и Джава. Скрытая и интерфейсная части типа. Получение экземпляров классов (объектов). Конструкторы и деструкторы. Использование классов при программировании сложных систем как дальнейшее развитие модульного программирования.
6. Наследование классов. Правила формирования нового типа. Конструкторы наследуемого и выводимого типов, их взаимодействие. Правила приведения типов по цепочке наследования. Виртуальные функции. Множественное наследование.
7. Переопределение операций в Языке С++ как средство повышения абстрактности и универсальности программ. Примеры переопределения бинарных, унарных, пре- и пост-фиксных операций. Полиморфизм. Приоритеты при обработке управляющих символов, таких как "()".
8. Ситуационный механизм как средство взаимодействия вызывающей и вызываемой процедур. "Порождение" и "перехват" исключений в С++ и Джава. Try-блок. Реализация механизма исключений на стеке.
9. Основные концепции системы Джава. Входной язык, его отличия от С++. Концепция защищенного программирования. Независимость от платформы. Общая характеристика окружения.
10. Распараллеливание программ для современных вычислительных машин. Модели и виды параллелизма. Поддержка параллельности в архитектурах вычислительных машин. Уровни параллельности: конвейерность, многопроцессорность, мультипроцессорность.
11. Глобальные (меж- и внутри-процедурные) анализ и оптимизации. Анализ потоков

- управления и данных. Классические прямые и обратные алгоритмы анализа и оптимизации (распространение констант, вычисление "живых" переменных).
12. Анализ потока управления. Структурированные и неструктурированные программы. Выделение структурированных компонентов. Интервальный анализ. Приведение структур управления к базовым. Построение потокового графа для структурированной программы.
 13. Разметка графа. Понятие критического пути. Оптимизация "втягивание в альтернативу". Устранение ложных информационных зависимостей. Оптимизация дозированным добавлением операций управления. Использование алгебраических свойств операций.
 14. Методы оптимизации циклов. Вынесение инвариантов. Индуктивные переменные. Параллельность циклов в потоковой машине и многопроцессорной системе. Наложение или совмещение операций. Опережающее считывание, запаздывающая запись, базирование регистров, выходы из циклов.
 15. Анализ зависимостей в циклах. Индексный анализ как задача целочисленного программирования. Решение систем линейных диофантовых уравнений. Экономные методы решения целочисленных неравенств. Метод Фурье-Моцкина. Выявление направлений и дистанций информационных зависимостей.
 16. Оптимальное планирование потока команд. Алгоритмы компактировки кода (приоритетное планирование списков с оптимальным назначением исполнительных устройств для ациклических программ и конвейеризованных циклов).
 17. Стратегия распределения аппаратных ресурсов при компактировке кода. Оптимизация регистров на базе алгоритма раскраски графа.
 18. Понятие об архитектуре вычислительных систем. "Аппаратная" и "программная" компоненты архитектуры. Различные типы архитектур и их примеры.
 19. Основные компоненты современных операционных систем и их характеристики.
 20. Управление памятью в современных операционных системах. Проблематика отображения адресного пространства. Сегментная, страничная и сегментно-страничная организация. Фрагментация памяти (внутренняя, внешняя). Мусорщики.
 21. Управление процессами и задачами. Понятие процесса. Классификация. Методы синхронизации (семафоры, мониторы). Потоки Джава, как пример реализации мониторов в языке программирования.
 22. Управление файлами. Структура файловых систем, стратегии распределения и защиты ресурсов, управление информацией.
 23. ОС UNIX как удачный пример мобильной операционной системы. Общая философия и основные технические решения (файлы, память, процессы, командный язык).

Раздел «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

1. Решение систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона. Теорема о квадратичной скорости сходимости. Методы простых итераций, анализ сходимости. Метод продолжения по параметру.
2. Численное дифференцирование. Основные разностные аппроксимации первых и вторых производных. Ошибка аппроксимации, ошибка округления. Оптимальный шаг численного дифференцирования. Метод сеток для уравнения теплопроводности. Простейшие разностные схемы (явная, неявная). Аппроксимация уравнений, начальных и краевых условий. Реализация явной схемы. Счет по слоям. Реализация неявной схемы, уравнения на верхнем слое, его решение методом прогонки.
3. Численное интегрирование задачи Коши для систем ОДУ. Метод сеток, простейшие разностные схемы (Явная и неявная схемы Эйлера, схема с центральной разностью). Реализация разностных схем. Ошибка аппроксимации, критерии малости шага сетки.

4. Типичные задачи вычислительной линейной алгебры. Матричный анализ. Теория возмущений и числа обусловленности. Вычисления с конечной точностью.
5. Треугольные системы. LU-разложение. Симметричные матрицы. Ленточные матрицы. Разреженные матрицы. LDMT и LDLT разложения. Ортогональные матрицы. Матрицы Хаусхолдера и Гивенса. QR-разложение. SVD-разложение.
6. Проблема собственных значений. Хессенбергова форма и форма Шура. Теория возмущений. Устойчивый QR метод. Симметричный QR метод и SVD.
7. Выпуклая оптимизация и двойственность. Условия экстремума в гладких задачах, теорема Левитина-Милютин-Осмоловского. Двойственность в выпуклом и линейном программировании.
8. Принцип максимума Понтрягина в вариационном исчислении и оптимальном управлении.
9. Принцип Лагранжа для гладко-выпуклых задач. Принцип Лагранжа в теории оптимального управления.
10. Основные понятия и задачи статистического оценивания. Экспоненциальное и регулярное семейства распределений. Правдоподобие. Статистическая теория принятия решений.
11. Байесовский вывод. Сравнение байесовского и частотного подхода к статистическому оцениванию. Байесовская теория принятия решений. Исключение мешающих параметров. Перестановочность. Теорема де Финетти.
12. Асимптотическая нормальность апостериорного распределения. Теорема Дуба. Условия Ибрагимова и Хасьминского. Состоятельность байесовских оценок. Теорема Бернштейна фон Мизеса.
13. Линейный регрессионный анализ. Обычный и обобщенный методы наименьших квадратов. Оценивание ошибок линейной модели. Проверка гипотез о параметрах линейной модели. Доверительные интервалы.
14. Нелинейный регрессионный анализ. Основные методы непараметрической регрессии (многомерная непараметрическая регрессия, нейронные сети, радиальные базисные функции, регрессия на основе системы поддерживающих векторов, кригинг).
15. Постановка задачи снижения размерности. Линейные методы снижения размерности. Анализ главных компонент. Многомерное шкалирование.
16. Постановка задачи классификации. Байесовский классификатор. Линейные классификаторы: персептрон. Алгоритм Розенблатта. Метод опорных векторов. Оптимальная гиперплоскость. Алгоритм построения оптимальной гиперплоскости. Оценка вероятности ошибки обобщения через число опорных векторов.
17. Теория обобщения Вапника–Червоненкиса. VC-размерность, определение, основное свойство. Верхняя оценка вероятности ошибки классификации через VC-размерность класса функций классификации.
18. Задача универсального прогнозирования в режиме онлайн: статистический подход. Калибруемость прогнозов. Алгоритм вычисления хорошо калибруемых прогнозов.
19. Элементы теории алгоритмов Машины Тьюринга, машины Поста, нормальные алгоритмы Маркова. Оценки сложности алгоритмов. NP – Задачи (алгоритмы).
20. Элементы теории языков. Конечные автоматы – автоматные грамматики, магазинные автоматы – контекстно-свободные грамматики.
21. Алгоритмы на графах. Понятие графа. Особые классы графов. Поиск на графах в ширину, в глубину. Алгоритмы поиска минимального пути.
22. Объект = данные + методы работы с ними. Абстракция как средство моделирования реальности при помощи объектов. Инкапсуляция. Модификация и оптимизация программ при помощи инкапсуляции. Наследование. Повторное использование кода. Полиморфизм как средство обеспечения расширяемости программ. Понятие интерфейса как альтернативного средства обеспечения полиморфизма.

23. Динамические массивы, списки и их сравнение. Очередь и стек. Понятие отображения (map). Реализация отображений через бинарные деревья и хэш-таблицы. Понятия динамических объектов и кучи (heap). Базовые операции работы с кучей. Сборка мусора.
24. СУБД. Логическая и физическая структура данных. Средства обеспечения целостности данных. Транзакции. Реляционная модель данных. Нормализация данных. ER – диаграммы. Язык SQL. Хранилища данных. Сравнение с операционными БД. Денормализация. Многомерная модель данных. OLAP. Витрины данных. Их использование в качестве промежуточного слоя в трехуровневой архитектуре.
25. Понятие архитектуры распределенных вычислительных систем. Компьютерные сети. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (OSI Seven – Layer Model). Концепция клиент-сервер. Примеры ее применения.

Раздел «Теоретические основы информатики»

1. Передача информации. Модель системы связи и роль каждого из блоков. Шенноновские меры информации: собственная информация, энтропия, взаимная информация. Статистические источники с памятью и без памяти. Энтропия стационарного источника. Предельные средняя и условная энтропии.
2. Кодирование источника информации. Теоремы Шеннона для источника. Разделимые и неразделимые коды. Префиксный код. Теорема Мак-Миллана. Неравенство Крафта. Коды Шеннона, Фано, Хаффмена. Универсальное кодирование: алгоритмы Лемпела-Зива-Велча, алгоритм Лемпела-Зива. Арифметическое кодирование.
3. Кодирование для канала: Классификация каналов. Лемма об обработке информации и граница Фано. Пропускная способность канала. Симметричный канал без памяти, его параметры и характеристики. Вычисление пропускной способности каналов, учет симметрии по входам и выходам.
4. Декодирование как разделение всей области сигналов на выходе канала на отдельные подобласти. Декодирование с отказом решений и без отказов. Ошибки декодирования. Прямая и обратная теоремы Шеннона. Экспонента вероятности ошибки для бинарного симметричного канала без памяти.
5. Непрерывные источники и непрерывные каналы. Теорема Котельникова.
6. Конечные поля, векторные пространства. Группы, кольца и поля. Кольца многочленов. Алгоритм Евклида.
7. Блочные коды. Границы Синглтона, Плоткина, Бассалыго—Элайеса, Хэмминга, Варшамова—Гилберта.
8. Циклические коды. Систематическая форма порождающей и проверочной матриц.
9. Коды Боуза—Чоудхури—Хоквингема (БЧХ). Коды Рида—Соломона (РС). Алгебраическое декодирование кодов Рида-Соломона.
10. Сверточные коды. Алгоритм Витерби. Турбо коды и коды с низкой плотностью проверок на четность.
11. Ранговые коды. Матричное и векторное представление. Граница Синглтона. Алгоритмы декодирования.
12. Информация как предмет защиты. Особенности информации как предмета защиты. Сценарии обмена информацией между двумя сторонами: обеспечение конфиденциальности; обеспечение целостности (хэш-функции); обеспечение аутентификации сообщений и идентификации сторон (протоколы); обеспечение невозможности отказа от авторства передающей стороной и невозможности подделки приемной стороной (цифровая подпись, хэш-функции).
13. Защита от угрозы нарушения конфиденциальности информации. Блочные и поточные шифры. Российский стандарт ГОСТ. Американский стандарт AES. Поточные шифры Асимметричные системы шифрования (криптография с открытым ключом). Общие

- принципы. Система RSA. Система El Gamal. Асимметричные системы, основанные на линейных кодах.
14. Обеспечение целостности. Криптографические хэш-функции. Определение. Алгоритмы генерирования. Российский и Американский стандарты хэширования.
 15. Аутентификации сообщений и идентификации сторон. Цифровые подписи. Общие принципы. Подпись по методу El Gamal. Российский стандарт на основе эллиптических кривых. Американские стандарты. Одноразовые подписи. Протоколы аутентификации и идентификации сторон.
 16. Протоколы распространения ключей. Протокол Диффи-Хэлла. Протоколы, основанные на использовании симметричной криптосистемы и случайных параметров. 3-этапный протокол Шамира. Предварительное распределение ключей (разделение секретов): протокол разделения секретов между n пользователями; протокол разделения секретов на основе булевых монотонных функций; протокол Блома; протокол Брикелла.
 17. Понятие о компьютерной безопасности. Дискреционная и мандатная политики безопасности. Классы защищенности средств вычислительной техники.
 18. Исходные технологии и архитектура локальных сетей. Базовые процедуры доступа к среде в технологии. Высокоскоростные и беспроводные локальные сети.
 19. Технология виртуальных каналов в глобальных сетях. Коммутация пакетов с установлением и без установления соединения. Принцип работы коммуникационной сети согласно технологии виртуальных каналов. Рекомендация протокола X.25: форматы и основные процедуры.
 20. Адресация в Internet. Базовые соглашения. Варианты адресации в протоколе IP: классовая и бесклассовая адресация. Установление соответствия между локальными и IP-адресами в локальных и глобальных сетях.
 21. Маршрутизация в сети Internet. Принцип оптимальности. Основы построения маршрутных таблиц.
 22. Протоколы TCP и UDP.

Раздел «Системный анализ, управление и обработка информации»

1. Топологические линейные пространства. Метрические пространства. Нормированные пространства. Примеры.
2. Выпуклые множества. Выпуклые функции. Функционал Минковского.
3. Линейные функционалы. Теоремы о продолжении линейного функционала.
4. Математические методы моделирования сложных систем. Классификация методов моделирования сложных систем. Основные этапы моделирования систем. Методы и средства имитационного моделирования сложных систем.
5. Понятия о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы. Системные понятия: вход, выход, обратная связь, ограничения.
6. Методы идентификации. Формулировка проблемы и классификация методов идентификации. Теория оценок. Теория статистических решений. Байесовский подход. Принцип минимакса. Метод максимального правдоподобия.
7. Задача принятия решения при неопределенности. Виды неопределенности и методы ее устранения.
8. Задачи многокритериальной оптимизации и методы их решения. Линейная свертка критериев. Метод контрольных показателей. Метод выделения основного критерия. Метод введения метрики в пространстве целевых функций. Метод последовательных уступок. Компромиссы Парето. Множества Парето.
9. Предпочтения и функции полезности.
10. Игры в развернутой и нормальной форме. Равновесия Нэша в чистых и смешанных стратегиях. Условия существования равновесия Нэша.

11. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Динамическая система как математическая модель системы управления.
12. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы. Классификация систем управления.
13. Понятия управляемости и наблюдаемости систем управления.
14. Передаточная функция линейного звена. Весовая функция, переходная функция. Частотные характеристики типовых звеньев.
15. Понятие устойчивости. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерий Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста.
16. Фильтрация по Винеру-Хопфу. Оптимальные фильтры Калмана-Бьюси.
17. Задача на условный экстремум. Теорема Куна-Таккера и ее приложения.
18. Задача линейного программирования. Симплекс-метод. Метод эллипсоидов.
19. Сложность алгоритмов. Машина Тьюринга. Классы P и NP. NP-полные и NP-трудные задачи.
20. Метод ветвей и границ
21. Постановка задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина и его связь с вариационным исчислением.
22. Динамическое программирование, уравнение Беллмана. Достаточное условие оптимальности для задачи оптимального управления.
23. Основные понятия теории массового обслуживания (ТМО): входящие потоки требований, очереди, приборы, дисциплины обслуживания. Символика Кендалла.
24. Распределение времени ожидания начала обслуживания в ТМО. Формулы Литтля.
25. Марковские процессы. Система дифференциальных уравнений для вероятностей состояний. Достаточные условия существования стационарного режима. Система алгебраических уравнений для определения стационарных вероятностей.
26. Методы расчета критического пути в календарно-сетевом планировании. Задачи определения продолжительности проекта. Основные этапы метода PERT (Program Evaluation and Review Technique).
27. Алгоритм диспетчеризации (list scheduling) для задачи календарно- сетевого планирования в условиях ограниченных ресурсов
28. Понятие информации и информационной энтропии. Дискретный канал связи и его пропускная способность. Теорема Котельникова-Шеннона
29. Преобразования Лапласа и Лапласа-Стилтьеса, производящие функции. Вероятностная трактовка преобразования Лапласа-Стилтьеса и производящей функции.
30. Преобразование Фурье, обобщенные функции.
31. Оценки, статистические решения, проверка гипотез. Оценки параметров статистических объектов, линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Алгоритм LASSO, гребневая (ridge) регрессия.
32. Обучение без учителя. Задачи и алгоритмы кластеризации. Алгоритм k-средних. Иерархическая кластеризация. EM-алгоритм.
33. Методы классификации. «Наивный» байесовский классификатор, метод ближайших соседей, метод опорных векторов, деревья принятия решений.
34. Искусственные нейронные сети. Принципы и алгоритмы обучения ИНС. Алгоритм обратного распространения ошибки.

Раздел «Управление в социальных и экономических системах»

1. Предмет теории управления. Управленческие отношения и понятие организационного управления. Критерии эффективности и ограничения при достижении цели. Понятие обратной связи и ее роль в управлении. Формализация и постановка задач управления. Задачи анализа и синтеза механизмов функционирования и управления социально-экономическими системами. Основные структуры и методы управления социально-

- экономическими системами: административно-организационные, экономические, социально-психологические и др.
2. Основные понятия системного подхода: система, элемент, структура, среда. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация и самоорганизация, интегрированные качества. Организация как система.
 3. Понятие функций управления и их классификация, общие и специфические функции, стратегическое планирование в организационных системах управления, тактическое и оперативное планирование, оперативное управление, организация и информационное взаимодействие, модели и методы принятия решений.
 4. Принципы и критерии формирования структур управления в социально-экономических системах. Основные типы организационных структур (линейные, функциональные, комбинированные, матричные), их эволюция и развитие. Особенности формирования программно-целевых структур управления на различных уровнях иерархии.
 5. Методы исследования операций. Теория массового обслуживания. Управление запасами.
 6. Постановка задач математического программирования. Оптимизационный подход к проблемам управления социально-экономическими системами. Допустимое множество и целевая функция. Классификация задач математического программирования. Задача линейного программирования. Теория двойственности. Симплекс-метод. Нелинейные задачи математического программирования. Локальный и глобальный экстремум, условия оптимальности, условия Куна-Таккера. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа. Задача стохастического программирования. Задача дискретного программирования. Метод ветвей и границ.
 7. Основы теории графов: определение графа, цепи, циклы, пути, контуры. Кратчайшие пути и контуры. Поток максимальной величины. Транспортная задача. Задача о назначениях. Задачи распределения ресурса на сетях и графах. Метод динамического программирования для многошаговых задач принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана.
 8. Предмет и основные понятия теории игр. Применение теории игр для оптимизации управленческих решений. Понятие стратегии и решения игры. Равновесия: в доминантных стратегиях, максиминное, Нэша, Байеса, Штакельберга. Матричные игры. Игры с непротиворечивыми интересами. Кооперативные игры.
 9. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Множества компромиссов и согласия.
 10. Принятие решений в условиях неопределенности. Виды неопределенности. Статистические модели принятия решений. Критерии Байеса-Лапласа, Гермейера, Бернулли-Лапласа, максиминный (Вальда), минимаксного риска Сэвиджа, Гурвица и др.
 11. Принятие коллективных решений. Теорема Эрроу и ее анализ. Правила большинства, Кондорсе, Борда. Парадокс Кондорсе. Современные концепции группового выбора.
 12. Модели и методы принятия решений при нечеткой информации. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткие отношения, операции над отношениями, свойства отношений. Принятие решений при нечетком отношении предпочтений на множестве альтернатив.
 13. Социально-экономическое прогнозирование. Временные ряды и их анализ.
 14. Основы теории активных систем. Механизмы планирования в активных системах. Механизмы стимулирования в детерминированных активных системах и активных системах с неопределенностью. Базовые механизмы распределения ресурсов, активной экспертизы, конкурсные, многоканальные, противозатратные.
 15. Цели, задачи и этапы управления проектами. Методы сетевого планирования и управления. Механизмы управления проектами.
 16. Задачи и методы финансового анализа. Математические основы финансового анализа в условиях риска и неопределенности. Задача об оптимальном портфеле ценных бумаг.

Литература

Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети

1. В.Ф.Мелехин, Е.Г.Павловский. Вычислительные машины, системы и сети. М.Издательский центр «Academia», 2010.
2. А. Танненбаум. Архитектура компьютера. СПб, Питер, 2003.
3. В. Шнитман. Современные высокопроизводительные компьютеры. М., Мир, 2003.
4. Кармахер и др. Организация ЭВМ., СПб, Питер, 2003.
5. Новиков Ю.Б., Скоробогатов П.К. Основы микропроцессорной техники. Москва, Мир, 2003
В.Г.Олифер, Н.А.Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 4-е издание. СПб, Питер, 2010.
6. Э. Таненбаум. Компьютерные сети. 4-е издание. СПб, Питер, 2009.
7. Ю.В.Чекмарев. Локальные вычислительные сети. М, «ДМК Пресс», 2009.
8. В. Столлингс. Современные компьютерные сети. СПб, Питер, 2003.
9. Дуглас. Э. Камер. Сети TCP/IP. Т.1. Принципы протоколы и структуры. 4-е издание. М, Издательский дом «Вильямс», 2003.

Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

1. Б. Керниган, Д.Ритчи. Язык программирования Си. Санкт-Петербург, 2003.
2. Б. Страуструп. Язык программирования C++. 4-е издание, Addison-Wesley Professional, 2013.
3. Робачевский А. М., Немнюгин С. А., Стесик О. Л. Операционная система UNIX. — 2-е изд., перераб. и доп.— СПб. БХВ-Петербург,2010. - 656 с: ил.
4. К. Арнольд, Дж. Гослинг. Язык программирования JAVA С-Петербург: Питер, 1997.
5. Steven S.Muchnick. Computer Design and Implementation. Morgan Kaufmann Publishers, San Fransisco, California, 1997г.
6. В.А.Евстигнеев, В.Н.Касьянов Теория графов: алгоритмы обработки деревьев. ВО «Наука», Новосибирск, 1994г.
7. Banerjee, Utpal. Loop Parallelization. Softcover, 2010.

Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

1. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. – М.: Наука, 1994.
2. Каханер Д., Моулер К., Нэш С. Численные методы и программное обеспечение. — М.: Мир, 1998.
3. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. 5-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007 – 636 с.
4. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления. Мир, 1999. – 548 с.
5. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. Теория и приложения. Мир, 2001. – 435 с.
6. Магарил-Ильяев Г.Г., Тихомиров В.М. Выпуклый анализ и его приложения. Изд-е 3-е. М.: УРСС, 2011.
7. Ибрагимов И.А., Хасьминский Р.З. Асимптотическая теория оценивания. М.: Наука, 1979.
8. V. Spokoiny. Basics of Modern Parametric Statistics. Springer, 2013 (см. <http://premolab.ru/sites/default/files/stat.pdf>).
9. Арутюнов А.В., Магарил-Ильяев Г.Г., Тихомиров В.М. Принцип максимума Понтрягина. Доказательство и приложения. М.: Факториал Пресс, 2006.

10. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков С.А., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика, 1989.
11. Вьюгин В.В. Элементы математической теории машинного обучения. М.: Московский физико-технический институт (государственный университет) – ИПФИ РАН, 2010. – 232
12. Кормен Т. Х., Лейзерсон Ч. И., Ривест Р. Л., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. – 2-е изд. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006.
13. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Структуры данных и алгоритмы. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2000.
14. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. – СПб.: Невский Диалект, 2005.
15. Керниган Б., Ритчи Д. «Язык программирования Си», 2-е издание, пер. с англ., М.: Финансы и статистика, 1992.
16. Страуструп Б. Язык программирования C++, 3-е издание, пер. с англ. - СПб.: Невский диалект, 1999 г.
17. Карпов В.Е., Коньков К.А. Основы операционных систем. Курс лекций. Учебное пособие. – М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-Университет Информационных Технологий, 2005.
18. Гарсия-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Д. Системы баз данных. Полный курс. М.: Вильямс, 2004.
19. Якобсон А., Буч Г., Рамбо Дж. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения. СПб.: Питер, 2002.

Теоретические основы информатики

1. Габидулин Э. М., Пилипчук Н. И. Лекции по теории информации: Учебное пособие. – М.: МФТИ, 2007.
2. Сагалович Ю.Л. Введение в алгебраические коды: Учебное пособие. – М.: МФТИ. 2007.
3. Габидулин Э.М., Кшевецкий А.С., Колыбельников А.И. Защита информации: Учебное пособие. – М.: МФТИ, 2017. – 262 с.
4. В. Столлингс. Современные компьютерные сети. СПб, Питер, 2003.
5. Дуглас. Э. Камер. Сети ТСП/Р. Т.1. Принципы протоколы и структуры. 4-е издание. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.

Системный анализ, управление и обработка информации

1. Антонов А.В. Системный анализ: учебник для вузов / А.В. Антонов. - М.: Высшая школа, 2004. -454 с.
2. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. СПб: Профессия, 2003. -752 с.
3. Поляк Б.Т., Хлебников М.В., Рапопорт Л.Б. Математическая теория автоматического управления. М.: ЛЕНАНД, 2019.
4. Теория управления (дополнительные главы): Учебное пособие / Под ред. Д.А. Новикова, М.: ЛЕНАНД, 2019.
5. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. М.: Наука, 1-е издание 1968 (1980, 2005).
6. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. – М.: Техносфера, 2003.
7. Лазарев А.А., Гафаров Е.Р. Теория расписаний: задачи и алгоритмы. М: МГУ, 2011.
8. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Наука, 2004.
9. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. М.: Ленанд. 2014.

Управление в социальных и экономических системах

1. Архипова Н.И., Кульба В.В., Косяченко С.А., Чанхиева Ф.Ю. Организационное управление: учеб. пособие для вузов. М.: РГГУ, 2007. - 732 с.
2. Архипова Н.И., Кульба В.В., Косяченко С.А., Чанхиева Ф.Ю. Исследование систем управления. М.: «Издательство ПРИОР», 2002.
3. Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Теория графов в управлении организационными системами. М.: Синтег, 2001. – 124 с.
4. Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами. М.: Синтег, 1997.
5. Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами. М.: Синтег, 2002. – 148 с.
6. Мильнер Б.З. Теория организации. М.: ИНФРА-М, 2002. – 480 с.
7. Новиков Д.А., Петраков С.Н. Курс теории активных систем. М.: СИНТЕГ, 1999. – 108 с.