

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт программных систем им. А.К. Айламазяна
Российской академии наук

«Утверждаю»

И.о. директора ИПС им. А.К. Айламазяна РАН

К.Т.Н.



И.И. Григорьевский

«17» октября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Математическое и программное обеспечение вычислительных систем,
комплексов и компьютерных сетей»**

Программа подготовки научных и научно - педагогических кадров в
аспирантуре

Научная специальность:

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

Форма обучения: очная

Рабочая программа предназначена для методического сопровождения преподавания дисциплины «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» аспирантам очной формы обучения по программе подготовки научных и научно - педагогических кадров в аспирантуре, научная специальность 2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)» от 20 октября 2021 года № 951;
2. Паспорт научной специальности 2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.
3. Рабочие учебные планы подготовки аспирантов ИПС им. А.К. Айламазяна РАН по программе подготовки научных и научно - педагогических кадров в аспирантуре, научная специальность 2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

Программа одобрена Ученым советом ИПС им. А.К. Айламазяна РАН (протокол № 6 от 17 октября 2023 года).

Разработал д.т.н., проф. В.М. Хачумов

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование у аспирантов представления о математических основах программирования; языках и системах программирования; технологиях разработки программного обеспечения; методах хранения и доступа к данным, организация баз данных и знаний; защите данных и программных систем

Основные задачи:

владение аспирантами знаниями по следующей тематике:

- архитектура современных компьютеров; назначение, архитектуру и принципы построения информационно - вычислительных сетей (ИВС);
- локальные и глобальные ИВС, технические и программные средства объединения различных сетей;
- языки и системы программирования, технологию разработки программного обеспечения;
- методы и средства передачи данных в ИВС, протоколы передачи данных, особенности архитектуры локальных сетей;

Формирование у обучающихся умений:

- операционные средства управления процессами при их реализации на параллельных и распределенных вычислительных системах и сетях: стандарты и программные средства;
 - аппаратные и программные методы защиты данных и программ;
 - методы хранения данных и доступа к ним, организация баз данных и знаний;
- Формирование у обучающихся умений:
- использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач;
 - применять на практике базовые профессиональные навыки;
 - использовать специализированные знания в области математического и программного обеспечения вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей для научно-исследовательской работы.

2 Место дисциплины в структуре программы подготовки научных и научно - педагогических кадров в аспирантуре

Дисциплина «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» включена в образовательный компонент программы. Шифр дисциплины – ОЗ.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных аспирантами в результате освоения образовательной программы высшего образования второго уровня (магистратура, специалитет).

Дисциплина направлена на сдачу кандидатского экзамена.

Блок	Семестр, в котором преподается дисциплина	Трудоемкость дисциплины				Вид промежуточной аттестации
		Зачетные единицы	Часы			
			Общая	В том числе		
			Аудиторная	СР		
Образовательный компонент	3,4	4	144	24	120	Экзамен кандидатский
ИТОГО		4	144	24	120	Экзамен кандидатский

3. Требования к результатам освоения дисциплины

№ пп.	Формируемые компетенции
1	Способность выявлять проблемные места в области математического и программного обеспечения вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей; ставить цель и конкретизировать ее на уровне задач; выстраивать научный аппарат исследования; строить модели исследуемых процессов или явлений.
2	Способность проводить теоретические и экспериментальные исследования в области математического и программного обеспечения вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей с использованием передовых технологий.
3	Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной

	деятельности
4	Владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий
5	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа).

4.1 Структура дисциплины (модуля)

Дисциплина преподается в 3,4 семестрах.

Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)					Вид итогового контроля	
	Всего	Всего аудит.	Из аудиторных				Самост. работа
			Лек.	Пр.	Лаб..		
Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей	144	24	24	-	-	120	Экзамен кандидатский

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

4.2.1 Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа (СР)
		Лек.	Пр.	Лаб..	
1.	Математические основы программирования	4			16
2	Компьютерные сети	2			16
3	Языки и системы программирования. Технология разработки программного обеспечения	4			16
4	Операционные системы	4			16
5	Параллельные вычисления и распределенная обработка данных	4			16
6	Организация баз данных и знаний	2			16
7	Искусственные нейронные сети	2			12
8	Программная инженерия	2			12
Итого		24			120

4.2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1	2	3	4
1	Математические основы программирования	Понятие алгоритма и его уточнения. Машины Тьюринга, нормальные алгоритмы Маркова, рекурсивные функции; эквивалентность этих уточнений. Тезис Чёрча-Тьюринга. Понятие алгоритмической неразрешимости; примеры алгоритмически неразрешимых проблем. Понятия недетерминированного, вероятностного и интерактивного алгоритмов. Понятие сложности алгоритмов. Временная и пространственная сложность алгоритма в худшем случае и в среднем; символы O , Ω , Θ в асимптотических оценках сложности. Сложность в	Лекции

		<p>худшем случае сортировки слияниями, быстрой сортировки; сложность в среднем быстрой сортировки. Понятие битовой сложности. Нижние границы сложности класса алгоритмов. Нижние границы сложности классов алгоритмов сортировки и поиска с помощью сравнений. Алгоритм, оптимальный в данном классе, оптимальность по порядку сложности.</p> <p>Понятие сложности вычислительной задачи. Классы P и NP алгоритмов распознавания языков. Проблема $P=?NP$. Сведение по Карпу, по Куку. Полиномиальная сводимость задач; NP-полные задачи (формулировка основных фактов, примеры). Теорема Кука-Левина об NP-полноте задачи выполнимости булевой формулы. Понятие коммуникационная сложности. Понятие алгебраической сложности.</p> <p>Примеры эффективных (полиномиальных) алгоритмов: быстрые алгоритмы поиска и сортировки; полиномиальные алгоритмы для задач на графах и сетях (поиск в глубину и ширину, о минимальном остове, о кратчайшем пути, о назначениях).</p> <p>Автоматы. Эксперименты с автоматами. Алгебры регулярных выражений. Теорема Клини о регулярных языках. Регулярные языки и их представление конечными автоматами. Задачи распознавания слов конечными автоматами (распознающие автоматы). Конечные автоматы, распознающие структуру дерева (tree finite automata). Альтернирующие конечные автоматы (alternating finite automata).</p>	
2	Компьютерные сети	<p>Иерархическая организация компьютерных сетей (понятия протокола, иерархии протоколов, сервис и интерфейсы, архитектуры сети), классификация транспортных сред (способы коммутации данных, типы каналов, топология среды), классификация компьютерных сетей (локальные сети, городские сети, региональные сети). Требования, предъявляемые к современным компьютерным сетям (производительность, надежность, безопасность, расширяемость, масштабируемость, управляемость, совместимость).</p> <p>Способы организации систем передачи данных (на примерах телефонных сетей, стандартов X.25, Frame Relay, SONET, ISDN, ATM, семейство xDSL, GSM сети. GPRS служба), методы уплотнения данных в канале (мультиплексирование), организация и виды коммутаторов.</p> <p>Эталонная модель OSI ISO: понятие открытой системы, основные понятия модели, распределение функций сети между уровнями модели (физический, канальный, сетевой, транспортный, сессии, представления, приложений). Модель TCP/IP.</p> <p>Теоретические основы передачи данных (данные, сигнал, передача; взаимосвязь пропускной способности канала и ширины его полосы пропускания [теорема Нийквиста-Котельникова, теорема Шеннона]). Основные виды физических сред передачи данных и их свойства (витая пара, коаксиальный кабель, оптоволокно); беспроводные каналы (радио сети, микроволновые сети, сотовые сети, спутниковые сети).</p>	Лекции
3	Языки и системы программирования. Технология разработки программного обеспечения	<p>Языки программирования. Понятие о парадигмах программирования. Процедурные, объектно-ориентированные и функциональные языки программирования. Понятие о логическом программировании.</p> <p>Концепция типа данных. Базисные типы данных в современных языках программирования (булевский, целый, вещественный, символьный, перечислимый, ограниченный, указатели, ссылки, массивы, записи). Динамические структуры данных (списки, бинарные деревья, стек, очередь), основные операции над ними, способы их машинного представления. Таблицы, поиск по ключу. Способы представления таблиц (упорядоченные массивы, деревья поиска, перемешанные</p>	Лекции

		<p>таблицы). Оценки сложности (в среднем и в худшем случае) операций поиска по ключу и вставки нового элемента в таблицу.</p> <p>Основные управляющие конструкции в современных языках программирования. Процедуры (функции): вызов процедур, способы передачи параметров, локализация переменных, побочные эффекты. Понятие исключительной ситуации. Обработка исключительных ситуаций. Понятие модуля, отдельная трансляция (зависимая и независимая). Средства инкапсуляции данных. Абстрактные типы данных.</p> <p>Основные принципы объектно-ориентированного программирования. Понятие класса и его реализация в современных языках программирования. Объекты (основные свойства и отличительные признаки). Наследование. Полиморфизм. Динамическое связывание методов. Абстрактные классы и интерфейсы. Понятие о родовых модулях и шаблонах. Обобщенное программирование.</p> <p>Машинно-ориентированные языки, язык ассемблера. Представление машинных команд и констант. Команды транслятору. Их типы, принципы реализации. Макросредства, макровыводы, языки макроопределений, условная макрогенерация, принципы реализации.</p>	
4	Операционные системы	<p>Основы архитектуры операционных систем. Базовые понятия - процесс, ресурс. Физические, виртуальные (логические) ресурсы. Структура ОС. Ядро. Системные вызовы. Структурная организация ОС. Монолитные, микроядерные ОС. Логические функции ОС. Прерывания, обработка прерываний. Мультипроцессные (мультипрограммные) ОС, требования к аппаратуре компьютера по обеспечению корректного мультипроцессирования. Управление процессами. Управление устройствами. Управление данными. Задачи планирования. Типы ОС: пакетные, разделения времени, реального времени. Сетевые, распределенные ОС.</p> <p>Управление процессами. Определение процесса. Жизненный цикл, состояния процесса. Основные типы процессов: полновесные процессы, легковесные процессы (нити). Контекст процесса. Планирование распределения времени ЦП между процессами -основные подходы: вытесняющие и невытесняющие стратегии; алгоритмы, основанные на квантовании; алгоритмы, использующие приоритет: планирование по наивысшему приоритету, понятие относительного и абсолютного приоритета, алгоритмы, использующие изменяющийся приоритет. Очереди с обратной связью. Смешанные алгоритмы планирования.</p> <p>Взаимодействие процессов. Взаимодействие параллельных процессов и их синхронизация. Классификация средств межпроцессного взаимодействия. Разделяемые ресурсы и синхронизация доступа к ним. Взаимное исключение. Тупики. Механизмы обеспечения взаимного исключения: семафоры, Дейкстры, мониторы Хоара, обмен сообщениями. Способы реализации взаимного исключения в однопроцессорных ЭВМ, многопроцессорных ЭВМ с общей памятью, в распределенных вычислительных системах. Классические задачи синхронизации процессов: «обедающие философы», «читатели и писатели», «спящий парикмахер». Типовые средства межпроцессного взаимодействия (базовые средства взаимодействия процессов ОС Unix, IPC ОС Unix, сокеты, MPI).</p> <p>Файловые системы. Файлы, структурная организация файлов. Атрибуты файлов. Типовые программные интерфейсы работы с файлами. Структура файловой системы, подходы в практической реализации. Модели реализации файлов. Понятие индексного узла (дескриптора). Модели реализации каталогов. Квотирование пространства файловой системы. Надежность файловой системы, целостность файловой</p>	Лекции

		системы. Распределенные файловые системы. Алгоритмы обеспечения консистентности кэшей в распределенных файловых системах.	
5	Параллельные вычисления и распределенная обработка данных	<p>Параллельная и конвейерная обработка данных. Параллелизм и конвейерность в архитектуре современных высокопроизводительных компьютеров. Скалярные и векторные команды. Скалярные, конвейерные и векторные устройства. Иерархия памяти в компьютерах как средство повышения скорости выполнения программ, локальность вычислений и локальность использования данных. Закон Амдала и его следствия, суперлинейное ускорение.</p> <p>Основные классы современных параллельных вычислительных систем. Компьютеры с общей памятью, примеры, причины снижения производительности на реальных программах. Архитектуры SMP, NUMA, ccNUMA. Коммутация процессоров и модулей памяти, шина, матричный коммутатор, омега-сеть. Векторно-конвейерные вычислительные системы, примеры, причины снижения производительности. Компьютеры с распределенной памятью, примеры, причины снижения производительности. Топология связи между процессорами: звезда, решетка, трехмерный тор, двоичный гиперкуб, их свойства. Вычислительные кластеры, примеры, латентность и пропускная способность различных коммуникационных технологий. Архитектуры с параллелизмом на уровне машинных команд, VLIW, суперскалярность.</p> <p>Технологии параллельного программирования. Традиционные последовательные языки и распараллеливающие компиляторы, проблемы. Спецкомментарии и директивы компилятору, расширения существующих языков. Специальные языки параллельного программирования. Программирование с использованием библиотек и интерфейсов передачи сообщений. Параллельные предметные библиотеки, специализированные пакеты и программные комплексы высокого уровня. Технологии параллельного программирования MPI, OpenMP, Linda.</p>	Лекции
6	Организация баз данных и знаний	<p>Основные понятия структурной части реляционной модели данных. Тип данных, домен, заголовок отношения, кортеж, тело отношения, переменная отношения. Целостная часть реляционной модели данных: возможные и первичный ключи, целостность сущности; понятие внешнего ключа, ссылочная целостность. Манипуляционная часть реляционной модели данных. Реляционная алгебра Кодда: базовые теоретико-множественные и специальные реляционные операции. Общая операция соединения, эквисоединение, естественное соединение. Минимальный набор операций алгебры Кодда. Реляционное исчисление кортежей. Кортежные переменные, правильно построенные формулы, кванторы, свободные и связанные переменные. Выражения исчисления кортежей.</p> <p>Функциональные зависимости. Замыкания функциональных зависимостей, аксиомы Армстронга. Покрытие функциональных зависимостей, Декомпозиция обновлений минимальное покрытие атрибутов отношения. отношения без потерь, теорема Хита. Аномалии и нормализация отношений. Минимальные функциональные зависимости, вторая нормальная форма отношений. Транзитивные функциональные зависимости, третья нормальная форма. Независимые проекции, теорема Риссанена. Атомарные проекции. Перекрывающиеся возможные ключи, нормальная форма Бойса-Кодда.</p> <p>Обобщенная архитектура, компоненты и функции системы управления базой данных (СУБД). Структуры внешней памяти реляционных баз данных, способы организации индексов. Алгоритмы буферизации базы данных в основной памяти. Физическая и логическая целостность баз данных. Понятие транзакции. Способы поддержания логической целостности</p>	Лекции

		<p>данных, ограничения целостности и триггеры. Методы восстановления баз данных после сбоев, восстановление физически и логически целостного состояния базы данных. Авторизация доступа к базе данных, механизм привилегий. Понятие ACID-транзакции. Минимальные требования к поддержке атомарности, согласованности, изолированности и сохранности результатов транзакций. Виды конфликтов транзакций. Сериализация транзакций. Методы сериализации транзакций. Двухфазный протокол синхронизационных блокировок. Гранулированные и предикатные блокировки. Сериализация транзакций на основе временных меток. Журнализация изменений базы данных, протокол WAL. Логическая и физическая журнализация. Индивидуальные откаты транзакций. Восстановления базы данных по журналу после мягких и жестких сбоев.</p>	
7.	Искусственные нейронные сети	<p>Формальный нейрон Маккалока-Питтса. Персептрон Розенблатта. Линейная разделимость. Преодоление проблемы линейной разделимости. Обучение с учителем: классификация образов. Обучение с учителем: аппроксимация многомерных функций.</p> <p>Сети прямого распространения. Алгоритм обратного распространения ошибки. Проблемы обучения: ошибка аппроксимации; переобучение; ошибка, связанная со сложностью модели. Оптимизация размера сети. Адаптивная оптимизация архитектуры сети. Валидация обучения. Ранняя остановка обучения.</p> <p>Сети встречного распространения. Обучение без учителя. Структура слоев Кохоненна и Гроссберга. Обучение. Предварительная обработка входных векторов. Выбор начальных значений весовых векторов. Статистические свойства обученной сети.</p>	Лекции
8.	Программная инженерия	<p>Основы программной инженерии. Понятие жизненного цикла программного обеспечения (ЖЦ ПО). Стандарт ISO/IEC 12207 (Information Technology - Software Life Cycle Processes). Процессы ЖЦ ПО: основные, вспомогательные и организационные. Понятия модели и стадии ЖЦ ПО. Каскадная и итерационная модели ЖЦ. Методы «быстрой» разработки ПО (Agile Software Development). Понятие зрелости процессов создания ПО (Software Process). Модель оценки зрелости СММ (Capability Maturity Model). Уровни зрелости процессов создания ПО (начальный, воспроизводимый, определенный, управляемый, оптимизируемый).</p> <p>Технологии создания ПО. Понятие технологии создания ПО и ее состав (технологические процессы, технологические операции, рабочие продукты, роли, руководства, инструментальные средства). Требования, предъявляемые к технологии. Факторы оценки и выбора технологии. Технологии создания ПО как программные продукты. Унифицированный процесс разработки ПО (Unified Software Development Process). Метрики ПО. Оценка сложности и размера ПО. Стандартные метрики, применяемые для оценки размера ПО (количество строк кода и функциональных точек (function points)). Методы оценки трудоемкости создания ПО (статистические модели, экспертные оценки, оценки по аналогии). Базовая методика оценки трудоемкости Боэма (COCOMO - Конструктивная модель стоимости). Расчет трудоемкости по методу функциональных точек. Методика выявления функциональных типов и подсчета количества функциональных точек.</p> <p>Качество ПО. Понятие качества ПО. Показатели качества ПО (функциональность, надежность, удобство использования, производительность, адаптируемость). Методы обеспечения</p>	Лекции

	качества ПО (отладка, тестирование, верификация и аттестация ПО). Методы, принципы, стратегии и этапы тестирования ПО. Функциональное и нагрузочное тестирование ПО, тестирование пользовательского интерфейса. Модульное, интеграционное и регрессионное тестирование ПО. Организация и планирование тестирования ПО.	
--	--	--

4.3 Практические занятия (семинары)

Учебным планом не предусмотрено.

4.4 Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

4.5 Самостоятельная работа аспиранта при изучении разделов дисциплины

Самостоятельная работа аспиранта при изучении дисциплины «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей» составляет 120 часов.

В ходе самостоятельной работы аспирант:

- изучает материалы, не освещенные в лекциях;
- готовится к экзамену.

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Количество часов
1	2	3
1	<p>Алгебра логики. Булевы функции, канонические формы задания булевых функций. Понятие полной системы. Теорема Поста о полноте систем функций в алгебре логики. Минимизация булевых функций в классах нормальных форм.</p> <p>Логика 1-го порядка. Выполнимость и общезначимость. Общая схема метода резолюций. Логические программы. SLD-резолютивные вычисления логических программ. Правильные и вычислимые ответы на запросы к логическим программам. Стандартная стратегия выполнения логических программ. Понятие модели. Теорема о полноте исчисления высказываний и исчисления предикатов первого порядка. Теорема дедукции. λ-исчисление, правила редукции, единственность нормальной формы и правила ее достижения, представление рекурсивных функций.</p> <p>Отношения и функции. Отношение эквивалентности и разбиения. Фактор множества. Отношения частичного порядка. Отношение предпорядка. Фундированные частичные порядки и предпорядки. Теоретико-множественное и алгебраическое определения решетки, их эквивалентность. Свойства решеток. Булевы решетки. Полные решетки. Вполне предуорядоченное множество. Теорема Хигмана. Теорема Крускала.</p> <p>Формальные языки и способы их описания. Классификация формальных грамматик. Их использование в лексическом и синтаксическом анализе.</p> <p>Основы комбинаторного анализа. Метод производящих функций, метод включений и исключений. Примеры применения.</p> <p>Основы криптографии. Задачи обеспечения конфиденциальности и целостности информации. Теоретико-информационный и теоретико-сложностный подходы к определению криптографической стойкости. Понятие криптографического протокола. Системы шифрования с открытым ключом (RSA). Цифровая подпись. Методы генерации и распределения ключей.</p> <p>Понятие временной логики. Понятие модального оператора. Тождества двойственности. Понятие формальной верификации. Классы задач верификации. Проверка моделей. Символьное выполнение. Абстрактная интерпретация. Логический вывод.</p> <p>Графы, деревья, планарные графы, их свойства.</p> <p>Свободный моноид. Понятие простого слова. Свойства простых слов. Понятие показателя периодичности слова. Понятие уравнения в словах. Системы уравнений в свободном моноиде с не менее чем двумя образующими. Уравнения в словах с постоянными правыми частями. Уравнения в словах с одной неизвестной. Квадратичные уравнения в словах. Описание множества решений квадратичного уравнения в словах. Уравнение коммутативности приписывания слов. Уравнение сопряжения..</p>	16
2	<p>Различные виды сигналов, используемых для передачи разных видов данных, и взаимосвязь между ними. Способы представления данных на физическом уровне (потенциальные коды, импульсные коды, дифференциальные коды и их примеры,</p>	16

	<p>достоинства и недостатки).</p> <p>Каналы с множественным доступом: статические и динамические протоколы предоставления доступа к каналу (FDM, TDM методы, протоколы с обнаружением несущей, р - настойчивые протоколы, протоколы с ограниченным числом конфликтов, адаптивные протоколы). Примеры протоколов семейства IEEE 802.x (Ethernet, шина с маркером, кольцо с маркером). Примеры высокоскоростных протоколов: FDDI, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Fiber Channel.</p> <p>Внутренняя организация сетевого уровня и предоставляемый им сервис. Алгоритмы маршрутизации (основные свойства (<i>корректность, простота, устойчивость, стабильность, справедливость, оптимальность</i>), принцип оптимальности, критерии оптимальности): маршрутизация по кратчайшему пути; маршрутизация лавиной; маршрутизация с анализом потока; маршрутизация по вектору расстояния; маршрутизация по состоянию канала; иерархическая маршрутизация; маршрутизация для мобильного узла; маршрутизация при вещании; маршрутизация для группы.</p> <p>Явление перегрузки. Основные принципы управления перегрузками (методы с открытым контуром управления и методы с обратной связью). Спецификация потока и форматирование трафика. Подавляющие пакеты и сброс нагрузки. Межсетевая маршрутизация (сопряжение виртуальных каналов, фрагментация, туннелирование).</p> <p>Основные протоколы сетевого уровня в Internet (на примерах протоколов ARP, RARP, IPv.4, IPv.6, OSPF, EGRP, BGP).</p> <p>Управление качеством сервиса на транспортном уровне. Адресация на транспортном уровне. Методы установления и разрыва соединений, управления потоком и буферизацией, восстановлением после сбоев, повышения производительности на транспортном уровне. Протокол TCP. Протокол UDP.</p> <p>Основные проблемы, входящие в сферу обеспечения безопасности в сетях ЭВМ (конфиденциальность, целостность, идентификация подлинности), и способы их решения. Основные принципы шифрования. Алгоритмы шифрования с закрытым ключом. Алгоритмы шифрования с открытым ключом. Протоколы установления подлинности. Электронная подпись.</p> <p>Принципы организации и основные протоколы функционирования приложений: DNS, FTP, Электронная почта, SNMP протокол, WWW.</p>	
3	<p>Системы программирования (СП). Состав, схема функционирования классической СП. Этапы жизненного цикла программного продукта. СП в рамках интегрированной среды разработки (ИСР). Типы трансляторов, особенности интерпретаторов и компиляторов. Основные функции редакторов текстов и отладчиков в рамках ИСР. Назначение и функционирование редактора связей и загрузчика. Основные типы библиотек. Основные методы распределения памяти и оптимизации программ.</p> <p>Теория формальных грамматик и языков. Порождающая грамматика. Язык, порождаемый грамматикой. Классификация формальных грамматик. Определение типов грамматик и языков по Хомскому. Использование грамматик в лексическом и синтаксическом анализе. Эквивалентность языков, определяемых регулярными выражениями, регулярными грамматиками и конечными автоматами. Необходимое условие регулярности языка (лемма о разрастании для регулярных языков). Эквивалентность языков, определяемых КС-грамматиками и недетерминированными магазинными автоматами. Лемма о разрастании для контекстно-свободных языков.</p> <p>Элементы теории трансляции. Общая схема работы компилятора. Анализ исходной программы в компиляторе. Автоматные (регулярные) грамматики и сканирование, контекстно-свободные грамматики и синтаксический анализ. Метод рекурсивного спуска: назначение, семантика процедур метода рекурсивного спуска. Достаточные условия применимости метода рекурсивного спуска. Предсказывающий синтаксический анализ сверху вниз типа LL(1): построение таблицы, определение, алгоритм разбора. Синтаксический анализ снизу-вверх типа перенос-свертка LR(1): построение канонической системы множеств, построение анализирующего автомата, определение, алгоритм разбора.</p> <p>Машинная графика. Средства поддержки машинной графики. Графические пакеты. Основные понятия и определения диалогового взаимодействия. Синхронный, асинхронный способы взаимодействия. Состав и структура диалоговой системы (ДС). Классификация ДС. Организация вычислительного процесса в ДС. Графический и телекоммуникационный методы доступа. Информационное обеспечение диалога.</p> <p>Технологии программирования OpenCL и CUDA. Сеточная модель вычислений. Особенности распределения памяти и синхронизации потоков.</p>	16
4	<p>Управление оперативной памятью. Базовые концепции и стратегии управления оперативной памятью. Виртуальная оперативная память. Организация управления памятью при одиночном непрерывном распределении; распределении разделами:</p>	16

	<p>распределении перемещаемыми разделами; страничном распределении (таблица страниц. TLB, иерархическая организация таблицы страниц, хэширование таблицы страниц, инвертированные таблицы страниц, алгоритмы замещения страниц); сегментном распределении; сегментно-страничном распределении. Кэширование данных при управлении оперативной памятью. Управление оперативной памятью в распределенных вычислительных системах, распределенная общая память, алгоритмы реализации, модели консистентности.</p> <p>Управление внешними устройствами. Общие концепции. Архитектура организации управления внешними устройствами. Драйверы физических и логических устройств, иерархия драйверов. Буферизация обмена. Модельная организация управления внешними устройствами на примере ОС Unix. Планирование дисковых обменов, типовые алгоритмы. RAID системы.</p>	
5	<p>Производительность параллельных вычислительных систем. Универсальность и специализация компьютеров, производительность спецпроцессоров. Закон Мура. Методы оценки производительности. Введение единого числового параметра, Mflops, MIPS. Пиковая и реальная производительность компьютеров. Тест Linpack и его варианты. Наборы взаимодополняющих тестовых программ, STREAM и NPB.</p> <p>Графовые модели программ. Граф управления и информационный граф программы. Информационная и операционная история реализации программ. Граф алгоритма как компактная параметрическая форма представления информационной истории. Информационная независимость операций и возможность их параллельного исполнения. Длина критического пути графа алгоритма как мера степени параллельности. Конечный и массовый параллелизм, координатный и скошенный параллелизм. Эквивалентные преобразования программ, элементарные преобразования циклов.</p> <p>Неоднородные распределенные вычислительные системы. Метакомпьютеры и метакомпьютинг, существующие метакомпьютерные проекты. Отличительные свойства метакомпьютеров. Понятие GRID, базовые компоненты и сервисы, существующие проекты GRID-сегментов, понятие виртуальной организации.</p>	16
6	<p>Язык баз данных SQL. Типы данных. Средства определения, изменения определения и отмены определения доменов, базовых таблиц, представлений и ограничений целостности. Базовые средства выборки и обновления данных. Средства определения триггеров. Привилегии, передача привилегий, аннулирование привилегий.</p> <p>Методы представления знаний в системах искусственного интеллекта (ИИ): процедурные представления, логические представления, семантические сети, фреймы, системы продукций. Метазнания в системах ИИ. Базы знаний. Приобретение (извлечение) знаний. Открытость знаний системы ИИ. Понятие о генетических алгоритмах.</p> <p>Представление задач в пространстве состояний. Стратегии поиска решения: методы полного перебора (поиск в ширину, поиск в глубину, поиск с увеличением глубины); эвристический поиск (алгоритм Дейкстры, алгоритм A*, допустимость алгоритма A*). Поиск на игровых деревьях: дерево игры, минимаксная процедура, альфа-бета процедура. Планирование действий. Роботы и искусственный интеллект. Агенты. Экспертные системы (ЭС). Области применения ЭС. Архитектура ЭС. База знаний, механизмы вывода, подсистемы: объяснения, общения, приобретения знаний ЭС.</p>	16
7.	<p>Сети встречного распространения. Сжатие данных. Сети с обратными связями. Нейродинамика в модели Хопфилда. Правило обучения Хебба. Ассоциативность памяти и задача распознавания образов. Сеть Хемминга. Двухнаправленная ассоциативная память. Применения сети Хопфилда к задачам комбинаторной оптимизации. Метод имитации отжига. Машина Больцмана.</p> <p>Нечеткие множества. Лингвистические переменные. Нечеткие правила вывода. Системы нечеткого вывода Мамдани-Заде. Нечеткие сети TSK (Такаги-Сугено-Канга).</p> <p>Гибридный алгоритм обучения нечетких сетей.</p> <p>Неокогнитрон. Сверточные нейронные сети. Модели AlexNet, VGG, Inception, ResNet. Локализация и детекция объектов на изображении. Методы OverFeat, R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN.</p>	12
8.	<p>Визуальное моделирование ПО. Определение архитектуры ПО. Элементы архитектуры и архитектурные представления. Понятие языка моделирования. Унифицированный язык моделирования UML. Состав языка (элементы, связи и диаграммы). Структурные модели (диаграммы классов, компонентов и размещения). Модели поведения (диаграммы вариантов использования, взаимодействия, состояний и деятельности). Механизмы расширения UML (стереотипы, примечания и ограничения).</p> <p>Управление требованиями к ПО. Классификация требований (функциональные и нефункциональные требования). Организация процесса управления требованиями.</p>	12

	<p>Участники процесса (роли). Этапы работы с требованиями. Атрибуты и взаимосвязи (трассировка) требований. Методы выявления требований (интервьюирование, анкетирование, мозговой штурм, создание прототипов). Определение приоритетов требований. Основные документы, формируемые в процессе управления требованиями. Определение функциональных требований к системе с помощью вариантов использования (use case). Описание вариантов использования с помощью потоков событий (сценариев).</p> <p>Анализ и проектирование ПО. Структурное проектирование ПО. Моделирование потоков данных. Моделирование данных. Модель «сущность-связь». Объектно-ориентированный анализ и проектирование ПО. Принципы построения объектной модели (абстракция, инкапсуляция, модульность, иерархия). Составляющие объектной модели (объект, класс, атрибут, операция, интерфейс, компонент, связи) и их свойства. Процесс анализа и проектирования ПО. Архитектурный анализ. Анализ вариантов использования. Выявление классов, участвующих в реализации варианта использования. Распределение обязанностей между классами. Проектирование архитектуры системы. Проектирование классов и подсистем. Отображение объектной модели в реляционную модель данных. Понятие образца (pattern) и способы его описания.</p> <p>Тестирование. Методы «черного» и «белого ящиков». Критерии полноты тестового покрытия. Тестирование на основе моделей. Критерии тестового покрытия при тестировании на основе моделей. Тестирование на основе конечно-автоматной модели. Построение конечно-автоматной модели по спецификациям ограничений. Унифицированная архитектура тестовой системы. Компоненты тестовой системы: тестовые драйверы, оракулы, фильтры, сценарии, скрипты, тестовые варианты, тестовые наборы, тестовые планы. Управления требованиями и проектирование тестов.</p>	
Итого		120

5 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Текущий контроль освоения материала осуществляется тестированием.

Примерные вопросы для текущего контроля знаний:

1. Дайте определение алгоритмической неразрешимости. Приведите пример алгоритмически неразрешимых проблем.
2. Приведите способы описания формальных языков и типы формальных грамматик по Хомскому.
3. Дайте формальное определение конечного автомата. Что такое регулярный язык? Приведите примеры.
4. Перечислите классы сложности алгоритмов, приведите примеры NP-полных задач.
5. Приведите примеры полиномиальных алгоритмов. Что такое полиномиальная сводимость задач?
6. Что такое подпрограмма? Основные типы и механизмы передачи параметров подпрограммам. Приведите примеры процедурных и объектно-ориентированных языков программирования.
7. Перечислите функции операционной системы, её основные блоки и модули. Какие существуют типы многозадачности?
8. Дайте определения выполнимости и значимости формулы исчисления предикатов первого порядка. Сформулируйте теорему о полноте исчисления предикатов первого порядка.
9. Приведите формальное определение отношения в теории множеств. Дайте определения отношениям эквивалентности, разбиения и частичного порядка.
10. Дайте определение архитектуры ЭВМ. Приведите основные принципы архитектуры фон-Неймана. В чем отличие страничной и сегментной адресации оперативной памяти?
11. Что такое тип данных? Приведите основные типы и структуры данных.
12. Дайте определение модели данных. В каких сетевая модель данных предпочтительнее реляционной модели?
13. Приведите основные компоненты реляционной модели данных. Дайте определение отношению. Перечислите основные операции реляционной алгебры.

14. Перечислите уровни представления данных в базах данных. Приведите пример CASE-средств, используемых при проектировании физического уровня реляционных БД.

15. Дайте определение транзакции в СУБД. Приведите основные принципы управления транзакциями.

16. Приведите основные методы представления знаний. Дайте определение неоднородной семантической сети.

17. Сформулируйте определение вредоносной программы. Какие бывают виды вредоносных программ. Перечислите основные методы обнаружения и удаления компьютерных вирусов.

18. Перечислите основные средства взаимодействия процессов в многозадачных ОС. В чем состоит проблема тупиков (deadlock) при асинхронном выполнении процессов? Приведите примеры алгоритмов обнаружения и предотвращения тупиков.

19. Перечислите основные уровни модели ISO/OSI. Приведите основные типы IP-адресов. Что такое домен, DNS-сервер?

20. Дайте определение жизненного цикла программы, приведите основные этапы разработки программного обеспечения. Какие существуют модели жизненного цикла программного обеспечения.

21. Приведите основные уровни тестирования программного обеспечения. В чем отличие стратегий белого ящика и черного ящика.

22. Перечислите виды трансляторов. Основные этапы трансляции. Какие промежуточные представления программы используются при трансляции. В чем различие между нисходящим и восходящим методом синтаксического анализа программы.

23. Перечислите основные концепции объектно-ориентированного программирования. Дайте определения объекта и класса. В чем состоит концепция полиморфизма?

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (экзамен)

1. Математические основы программирования.

1.1. Понятие алгоритма и его уточнения. Машины Тьюринга, нормальные алгоритмы Маркова, рекурсивные функции; эквивалентность этих уточнений. Тезис Чёрча-Тьюринга. Понятие алгоритмической неразрешимости; примеры алгоритмически неразрешимых проблем. Понятия недетерминированного, вероятностного и интерактивного алгоритмов.

1.2. Понятие сложности алгоритмов. Временная и пространственная сложность алгоритма в худшем случае и в среднем; символы O , Ω , Θ в асимптотических оценках сложности. Сложность в худшем случае сортировки слияниями, быстрой сортировки; сложность в среднем быстрой сортировки. Понятие битовой сложности. Нижние границы сложности класса алгоритмов. Нижние границы сложности классов алгоритмов сортировки и поиска с помощью сравнений. Алгоритм, оптимальный в данном классе, оптимальность по порядку сложности.

1.3. Понятие сложности вычислительной задачи. Классы P и NP алгоритмов распознавания языков. Проблема $P = ? NP$. Сведение по Карпу, по Куку. Полиномиальная сводимость задач; NP -полные задачи (формулировка основных фактов, примеры). Теорема Кука-Левина об NP -полноте задачи выполнимости булевой формулы. Понятие коммуникационная сложности. Понятие алгебраической сложности.

1.4. Примеры эффективных (полиномиальных) алгоритмов: быстрые алгоритмы поиска и сортировки; полиномиальные алгоритмы для задач на графах и сетях (поиск в глубину и ширину, о минимальном остова, о кратчайшем пути, о назначениях).

1.5. Автоматы. Эксперименты с автоматами. Алгебры регулярных выражений. Теорема Клини о регулярных языках. Регулярные языки и их представление конечными автоматами. Задачи распознавания слов конечными автоматами (распознающие автоматы). Конечные автоматы, распознающие структуру дерева (tree finite automata). Альтернирующие конечные автоматы (alternating finite automata).

1.6. Алгебра логики. Булевы функции, канонические формы задания булевых функций. Понятие полной системы. Теорема Поста о полноте систем функций в алгебре логики. Минимизация булевых функций в классах нормальных форм.

1.7. Логика 1-го порядка. Выполнимость и общезначимость. Общая схема метода резолюций. Логические программы. SLD-резолютивные вычисления логических программ. Правильные и вычисляемые ответы на запросы к логическим программам. Стандартная стратегия выполнения логических программ. Понятие модели. Теорема о полноте исчисления высказываний и исчисления предикатов первого порядка. Теорема дедукции.

1.8. λ -исчисление, правила редукции, единственность нормальной формы и правила ее достижения, представление рекурсивных функций.

1.9. Отношения и функции. Отношение эквивалентности и разбиения. Фактор множества. Отношения частичного порядка. Отношение предпорядка. Фундированные частичные порядки и предпорядки. Теоретико-множественное и алгебраическое определения решетки, их эквивалентность. Свойства решеток. Булевы решетки. Полные решетки. Вполне предуорядоченное множество. Теорема Хигмана. Теорема Крускала.

1.10. Формальные языки и способы их описания. Классификация формальных грамматик. Их использование в лексическом и синтаксическом анализе.

1.11. Основы комбинаторного анализа. Метод производящих функций, метод включений и исключений. Примеры применения.

1.12. Основы криптографии. Задачи обеспечения конфиденциальности и целостности информации. Теоретико-информационный и теоретико-сложностный подходы к определению криптографической стойкости. Понятие криптографического протокола. Системы шифрования с открытым ключом (RSA). Цифровая подпись. Методы генерации и распределения ключей.

1.13. Понятие временной логики. Понятие модального оператора. Тождества двойственности. Понятие формальной верификации. Классы задач верификации. Проверка моделей. Символьное выполнение. Абстрактная интерпретация. Логический вывод.

1.14. Графы, деревья, планарные графы, их свойства.

1.15. Свободный моноид. Понятие простого слова. Свойства простых слов. Понятие показателя периодичности слова. Понятие уравнения в словах. Системы уравнений в свободном моноиде с не менее чем двумя образующими. Уравнения в словах с постоянными правыми частями. Уравнения в словах с одной неизвестной. Квадратичные уравнения в словах. Описание множества решений квадратичного уравнения в словах. Уравнение коммутативности приписывания слов. Уравнение сопряжения.

2. Компьютерные сети

2.1. Иерархическая организация компьютерных сетей (понятия протокола, иерархии протоколов, сервис и интерфейсы, архитектуры сети), классификация транспортных сред (способы коммутации данных, типы каналов, топология среды), классификация компьютерных сетей (локальные сети, городские сети, региональные сети). Требования, предъявляемые к современным компьютерным сетям (производительность, надежность, безопасность, расширяемость, масштабируемость, управляемость, совместимость).

2.2. Способы организации систем передачи данных (на примерах телефонных сетей, стандартов X.25, Frame Relay, SONET, ISDN, ATM, семейство xDSL, GSM сети. GPRS служба), методы уплотнения данных в канале (мультиплексирование), организация и виды коммутаторов.

2.3. Эталонная модель OSI ISO: понятие открытой системы, основные понятия модели, распределение функций сети между уровнями модели (физический, канальный, сетевой, транспортный, сессии, представления, приложений). Модель TCP/IP.

2.4. Теоретические основы передачи данных (данные, сигнал, передача; взаимосвязь пропускной способности канала и ширины его полосы пропускания [теорема Нийквиста- Котельникова, теорема Шеннона]). Основные виды физических сред передачи данных и их свойства (витая пара, коаксиальный кабель, оптоволокно); беспроводные каналы (радио сети, микроволновые сети, сотовые сети, спутниковые сети).

2.5. Различные виды сигналов, используемых для передачи разных видов данных, и взаимосвязь между ними. Способы представления данных на физическом уровне (потенциальные коды, импульсные коды, дифференциальные коды и их примеры, достоинства и недостатки).

2.6. Каналы с множественным доступом: статические и динамические протоколы предоставления доступа к каналу (FDM, TDM методы, протоколы с обнаружением несущей, р - настойчивые протоколы, протоколы с ограниченным числом конфликтов, адаптивные протоколы). Примеры протоколов семейства IEEE 802.x (Ethernet, шина с маркером, кольцо с маркером). Примеры высокоскоростных протоколов: FDDI, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Fiber Channel.

2.7. Внутренняя организация сетевого уровня и предоставляемый им сервис. Алгоритмы маршрутизации (основные свойства (*корректность, простота, устойчивость, стабильность, справедливость, оптимальность*), принцип оптимальности, критерии оптимальности): маршрутизация по наикратчайшему пути; маршрутизация лавиной; маршрутизация с анализом потока; маршрутизация по вектору расстояния; маршрутизация по состоянию канала; иерархическая маршрутизация; маршрутизация для мобильного узла; маршрутизация при вещании; маршрутизация для группы.

2.8. Явление перегрузки. Основные принципы управления перегрузками (методы с открытым контуром управления и методы с обратной связью). Спецификация потока и форматирование трафика. Подавляющие пакеты и сброс нагрузки. Межсетевая маршрутизация (сопряжение виртуальных каналов, фрагментация, туннелирование).

2.9. Основные протоколы сетевого уровня в Internet (на примерах протоколов ARP, RARP, IPv.4, IPv.6, OSPF, EGRP, BGP).

2.10. Управление качеством сервиса на транспортном уровне. Адресация на транспортном уровне. Методы установления и разрыва соединений, управления потоком и буферизацией, восстановлением после сбоев, повышения производительности на транспортном уровне. Протокол TCP. Протокол UDP.

2.11. Основные проблемы, входящие в сферу обеспечения безопасности в сетях ЭВМ (конфиденциальность, целостность, идентификация подлинности), и способы их решения. Основные принципы шифрования. Алгоритмы шифрования с закрытым ключом. Алгоритмы шифрования с открытым ключом. Протоколы установления подлинности. Электронная подпись.

2.12. Принципы организации и основные протоколы функционирования приложений: DNS, FTP, Электронная почта, SNMP протокол, WWW.

3. Языки и системы программирования. Технология разработки программного обеспечения

3.1. Языки программирования. Понятие о парадигмах программирования. Процедурные, объектно-ориентированные и функциональные языки программирования. Понятие о логическом программировании.

3.2. Концепция типа данных. Базисные типы данных в современных языках программирования (булевский, целый, вещественный, символьный, перечислимый, ограниченный, указатели, ссылки, массивы, записи). Динамические структуры данных (списки, бинарные деревья, стек, очередь), основные операции над ними, способы их машинного представления. Таблицы, поиск по ключу. Способы представления таблиц (упорядоченные массивы, деревья поиска, перемешанные таблицы). Оценки сложности (в среднем и в худшем случае) операций поиска по ключу и вставки нового элемента в таблицу.

3.3. Основные управляющие конструкции в современных языках программирования. Процедуры (функции): вызов процедур, способы передачи параметров, локализация переменных, побочные эффекты. Понятие исключительной ситуации. Обработка исключительных ситуаций. Понятие модуля, раздельная трансляция (зависимая и независимая). Средства инкапсуляции данных. Абстрактные типы данных.

3.4. Основные принципы объектно-ориентированного программирования. Понятие класса и его реализация в современных языках программирования. Объекты (основные свойства и отличительные признаки). Наследование. Полиморфизм. Динамическое связывание методов. Абстрактные классы и интерфейсы. Понятие о родовых модулях и шаблонах. Обобщенное программирование.

3.5. Машинно-ориентированные языки, язык ассемблера. Представление машинных команд и констант. Команды транслятору. Их типы, принципы реализации. Макросредства, макровыводы, языки макроопределений, условная макрогенерация, принципы реализации.

3.6. Системы программирования (СП). Состав, схема функционирования классической СП. Этапы жизненного цикла программного продукта. СП в рамках интегрированной среды разработки (ИСП). Типы трансляторов, особенности интерпретаторов и компиляторов. Основные функции редакторов

текстов и отладчиков в рамках ИСР. Назначение и функционирование редактора связей и загрузчика. Основные типы библиотек. Основные методы распределения памяти и оптимизации программ.

3.7. Теория формальных грамматик и языков. Порождающая грамматика. Язык, порождаемый грамматикой. Классификация формальных грамматик. Определение типов грамматик и языков по Хомскому. Использование грамматик в лексическом и синтаксическом анализе. Эквивалентность языков, определяемых регулярными выражениями, регулярными грамматиками и конечными автоматами. Необходимое условие регулярности языка (лемма о разрастании для регулярных языков). Эквивалентность языков, определяемых КС-грамматиками и недетерминированными магазинными автоматами. Лемма о разрастании для контекстно-свободных языков.

3.8. Элементы теории трансляции. Общая схема работы компилятора. Анализ исходной программы в компиляторе. Автоматные (регулярные) грамматик и сканирование, контекстно-свободные грамматик и синтаксический анализ. Метод рекурсивного спуска: назначение, семантика процедур метода рекурсивного спуска. Достаточные условия применимости метода рекурсивного спуска. Предсказывающий синтаксический анализ сверху вниз типа LL(1): построение таблицы, определение, алгоритм разбора. Синтаксический анализ снизу-вверх типа перенос-свертка LR(1): построение канонической системы множеств, построение анализирующего автомата, определение, алгоритм разбора.

3.9. Машинная графика. Средства поддержки машинной графики. Графические пакеты. Основные понятия и определения диалогового взаимодействия. Синхронный, асинхронный способы взаимодействия. Состав и структура диалоговой системы (ДС). Классификация ДС. Организация вычислительного процесса в ДС. Графический и телекоммуникационный методы доступа. Информационное обеспечение диалога.

3.10. Технологии программирования OpenCL и CUDA. Сеточная модель вычислений. Особенности распределения памяти и синхронизации потоков.

4. Операционные системы

4.1. Основы архитектуры операционных систем. Базовые понятия - процесс, ресурс. Физические, виртуальные (логические) ресурсы. Структура ОС. Ядро. Системные вызовы. Структурная организация ОС. Монолитные, микроядерные ОС. Логические функции ОС. Прерывания, обработка прерываний. Мультипроцессные (мультипрограммные) ОС, требования к аппаратуре компьютера по обеспечению корректного мультипроцессирования. Управление процессами. Управление устройствами. Управление данными. Задачи планирования. Типы ОС: пакетные, разделения времени, реального времени. Сетевые, распределенные ОС.

4.2. Управление процессами. Определение процесса. Жизненный цикл, состояния процесса. Основные типы процессов: полновесные процессы, легковесные процессы (нити). Контекст процесса. Планирование распределения времени ЦП между процессами - основные подходы: вытесняющие и невытесняющие стратегии; алгоритмы, основанные на квантовании; алгоритмы, использующие приоритет: планирование по наивысшему приоритету, понятие относительного и абсолютного приоритета, алгоритмы, использующие изменяющийся приоритет. Очереди с обратной связью. Смешанные алгоритмы планирования.

4.3. Взаимодействие процессов. Взаимодействие параллельных процессов и их синхронизация. Классификация средств межпроцессного взаимодействия. Разделяемые ресурсы и синхронизация доступа к ним. Взаимное исключение. Тупики. Механизмы обеспечения взаимного исключения: семафоры Дейкстры, мониторы Хоара, обмен сообщениями. Способы реализации взаимного исключения в однопроцессорных ЭВМ, многопроцессорных ЭВМ с общей памятью, в распределенных вычислительных системах. Классические задачи синхронизации процессов: «обедающие философы», «читатели и писатели», «спящий парикмахер». Типовые средства межпроцессного взаимодействия (базовые средства взаимодействия процессов ОС Unix, IPC ОС Unix, сокеты, MPI).

4.3. Файловые системы. Файлы, структурная организация файлов. Атрибуты файлов. Типовые программные интерфейсы работы с файлами. Структура файловой системы, подходы в практической реализации. Модели реализации файлов. Понятие индексного узла (дескриптора). Модели реализации каталогов. Квотирование пространства файловой системы. Надежность файловой системы, целостность

файловой системы. Распределенные файловые системы. Алгоритмы обеспечения консистентности кэшей в распределенных файловых системах.

4.4. Управление оперативной памятью. Базовые концепции и стратегии управления оперативной памятью. Виртуальная оперативная память. Организация управления памятью при одиночном непрерывном распределении; распределении разделами: распределении перемещаемыми разделами; страничном распределении (таблица страниц, TLB, иерархическая организация таблицы страниц, хэширование таблицы страниц, инвертированные таблицы страниц, алгоритмы замещения страниц); сегментном распределении; сегментно-страничном распределении. Кэширование данных при управлении оперативной памятью. Управление оперативной памятью в распределенных вычислительных системах, распределенная общая память, алгоритмы реализации, модели консистентности.

4.5. Управление внешними устройствами. Общие концепции. Архитектура организации управления внешними устройствами. Драйверы физических и логических устройств, иерархия драйверов. Буферизация обмена. Модельная организация управления внешними устройствами на примере ОС Unix. Планирование дисковых обменов, типовые алгоритмы. RAID системы.

5. Параллельные вычисления и распределенная обработка данных

5.1. Параллельная и конвейерная обработка данных. Параллелизм и конвейерность в архитектуре современных высокопроизводительных компьютеров. Скалярные и векторные команды. Скалярные, конвейерные и векторные устройства. Иерархия памяти в компьютерах как средство повышения скорости выполнения программ, локальность вычислений и локальность использования данных. Закон Амдала и его следствия, суперлинейное ускорение.

5.2. Основные классы современных параллельных вычислительных систем. Компьютеры с общей памятью, примеры, причины снижения производительности на реальных программах. Архитектуры SMP, NUMA, ccNUMA. Коммутация процессоров и модулей памяти, шина, матричный коммутатор, омега-сеть. Векторно-конвейерные вычислительные системы, примеры, причины снижения производительности. Компьютеры с распределенной памятью, примеры, причины снижения производительности. Топология связи между процессорами: звезда, решетка, трехмерный тор, двоичный гиперкуб, их свойства. Вычислительные кластеры, примеры, латентность и пропускная способность различных коммуникационных технологий. Архитектуры с параллелизмом на уровне машинных команд, VLIW, суперскалярность.

5.3. Технологии параллельного программирования. Традиционные последовательные языки и распараллеливающие компиляторы, проблемы. Спецкомментарии и директивы компилятору, расширения существующих языков. Специальные языки параллельного программирования. Программирование с использованием библиотек и интерфейсов передачи сообщений. Параллельные предметные библиотеки, специализированные пакеты и программные комплексы высокого уровня. Технологии параллельного программирования MPI, OpenMP, Linda.

5.4. Производительность параллельных вычислительных систем. Универсальность и специализация компьютеров, производительность спецпроцессоров. Закон Мура. Методы оценки производительности. Введение единого числового параметра, Mflops, MIPS. Пиковая и реальная производительность компьютеров. Тест Linpack и его варианты. Наборы взаимодополняющих тестовых программ, STREAM и NPB.

5.5. Графовые модели программ. Граф управления и информационный граф программы. Информационная и операционная история реализации программ. Граф алгоритма как компактная параметрическая форма представления информационной истории. Информационная независимость операций и возможность их параллельного исполнения. Длина критического пути графа алгоритма как мера степени параллельности. Конечный и массовый параллелизм, координатный и скошенный параллелизм. Эквивалентные преобразования программ, элементарные преобразования циклов.

5.6. Неоднородные распределенные вычислительные системы. Метакомпьютеры и метакомпьютинг, существующие метакомпьютерные проекты. Отличительные свойства метакомпьютеров. Понятие GRID, базовые компоненты и сервисы, существующие проекты GRID-сегментов, понятие виртуальной организации.

6. Организация баз данных и знаний

6.1. Основные понятия структурной части реляционной модели данных. Тип данных, домен, заголовок отношения, кортеж, тело отношения, переменная отношения. Целостная часть реляционной модели данных: возможные и первичный ключи, целостность сущности; понятие внешнего ключа, ссылочная целостность. Манипуляционная часть реляционной модели данных. Реляционная алгебра Кодда: базовые теоретико-множественные и специальные реляционные операции. Общая операция соединения, эквисоединение, естественное соединение. Минимальный набор операций алгебры Кодда. Реляционное исчисление кортежей. Кортежные переменные, правильно построенные формулы, кванторы, свободные и связанные переменные. Выражения исчисления кортежей.

6.2. Функциональные зависимости. Замыкания функциональных зависимостей, аксиомы Армстронга. Покрытия функциональных зависимостей, Декомпозиция обновлений минимальное покрытие атрибутов отношения. отношения без потерь, теорема Хита. Аномалии и нормализация отношений. Минимальные функциональные зависимости, вторая нормальная форма отношений. Транзитивные функциональные зависимости, третья нормальная форма. Независимые проекции, теорема Риссанена. Атомарные проекции. Перекрывающиеся возможные ключи, нормальная форма Бойса-Кодда.

6.3. Обобщенная архитектура, компоненты и функции системы управления базой данных (СУБД). Структуры внешней памяти реляционных баз данных, способы организации индексов. Алгоритмы буферизации базы данных в основной памяти. Физическая и логическая целостность баз данных. Понятие транзакции. Способы поддержания логической целостности данных, ограничения целостности и триггеры. Методы восстановления баз данных после сбоев, восстановление физически и логически целостного состояния базы данных. Авторизация доступа к базе данных, механизм привилегий.

6.4. Понятие ACID-транзакции. Минимальные требования к поддержке атомарности, согласованности, изолированности и сохранности результатов транзакций. Виды конфликтов транзакций. Сериализация транзакций. Методы сериализации транзакций. Двухфазный протокол синхронизационных блокировок. Гранулированные и предикатные блокировки. Сериализация транзакций на основе временных меток. Журнализация изменений базы данных, протокол WAL. Логическая и физическая журнализация. Индивидуальные откаты транзакций. Восстановления базы данных по журналу после мягких и жестких сбоев.

6.5. Язык баз данных SQL. Типы данных. Средства определения, изменения определения и отмены определения доменов, базовых таблиц, представлений и ограничений целостности. Базовые средства выборки и обновления данных. Средства определения триггеров. Привилегии, передача привилегий, аннулирование привилегий.

6.6. Методы представления знаний в системах искусственного интеллекта (ИИ): процедурные представления, логические представления, семантические сети, фреймы, системы продукций. Метазнания в системах ИИ. Базы знаний. Приобретение (извлечение) знаний. Открытость знаний системы ИИ. Понятие о генетических алгоритмах.

6.7. Представление задач в пространстве состояний. Стратегии поиска решения: методы полного перебора (поиск в ширину, поиск в глубину, поиск с увеличением глубины); эвристический поиск (алгоритм Дейкстры, алгоритм A^* , допустимость алгоритма A^*). Поиск на игровых деревьях: дерево игры, минимаксная процедура, альфа-бета процедура. Планирование действий. Роботы и искусственный интеллект. Агенты.

6.8. Экспертные системы (ЭС). Области применения ЭС. Архитектура ЭС. База знаний, механизмы вывода, подсистемы: объяснения, общения, приобретения знаний ЭС.

7. Искусственные нейронные сети

7.1. Формальный нейрон Маккалока-Питтса. Персептрон Розенблатта. Линейная разделимость. Преодоление проблемы линейной разделимости. Обучение с учителем: классификация образов. Обучение с учителем: аппроксимация многомерных функций.

7.2. Сети прямого распространения. Алгоритм обратного распространения ошибки. Проблемы обучения: ошибка аппроксимации; переобучение; ошибка, связанная со сложностью модели. Оптимизация размера сети. Адаптивная оптимизация архитектуры сети. Валидация обучения. Ранняя остановка обучения.

- 7.3. Сети встречного распространения. Обучение без учителя. Структура слоев Кохоненна и Гроссберга. Обучение. Предварительная обработка входных векторов. Выбор начальных значений весовых векторов. Статистические свойства обученной сети.
- 7.4. Сети встречного распространения. Сжатие данных. Сети с обратными связями. Нейродинамика в модели Хопфилда. Правило обучения Хебба. Ассоциативность памяти и задача распознавания образов. Сеть Хемминга. Двухнаправленная ассоциативная память. Применения сети Хопфилда к задачам комбинаторной оптимизации. Метод имитации отжига. Машина Больцмана.
- 7.5. Нечеткие множества. Лингвистические переменные. Нечеткие правила вывода. Системы нечеткого вывода Мамдани-Заде. Нечеткие сети TSK (Такаги-Сугено-Канга). Гибридный алгоритм обучения нечетких сетей.
- 7.6. Неокогнитрон. Сверточные нейронные сети. Модели AlexNet, VGG, Inception, ResNet. Локализация и детекция объектов на изображении. Методы OverFeat, R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN.

8. Программная инженерия

- 8.1. Основы программной инженерии. Понятие жизненного цикла программного обеспечения (ЖЦ ПО). Стандарт ISO/IEC 12207 (Information Technology - Software Life Cycle Processes). Процессы ЖЦ ПО: основные, вспомогательные и организационные. Понятия модели и стадии ЖЦ ПО. Каскадная и итерационная модели ЖЦ. Методы «быстрой» разработки ПО (Agile Software Development). Понятие зрелости процессов создания ПО (Software Process). Модель оценки зрелости CMM (Capability Maturity Model). Уровни зрелости процессов создания ПО (начальный, воспроизводимый, определенный, управляемый, оптимизируемый).
- 8.2. Технологии создания ПО. Понятие технологии создания ПО и ее состав (технологические процессы, технологические операции, рабочие продукты, роли, руководства, инструментальные средства). Требования, предъявляемые к технологии. Факторы оценки и выбора технологии. Технологии создания ПО как программные продукты. Унифицированный процесс разработки ПО (Unified Software Development Process).
- 8.3. Метрики ПО. Оценка сложности и размера ПО. Стандартные метрики, применяемые для оценки размера ПО (количество строк кода и функциональных точек (function points)). Методы оценки трудоемкости создания ПО (статистические модели, экспертные оценки, оценки по аналогии). Базовая методика оценки трудоемкости Боза (COCOMO - Конструктивная модель стоимости). Расчет трудоемкости по методу функциональных точек. Методика выявления функциональных типов и подсчета количества функциональных точек.
- 8.4. Качество ПО. Понятие качества ПО. Показатели качества ПО (функциональность, надежность, удобство использования, производительность, адаптируемость). Методы обеспечения качества ПО (отладка, тестирование, верификация и аттестация ПО). Методы, принципы, стратегии и этапы тестирования ПО. Функциональное и нагрузочное тестирование ПО, тестирование пользовательского интерфейса. Модульное, интеграционное и регрессионное тестирование ПО. Организация и планирование тестирования ПО.
- 8.5. Визуальное моделирование ПО. Определение архитектуры ПО. Элементы архитектуры и архитектурные представления. Понятие языка моделирования. Унифицированный язык моделирования UML. Состав языка (элементы, связи и диаграммы). Структурные модели (диаграммы классов, компонентов и размещения). Модели поведения (диаграммы вариантов использования, взаимодействия, состояний и деятельности). Механизмы расширения UML (стереотипы, примечания и ограничения).
- 8.6. Управление требованиями к ПО. Классификация требований (функциональные и нефункциональные требования). Организация процесса управления требованиями. Участники процесса (роли). Этапы работы с требованиями. Атрибуты и взаимосвязи (трассировка) требований. Методы выявления требований (интервьюирование, анкетирование, мозговой штурм, создание прототипов). Определение приоритетов требований. Основные документы, формируемые в процессе управления требованиями. Определение функциональных требований к системе с помощью вариантов использования (use case). Описание вариантов использования с помощью потоков событий (сценариев).
- 8.7. Анализ и проектирование ПО. Структурное проектирование ПО. Моделирование потоков данных. Моделирование данных. Модель «сущность-связь». Объектно-ориентированный анализ и проектирование ПО. Принципы построения объектной модели (абстракция, инкапсуляция,

модульность, иерархия). Составляющие объектной модели (объект, класс, атрибут, операция, интерфейс, компонент, связи) и их свойства. Процесс анализа и проектирования ПО. Архитектурный анализ. Анализ вариантов использования. Выявление классов, участвующих в реализации варианта использования. Распределение обязанностей между классами. Проектирование архитектуры системы. Проектирование классов и подсистем. Отображение объектной модели в реляционную модель данных. Понятие образца (pattern) и способы его описания.

8.8. Тестирование. Методы «черного» и «белого ящиков». Критерии полноты тестового покрытия. Тестирование на основе моделей. Критерии тестового покрытия при тестировании на основе моделей. Тестирование на основе конечно-автоматной модели. Построение конечно-автоматной модели по спецификациям ограничений. Унифицированная архитектура тестовой системы. Компоненты тестовой системы: тестовые драйверы, оракулы, фильтры, сценарии, скрипты, тестовые варианты, тестовые наборы, тестовые планы. Управление требованиями и проектирование тестов.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания

Интегральный уровень сформированности компетенции определяется по следующим критериям:

- пороговый уровень дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- базовый уровень позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- повышенный уровень предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

Критерии оценивания компетенции следующие:

проверка уровня сформированности «знаниевой» компетенции по теме:

«Неудовлетворительно» – не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки.

«Удовлетворительно» – допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, имеются затруднения с выводами.

«Хорошо» – способен логично мыслить, системно выстраивает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей.

«Отлично» - свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, использует в ответе материал монографической литературы.

проверка уровня сформированности «деятельностных» составляющих компетенции, позволяющих оценить уровень умений и навыков, применить полученные знания при решении конкретных вопросов (задач) по теме:

«Неудовлетворительно» – не способен решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, допускает существенные ошибки.

«Удовлетворительно» – допускает неточности при решении типичных задач;

«Хорошо» – способен логично мыслить, решая типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, а также решать усложненные задачи, не допуская существенных неточностей.

«Отлично» - свободно и уверенно решает усложненные задачи на основе приобретенных знаний, умений и навыков.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1.	Жуматий С.А., Воеводин В.В.	Вычислительное дело и кластерные системы	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
2	Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В.	Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
3	Городняя Л.В.	Основы функционального программирования	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
4	Коньков К.А., Карпов В.Е.	Основы операционных систем	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
5	Олифер В.Г., Олифер Н.А.	Основы сетей передачи данных	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
6	Мейер Б.	Инструменты, алгоритмы и структуры данных	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
7	Биллиг В.А.	Параллельные вычисления и многопоточное программирование	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
8	Вояковская Н.Н., Москаль А.Е., Бульчев Д.Ю.	Разработка компиляторов	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
9	Гергель В.П.	Технологии построения и использования кластерных систем	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
10	Рублев В.С.	Языки логического программирования	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
11	Верещагин Н.К., Шень А.Х.	Языки и исчисления	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
12	Богданов А.В., Станкова Е.Н., Мареев В.В.	Архитектуры и топологии многопроцессорных вычислительных систем	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
13	Швецов В.И.	Базы данных	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
14	Чубукова И.А.	Data Mining	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
15	Алексеев В.Е., Таланов В.А.	Графы и алгоритмы	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
16	Афонин В.Л., Макушкин В.А.	Интеллектуальные робототехнические системы	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
17	Сотник С.Л.	Проектирование систем искусственного интеллект	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
18	Пентус А.Е., Пентус М.Р.	Математическая теория формальных языков	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»

6.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
1.	Таненбаум Э.	Компьютерные сети	СПб.: Питер, 2010	Монография	2
2.	Скобцов Ю.А., Сперанский Д.В.	Эволюционные вычисления	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
3.	Ревунков Г.И., Ковалева Н.А., Силантьева Е.Ю.	Проектирование баз данных	Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2018	Учебное пособие	ЭБС «Лань»

4.	Тарков М.С.	Нейрокомпьютерные системы	НОУ "Интуит", 2015	Курсы и конспекты лекций	ЭБС «Лань»
5.	Роганов Е.А.	Основы информатики и программирования	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
6.	Туманов В.Е.	Основы проектирования реляционных баз данных	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
7.	Шрайнер П.А.	Основы программирования на языке Пролог	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
8.	Котляров В.П.	Основы тестирования программного обеспечения	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
9.	Антонов А.С.	Параллельное программирование с использованием технологии MPI	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
10.	Васин Н.Н.	Построение сетей на базе коммутаторов и маршрутизаторов	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
11.	Непейвода Н.Н.	Стили и методы программирования	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
12.	Куликов А.И., Овчинникова Т.Э.	Алгоритмические основы современной компьютерной графики	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
13.	Сердюк Ю.П., Петров А.В.	Параллельное программирование для многоядерных процессоров	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
14.	Костюкова Н.И.	Графы и их применение	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
15.	Новиков Ю.В., Кондратенко С.В.	Основы локальных сетей	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
16.	Костюкова Н.И.	Комбинаторные алгоритмы для программистов	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
17.	Степанов Е.О.	Кросс-платформенные и многозвенные технологии	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
18.	Барский А.Б.	Логические нейронные сети	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
19.	Ватолин Д.С.	Методы сжатия изображений	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
20.	Немнюгин С.А.	Модели и средства программирования для многопроцессорных вычислительных систем	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
21.	Синицын С.В., Налютин Н.Ю.	Верификация программного обеспечения	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
22.	Алдан А.	Введение в генерацию программного кода	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
23.	Барский А.Б.	Введение в нейронные сети	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
24.	Князьков В.С., Волченская Т.В.	Введение в теорию автоматов	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
25.	Зыков С.В.	Введение в теорию программирования. Функциональный подход	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
26.	Зыков С.В.	Введение в теорию программирования. Объектно-ориентированный подход	НОУ "Интуит", 2016	Учебное пособие	ЭБС «Лань»
27.	Лапшин В.А.	Онтологии в компьютерных системах	М.: Научный мир, 2010	Монография	1
28.	Сидоркина И.Г.	Системы искусственного интеллекта	М.: КНОРУС, 2011	Учебное пособие	1
29.	Галушкин А.И.	Нейронные сети: основы теории	М.: Горячая линия, 2010	Монография	1
30.	Аншаков О.М., Фабрикантова Е.Ф. (сост.)	ДСМ-метод автоматического порождения гипотез: Логические и эпистемологические основания	М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009	Монография	1
31.	Осипов Г.С.	Методы искусственного интеллекта	М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011	Монография	1

32.	Верещагин Н.К., Шень А.	Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Часть 2. Языки и исчисления	М.: МЦНМО, 2000	Монография	1
33.	Набебин А.А., Кораблин Ю.П.	Математическая логика и теория алгоритмов	М.: Научный мир, 2008	Учебное пособие	1
34.	Демьянович Ю.К., Бурова И.Г., Евдокимова Т.О, Иванцова О.Н., Мирошниченко И.Д.О	Параллельные алгоритмы: Разработка и реализация	М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ": БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012	Учебное пособие	1
35.	Стивен Скиена	Алгоритмы: Руководство по разработке	СПб.: БХВ-Петербург, 2011	Учебное пособие	1
36.	Дональд Э. Кнут	Искусство программирования, том 1. Основные алгоритмы	М.: Издательский дом "Вильямс", 2012	Учебное пособие	2
37.	Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р.	Алгоритмы: построение и анализ	М.: МЦНМО: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004	Учебник	1
38.	Лацис О.А.	Параллельная обработка данных	М.: Издательский центр "Академия", 2010	Учебное пособие	1
39.	Д. Паттерсон, Дж. Хеннесси	Архитектура компьютера и проектирование компьютерных систем	СПб.: Питер, 2012	Монография	1
40.	Э. Таненбаум	Архитектура компьютера (пятое издание)	СПб.: Питер, 2013	Монография	2
41.	Мартемьянов Ю.Ф., Яковлев Ал.В., Яковлев Ан.В.	Операционные системы. Концепции построения и обеспечения безопасности	М.: Горячая линия, 2011	Учебное пособие	1
42.	Дейтел Х.М., Дейтел П.Дж., Чофнес Д.Р.	Операционные. Основы и принципы	М.: ООО "Издательство Бином", 2011	Монография	1
43.	Ахо, Альфред В., Лам, Моника С., Сети, Рави, Ульман, Джеффри Д.	Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий	М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2008	Монография	1
44.	Баженова И.Ю.	Основы проектирования приложений баз данных	М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009	Учебное пособие	1
45.	Кузин А.В., Левонисова С.В.	Базы данных	М.: Издательский центр "Академия", 2010	Учебное пособие	1
46.	Асанов М.О., Баранский В.А., Расин В.В.	Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы	СПб.: Издательство "Лань", 2010	Учебное пособие	1
47.	Поршнева С.В., Овечкина Е.В., Мащенко М.В., Каплан А.В., Каплан В.Е.	Компьютерный анализ и интерпретация эмпирических зависимостей	М.: ООО "Бином-Пресс", 2010	Учебное пособие	1
48.	Шапиро Л., Стокман Дж.	Компьютерное зрение	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009	Учебное пособие	1
49.	Ильясова Н.Ю., Куприянов А.В., Храмов А.Г.	Информационные технологии анализа изображений	М.: Радио и связь, 2012	Монография	1
50.	Олифер В., Олифер Н.	Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы	СПб.: Питер, 2010	Учебник	1

51.	Большаков В.П., Тозик В.Т., Чагина А.В.	Инженерная и компьютерная графика	СПб.: БХВ-Петербург, 2013	Учебное пособие	1
52.	Потапов А.С.	Распознавание образов и машинное восприятие	СПб: Политехника, 2007	Монография	1
53.	Стюарт Рассел, Питер Норвиг	Искусственный интеллект: современный подход	М.: Издательский дом "Вильямс", 2006	Учебное пособие	1
54.	Джордж Ф. Люгер	Искусственный интеллект: Стратегии и методы решения сложных проблем	М.: Издательский дом "Вильямс", 2003	Монография	1
55.	Джозеф Джарратано, Гари Райли	Экспертные системы: Принципы разработки и программирование	М.: Издательский дом "Вильямс", 2007	Монография	1
56.	Гурова Л.М., Зайцева Е.В.	Математическая логика и теория алгоритмов	М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006	Учебное пособие	1
57.	Кларк Э.М. мл., Грамберг О., Пелед Д.	Верификация моделей программ: Model Checking	М.: МЦНМО, 2002	Монография	1
58.	Карпенко А.С.	Развитие многозначной логики	М.: Издательство ЛКИ, 2010	Монография	1
59.	Дж. Макконнелл	Анализ алгоритмов. Активный обучающий подход	М.: Техносфера, 2009	Учебное пособие	1
60.	Бурова И.Г., Демьянович Ю.К.	Алгоритмы параллельных вычислений и программирование	СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2007	Курс лекций	1
61.	Воеводин В.В., Воеводин Вл.В.	Параллельные вычисления	СПб.: БХВ-Петербург, 2002	Учебное пособие	1
62.	Андреев А.М., Можаров Г.П., Сюзев В.В.	Многопроцессорные вычислительные системы: теоретический анализ, математические модели и применение	М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011	Учебное пособие	1
63.	Назаров С.В.	Архитектура и проектирование программных систем	М.: ИНФРА-М, 2013	Монография	1
64.	Орлов С.А., Цилькер Б.Я.	Технологии разработки программного обеспечения	СПб.: Питер, 2012	Учебник	1
65.	Кузовкин А.В., Цыганов А.А., Щукин Б.А.	Управление данными	М.: Издательский центр "Академия", 2010	Учебник	1
66.	Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И.	Технологии анализа данных Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP	СПб: БХВ-Петербург, 2007	Учебное пособие	1
67.	Костюкова Н.И.	Графы и их применение. Комбинаторные алгоритмы для программистов	М.: Интернет- Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007	Учебное пособие	1
68.	Герхард Винклер	Анализ изображений, случайные поля и методы Монте-Карло на цепях Маркова. Математические основы	Новосибирск: Академическое издательство "Гео", 2008	Монография	1
69.	Шапиро Л., Стокман Дж.	Компьютерное зрение	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009	Учебное пособие	1
70.	Ильслова Н.Ю., Куприянов А.В., Храмов А.Г.	Информационные технологии анализа изображений	М.: Радио и связь, 2012	Монография	1
71.	Лапшин В.А.	Лекции по математической лингвистике	М.: Научный мир, 2010	Монография	1
72.	Замятин А.П., Шур А.М.	Языки, грамматики, распознаватели	Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007	Учебное пособие	1
73.	Редько В.Г.	От моделей поведения к	М.: КомКнига, 2010	Монография	1

	(ред.)	искусственному интеллекту			
74.	Назаренко Г.И., Осипов Г.С.	Медицинские информационные системы и искусственный интеллект	М.: Медицина XXI, 2003	Монография	1
75.	Мерков А.Б.	Распознавание образов: Введение в методы статистического обучения	М.: Едиториал УРСС, 2011	Монография	1
76.	Мацневский С.В., Толстель О.В.	Нечеткие системы	Калининград: Изд-во РГТУ им. И.Канта, 2006	Учебное пособие	1
77.	Пентус А.Е., Пентус М.Р.	Математическая теория формальных языков	М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006	Учебное пособие	2
78.	Семенов Ю.А.	Алгоритмы телекоммуникационных сетей. Часть 1: Алгоритмы и протоколы каналов и сетей передачи данных	М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009	Учебное пособие	1
79.	Семенов Ю.А.	Алгоритмы телекоммуникационных сетей. Часть 2: Протоколы и алгоритмы маршрутизации в INTERNET	М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009	Учебное пособие	1
80.	Семенов Ю.А.	Алгоритмы телекоммуникационных сетей. Часть 3: Процедуры, диагностика, безопасность	М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009	Учебное пособие	1

6.3. Интернет-ресурсы

Информационно-поисковая система ФИПС <http://new.fips.ru/> ;

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru>

Электронная библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>.

6.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

Используются следующие виды самостоятельной работы аспиранта: в читальном зале библиотеки, в учебных аудиториях и в домашних условиях.

Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе лекционных занятий.

Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, а также конспекты лекций.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения реализации программ подготовки научных и научно - педагогических кадров в аспирантуре в ИПС им. А.К. Айламазяна РАН используются аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Аудитории для самостоятельной работы аспирантов оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду.

Аудитории для проведения занятий оснащены мультимедийными средствами: это проекторы, настенные экраны, ПК.

Обеспечен доступ к электронной библиотечной системе «Лань» <https://e.lanbook.com/> и библиотечному фонду ИПС им. А.К. Айламазяна РАН (электронный каталог <http://lib.psir.ru/>).

- Доступ в Internet обеспечивается через локальную сеть 100 Мбит/с.