

## Аннотация дисциплины

### *Методы оптимизации – .Б.1.Б.2*

**Цель дисциплины:** изучение основ теории оптимизации, знакомство с методами и способами нахождения решений различных задач.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина относится к базовой части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по профилю Программный и проектный менеджмент направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Количество зачетных единиц – 3.

#### **Содержание разделов:**

##### 1. Процесс проектирования изделий электронной вычислительной техники.

Уровни абстрагирования и аспекты описаний объектов. Операции и этапы проектирования. Классификация параметров проектируемых объектов и процедур. Дискретные системы, их виды и типизация. Возможные подходы к формальному описанию систем. Представление о задачах синтеза дискретных систем. Особенности и задачи проектирования дискретных устройств. Принципы построения математических моделей цифровых устройств.

Классификация моделей и требования к ним. Методика получения функциональных моделей. Методы и алгоритмы анализа. Методы решения систем конечных уравнений (итерационные методы решения, анализ чувствительности, статистические испытания и пр.). Декомпозиция систем. Примеры задач, решаемых на основе методов декомпозиции. Особенности моделей функциональных систем. Методы и модели, используемые в системах (экспертные оценки, многокритериальные задачи, игровые модели).

##### 2. Построение математической модели оптимизационной задачи.

Исходная постановка задачи (на словесном уровне), формализация и построение математической модели оптимизационной задачи. Классификация и характеристики экстремальных задач: одно- и многопараметрические, статические и динамические, целочисленные, многокритериальные, алгоритмическая форма моделей, Вариационное исчисление. Основные понятия. Постановка задачи оптимального управления. Качество управления. Определение функционала и его использование в задаче оптимального управления. Критерии оптимизации, применяемые в практике проектирования автоматических систем. Непрерывность и дифференцируемость функционала. Лемма Лагранжа. Экстремум функционала, необходимые и достаточные условия экстремума. Уравнение Эйлера. Экстремали. Метод Эйлера для решения задачи управления.

##### 3. Задачи безусловной и условной оптимизации

Примеры постановок задач при внешнем и внутреннем проектировании. Критерии оптимальности: частный аддитивный, мультипликативный, вероятностный, максиминный. Основные особенности нелинейных задач математического программирования. Метод множителей Лагранжа и возможные его обобщения. Седловая точка функции Лагранжа. Теорема Куна-Таккера. Особенности функции Лагранжа в точке относительного экстремума.

##### 4. Рассмотрение линейных методов математического программирования.

Симплекс-метод и его реализация. Двойственность, циклы, базис и пр. Особенности нахождения решения с помощью алгоритма симплекс-метода. Примеры решения задач различного типа. Вычислительно-поисковые процедуры математического программирования. Задачи, сводимые к линейным (задачи параметрического программирования)

##### 5. Рассмотрение методов нелинейного программирования.

Численные методы в задачах с полной информацией. Методы поиска экстремума нулевого порядка (симплексная процедура поиска, покоординатный спуск, Хука-Дживса, Розенброка и пр.). Методы первого и второго порядков (простого градиента, наискорейшего спуска и их модификации, переменной метрики, метод Ньютона и квазиньютоновские методы поиска). Условия выбора вычислительной схемы. Методы условной оптимизации (штрафных и барьерных функций, форма учета ограничений и пр.). Методы отсечений. Искусственная линейаризация задачи. Метод множителей Лагранжа. Условия Куна-Таккера.

#### 6 Методы целочисленного программирования и комбинаторные модели.

Формулировки целочисленных задач. Основные сведения из теории сложности задач выбора. Задачи полного перебора. Методы решения задач целочисленного программирования. Метод ветвей и границ. Алгоритмы отсечений. Примеры дискретных задач и вопросы эффективности алгоритмов. Примеры эвристических методов оптимизации. Динамическое программирование. Принцип оптимальности. Связь задач оптимизации с задачами структурного синтеза.

### Аннотация дисциплины

#### ***ИНТЕЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ - Б1.Б.1***

**Цель дисциплины:** изучение моделей представления и обработки знаний в интеллектуальных системах, методов построения логических, продукционных, сетевых моделей и их использования в интеллектуальных системах различного назначения: экспертных системах, системах data Mining, системах поддержки принятия решений, формирование умений и навыков в областях решения задач проектирования и управления на основе методов искусственного интеллекта, разработки программного обеспечения для современных интеллектуальных систем.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла М.1 основной образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Системы автоматизированного проектирования» направления 230100 «Информатика и вычислительная техника». Количество зачетных единиц –3.

#### **Содержание разделов:**

1. Искусственный интеллект как наука. Понятие интеллектуальной системы.

Предмет дисциплины «Искусственный интеллект». Области применения искусственного интеллекта. История, состояние и перспективы развития систем искусственного интеллекта. Интеллектуальные программные системы, основные направления и области применения. Структура интеллектуальной программной системы, назначение основных подсистем.

2. Логические модели представления и обработки знаний в интеллектуальных системах

Аксиоматические формальные системы и их свойства. Исчисление высказываний и исчисление предикатов первого порядка как формальные системы. Доказательство теорем в логических системах. Понятие логического следствия, две теоремы о логическом следствии. Приведение логических формул к пренексной нормальной форме и сколемовской стандартной форме. Дизъюнкты. Принцип резолюции для исчисления высказываний и

исчисления предикатов первого порядка. Дедуктивные базы данных. Хорновские дизъюнкты. Проблема представления негативной информации в интеллектуальных системах.

### 3. Модели представления и обработки знаний в экспертных системах

Возникновение и развитие экспертных систем, их возможности. Модели представления знаний в экспертных системах. Дедуктивные базы данных. Хорновские дизъюнкты. Проблема представления негативной информации в интеллектуальных системах. Продукционные модели. Вывод в продукционных системах. Модели знаний смешанного типа: семантические сети, фреймы. Дедуктивный вывод на сетях. Раскраска сетей. Понятие фрейма, свойства фреймов. Семантические сети и сети фреймов, вывод на сети фреймов.

### 4. Методы машинного обучения

Постановка задачи машинного обучения как задачи обобщения. Обобщение понятий по признакам. Алгоритмы обучения «без учителя». Пороговый алгоритм. Алгоритм максимина. Алгоритм К средних. Понятие решающей функции. Алгоритмы построения линейных и нелинейных решающих функций. Задача формирования понятий по признаковым описаниям в формулировке Бонгарда М.М. Понятие решающего дерева (И-ИЛИ-дерево). Алгоритм качественного обобщения на основе построения решающего дерева (ДРЕВ). Алгоритм IDTree.

### 5. Системы Data mining и Knowledge Discovery

Основные этапы обработки данных в интеллектуальных системах. Задача извлечения данных (Data Mining) и ее особенности, отличие от задач машинного обучения. Примеры реальных систем Data Mining. Алгоритмы поиска скрытых зависимостей в массивах данных.

### 6. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений

Структура интеллектуальной системы поддержки принятия решений. Классификация и примеры экспертных систем, их характеристики и возможности. Стратегии вывода в интеллектуальных системах поддержки принятия решений. Вывод при наличии неполной, неточной, противоречивой информации. Основы ДСМ – метода.

## **Аннотация дисциплины**

### ***Вычислительные системы - Б1.Б.3***

**Цель дисциплины:** изучение основ архитектур современных вычислительных систем, особенностей организации коммуникационных сред, многоуровневой иерархической памяти и параллельного программирования массово-параллельных систем.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла Б.1 блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по профилю «Программный и проектный менеджмент» направления 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника». Количество зачетных единиц – 4.

#### **Содержание разделов:**

Традиционные однопроцессорные архитектуры. Векторно-конвейерные архитектуры. Параллельные вычислительные системы с SIMD-архитектурой. Архитектуры компью-

теров на сверхбольших интегральных схемах. Состав функциональных устройств. Внутрикристалльная память. Системы на одном кристалле.

Мультитредовая архитектура. Реконфигурируемые процессоры. Модели распараллеливания вычислений. Динамическое распараллеливание в суперскалярных микропроцессорах. Предварительная выборка команд и предсказание переходов. Мультитредовые модели распараллеливания.

Высокопроизводительные коммуникационные среды. Масштабируемый когерентный интерфейс SCI. Коммуникационная среда MYRINET. Коммуникационная среда QsNet. Коммуникационные среды для управления, ввода-вывода. Коммуникационные среды сигнальных микропроцессоров и транспьютеров.

Коммутаторы с временным разделением. Алгоритмы арбитража и особенности реализации шин. Составные коммутаторы. Коммутатор Клоза. Баньян-сети. Распределенные составные коммутаторы. Управление коммутаторами. Алгоритмы маршрутизации. Тупики (дедлоки) в составных коммутаторах. Структурирование буферного пула. Графы составных коммутаторов. Понятие процесса. Системы совместно протекающих взаимодействующих процессов. Критические секции. Синхронизация процессов. Совместное использование ресурсов. Взаимное исключение. Критические интервалы. Примитивы синхронизации. Семафоры. Условные критические интервалы. Мониторы. Понятия дедлока и ливлока. Предотвращение дедлоков.

Системы с разделяемой памятью. Симметричные мультипроцессоры. Системы с архитектурой NUMA, СОМА. Рефлексивная память. Модели когерентности памяти: свободная согласованность, ленивая и активная свободная согласованность, автоматическое распространение записей в удаленные узлы. Системы с передачей сообщений.

Суперкомпьютеры: архитектуры, процессоры, коммуникационные среды, операционные системы. Вычислительные системы высокой степени готовности (кластеры).

Организация параллельных вычислений. Переход от последовательных программ к параллельным (масштабируемость и переносимость). Параллельное программирование на основе интерфейса передачи сообщений MPI. Базовые понятия. Межпроцессные обмены. Коллективные взаимодействия процессов. Параллельное программирование на основе стандарта OpenMP. Основные положения. Управляющие структуры и окружения данных. Синхронизация процессов.

#### **Аннотация дисциплины**

#### ***ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ - Б1.Б.4***

**Цель дисциплины:** формирование у обучаемого понимания проблем проектирования программного обеспечения (ПО), системного подхода к их решению и изучение современных технологий разработки ПО, основанных на применении методик структурного представления проектируемой системы и на использовании средств автоматизации проектирования ПО.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла Б1 блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по профилю подготовки «Программный и проектный ме-

неджмент» направления подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника». Количество зачетных единиц – 4.

### **Содержание разделов:**

#### 1. Проблемы разработки сложных программ

Жизненный цикл программного обеспечения и технологических процессов разработки ПО. Организация жизненного цикла ПО, каскадные и итеративные модели жизненного цикла, набор стандартов, регулирующих процессы разработки ПО в целом. Этапы разработки ПО: техническое задание, эскизный проект, рабочий проект. Методология быстрой разработки приложений (RAD), методологии унифицированного процесса разработки Rational (RUP) и экстремального программирования (XP).

#### 2. Структурный подход к проектированию программного обеспечения

Принципы структурирования программ и данных. Классификация структурных методологий. Общие правила структурного построения ПО. Диаграммы «сущность-связь» (ERD), диаграммы потоков данных (DFD), SADT-модели (стандарт IDEF0).

#### 3. Методы и критерии распределения ресурсов в вычислительных системах (декомпозиция и группирование)

Архитектура ПО и влияние архитектуры на свойства ПО. Методы распределения ресурсов (производительности, памяти) в вычислительных системах. Особенности разработки сложных ПО: иерархичность, групповая разработка, сборочное проектирование. Преимущества и недостатки объектно-ориентированного подхода.

#### 4. Унифицированный язык моделирования UML

Унифицированный язык моделирования UML, основные понятия и возможности. Диаграммы прецедентов, диаграммы классов, диаграммы взаимодействий, диаграммы последовательности действий, диаграммы состояний, компонентные диаграммы.

#### 5. CASE-технологии проектирования ПО и классификация CASE-систем

Классификация CASE-систем и их сравнительная характеристика. Тенденции развития объектно-ориентированного программирования инструментальных средств. Поддержка графических моделей. Репозитарий и контроль ошибок.

#### 6. Тестирование и качество разработки ПО. Классификация типов тестов. и объектов тестирования.

Связь тестирования и качества разрабатываемого ПО, значение тестирования на каждом этапе жизненного цикла ПО. Классификация типов тестов. Документирование и анализ ошибок. Разработка тестов. Примеры построения тестов. Оценка степени тестируемости ПО. Тестирование циклов. Тестирование потоков данных. Тестирование транзакций. Тестирование Web-сайтов. Тестирование форм. Тестирование баз данных.

#### 7. Структурное и Объектно-ориентированное тестирование.

Структурное тестирование (метод «белого ящика»). Критерии структурного тестирования. Построение управляющего графа программы. Функциональное тестирование (метод «черного ящика»). Графы и отношения. Особенности объектно-ориентированного тестирования. Модульное тестирование на примере классов. Интеграционное тестирование, системное тестирование. Сборка программ при тестировании. Критерии завершения тестирования.

## 8. Стандарты разработки сложных программ

Стандарты, регламентирующие интерфейсы приложений с операционной средой, построение файловых систем и баз данных, программирование

### **Аннотация дисциплины**

#### ***Современные проблемы информатики и вычислительной техники - Б1.Б.5***

**Цель дисциплины:** формирование у будущего инженера-разработчика современных автоматизированных информационных систем (АИС) понимания проблем проектирования АИС, системного подхода к их решению. Одной из отличительных особенностей дисциплины является акцентирование внимания студентов на системных вопросах проектирования сложных систем. Изучение методов исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина относится к базовой части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по профилю Программный и проектный менеджмент направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Количество зачетных единиц – 4.

#### **Содержание разделов:**

##### 1. Автоматизированные информационные системы

Предмет, цели и задачи дисциплины. Структуры и классификации информационных систем. Системный подход к проектированию. Типовые проектные процедуры и этапы САПР. Интегрированные системы проектирования, управления и производства. Процесс проектирования сложной системы.

##### 2. Моделирование систем

Изучение методов моделирования систем. Модели представления и методы обработки знаний, системы принятия решений.

##### 3. Структурный синтез и принятие проектных решений

Математические методы моделирования и анализа систем. Задачи анализа автоматизированных систем. Классификация моделей сложных систем. Событийное моделирование. Сетевые модели. Математическое обеспечение проектных решений. Модели представления и методы обработки знаний, системы принятия решений.

##### 4. Математическое обеспечение синтеза проектных решений

Математическое обеспечение анализа проектных решений: компоненты математического обеспечения, математический аппарат в моделях разного иерархического уровня, требования к математическим моделям и численным методам. Классификация задач и особенности методов оптимизации. Критерии оптимизации. Параметрический и структурный синтез. Поиск оптимальных проектных решений. Методы ветвей и границ, локального поиска, распространения ограничений.

Эволюционные и генетические алгоритмы. Введение в теорию сложности. Постановка задачи структурного синтеза.

#### 5. Этапы жизненного цикла промышленной продукции.

Методы и средства информационной поддержки этапов жизненного цикла промышленных изделий (ИПИ). Системы управления проектными данными PDM. Технологии информационного обмена в промышленных автоматизированных системах на основе стандартов STEP. Методы и средства логистического анализа и создания интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР).

#### 6. Введение в CALS-технологии

Понятие CALS-технологий. Планы информатизации предприятий и их подразделений на основе Web- и CALS-технологий. Основные стандарты в области CALS-технологий. Основные прикладные протоколы STEP. Электронные спецификации и модели изделий. Язык Express.

#### 7. Анализ современных систем САПР

Исследование современных подходов к управлению предприятием на основе использования корпоративных информационно-управляющих систем (КИУС), которые комплектуются из различных приложений. Классификация КИУС (CRM, BPM, ERP, MES, АСУ ТП).

#### 8. Современные проблемы информатики и ВТ

Перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий. Планы информатизации предприятий и их подразделений на основе CALS-технологий. Тенденции развития вычислительной техники и информационных технологий.

### **Аннотация дисциплины**

#### ***ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР - Б1.В.ДВ.1.1***

**Цель дисциплины:** изучение математических и алгоритмических основ создания геометрических моделей сложных изделий, проектируемых с помощью современных систем автоматизации проектирования и технологической подготовки производства (CAD/CAM/CAE/PDM).

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по профилю Программный и проектный менеджмент направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Количество зачетных единиц – 5.

#### **Содержание разделов:**

##### 1. Геометрические модели в современных САПР

Интегрированные информационные технологии в проектировании и производстве. Основные технические средства САПР. Классификация САПР. Понятие жизненного цикла изделия (ЖЦИ). Геометрическая модель и ее использование на различных этапах ЖЦИ. Классификация геометрических моделей. Геометрические модели в двумерном и трехмерном пространстве. Проволочная, каркасно-поверхностная и поверхностная модели. Параметрические модели. Типы параметрических моделей. Жестко-размерное моделирование. Гибридное моделирование. Модели конструктивной геометрии.

## 2. Алгоритмические основы двумерного моделирования

Двумерные модели. Понятие однородных координат. Аффинные преобразования на плоскости. Формы математического представления отрезков прямых, кривых. Алгебрологические двумерные модели. Аналитические двумерные модели. Способы задания прямой в двумерном пространстве. Математические аспекты двумерного моделирования. Задача разрезания многоугольников. Алгоритмы отсечения (алгоритмы Сазерленда-Коэна, Кируса-Бека). Алгоритмы пересечения двух многоугольников (Сазерленда-Ходжмена, Вейлера-Азертонна).

## 3. Построение двумерных и трехмерных кривых в геометрическом моделировании

Модель трехмерной и плоской кривой. Параметрическое представление кривой. Пространство модели и параметрическое пространство. Способы параметризации кривой. Сведения из дифференциальной геометрии кривых. Использование аппроксимации и интерполяции для создания геометрических моделей кривых. Многочлены Лагранжа и Ньютона. Аппроксимация кривых с помощью кубических сплайнов, кривых Эрмита, Безье. Составные кривые на основе кубических сплайнов, кривых Эрмита и кривых Безье. Рациональные кривые Безье. Построение конических сечений на основе рациональных кривых Безье. Создание модели окружности на основе рациональных кривых Безье. В-сплайновые кривые. Открытый и периодический В-сплайны. Понятие вектора параметризации. Составные В-сплайновые аппроксимирующие кривые третьей степени. Аппроксимация кривых с помощью В-сплайнов произвольной степени. Использование NURBS для аппроксимации кривых. Основные свойства кривых NURBS. Место геометрических моделей, использующих аппроксимацию с помощью NURBS, в современных САПР. Построение окружности на основе NURBS кривых.

## 4. Геометрические модели трехмерных поверхностей

Общие принципы конструирования поверхностей. Классификация способов построения геометрической модели поверхности. Понятие минимальной аппроксимации. Полигональная сетка. Многогранники. Способы задания трехмерных моделей, ограниченных плоскими гранями. Математическое описание плоскости, задающей грань полигональной сетки. Использование кинематического принципа при построении поверхностей. Поверхности вращения, заметающие поверхности, протянутые поверхности. Способы построения протянутых (sweep) поверхностей и lofting поверхностей. Математические аспекты построения sweep и lofting поверхностей.

Кусочное представление поверхности. Основные сведения из дифференциальной геометрии поверхностей. Понятие Гауссовой кривизны. Билинейная поверхность. Линейная поверхность Кунса. Четырехугольные поверхности. Методы построения четырехугольной поверхности на основе кривых в форме Эрмита (бикубическая поверхность Кунса), по-

верхность Фергюссона, поверхность Безье, В-сплайновая поверхность, NURBS поверхность. Составные поверхности Эрмита, Безье, В-сплайновые составные поверхности третьей степени. Принципы построения треугольных поверхностей. Барицентрические координаты. Билинейная треугольная поверхность. Треугольная поверхность на основе произвольных кривых. Треугольная поверхность Безье.

#### 5 Алгоритмические основы твердотельного моделирования

Топологические объекты, участвующие в формировании твердого тела. Определение оболочки твердого тела. Особенности твердотельного моделирования. Модель конструктивной геометрии. Булевы операции над твердым телом. Математические аспекты твердотельного моделирования. Примеры описания твердых тел.

#### 6. Математическая модель плоских геометрических проекций

Изображение трехмерных объектов. Центральная и параллельная проекции. Математическое описание плоских геометрических проекций.

#### 7 Алгоритмы создания реалистических изображений

Визуализация геометрических моделей. Классификация алгоритмов удаления невидимых поверхностей. Алгоритм плавающего горизонта. Алгоритм Робертса. Метод количественной невидимости Аппеля. Алгоритм Варнока, Вейлера-Азертонна. Алгоритмы, использующие список приоритетов. Алгоритмы построчного сканирования. Алгоритмы визуализации для криволинейных поверхностей. Создание реалистических изображений. Простая модель освещения. Закраска полигональной сетки. Закраска Гуро, закраска Фонга. Математические задачи, решаемые при создании модели освещения. Модель затенения.

### **Аннотация дисциплины**

#### ***МОДЕЛИ ДИСКРЕТНЫХ ПРОЦЕССОВ В САПР - Б1.В.ДВ.1.2***

**Цель дисциплины:** изучение основ математического и имитационного моделирования структур и алгоритмов ЭВМ, вычислительных систем и сетей (ВС) как универсального способа анализа характеристик проектируемого объекта и поиска оптимальных технических решений на этапе его проектирования.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина относится к вариативной части общенаучного цикла М.1.5.2 основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по профилю Программный и проектный менеджмент направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Количество зачетных единиц – 5.

#### **Содержание разделов:**

##### 1. Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования проектируемой дискретной системы

Постановка задач анализа и синтеза структур дискретных процессов и систем (ДС) – вычислительных устройств, систем и сетей, и проблемы их решения. Моделирование как метод получения достоверных численных характеристик в системах автоматизированного проектирования. Задачи анализа, решаемые при проектировании структур и алгоритмов

функционирования ДС с применением методов моделирования. Методы их решения. Задачи оптимизации структур и алгоритмов функционирования ДС – решаются сочетанием методов моделирования, численных методов оптимизации и методов планирования многофакторных экспериментов.

## 2. Теоретические основы построения аналитических моделей дискретных процессов (ДП) процессов и систем

Понятие системы и способы ее описания (вербальный, алгоритмический, аналитический). Параметры системы и их представление в модели. Детерминированные и стохастические параметры, вопросы точности и адекватности их задания и определения численных значений характеристик.

Элементы теории систем массового обслуживания (СМО). Марковские процессы: основные понятия и определения. Граф состояний системы. Методика расчета схем СМО: уравнения Колмогорова, решение системы уравнений. Задачи моделирования системы: определение характеристик системы, идентификация и ранжирование параметров, оптимизация характеристик системы. Методы решения задач: сочетание методов моделирования и методов многофакторного планирования экспериментов с моделями, методов анализа и оптимизации (методы активного моделирования).

## 3. Построение аналитических моделей типовых схем ДП

Классификация СМО: по количеству параллельных и последовательных устройств в системе обработки заявок – одноканальные, многоканальные СМО, многофазные системы; по наличию и типу приоритетов заявок, по наличию и типу очереди, Разомкнутые и замкнутые системы; СМО со взаимопомощью. Состав характеристик СМО. Классификация методов моделирования: по назначению и классу решаемых задач; по средствам описания моделируемого объекта – аналитические, имитационные; по способу представления процессов в модели – детерминированные, стохастические. Графы состояний и уравнения Колмогорова для типовых схем ДП: Одно- и многоканальные СМО с отказами, СМО с безусловным обслуживанием, системы с ограниченной очередью заявок. Решение систем уравнений для типовых схем ДП. Формулы Литтла. Примеры представления вычислительных процессов в устройствах ЭВМ, систем и сетей в виде марковских процессов. Аналитические модели таких процессов, вычисление их характеристик.

## 4. Применение методов ТМО для моделирования и анализа дискретных процессов в САПР

Применение аналитических моделей для расчета и анализа типовых структур вычислительных процессов в вычислительных системах и сетях. Расширение понятия "марковский процесс" и развитие теории массового обслуживания применительно к реальным схемам структур и процессов в ЭВМ и ВС и режимов их работы (при предельных нагрузках оборудования, при произвольных потоках заявок, при наличии относительных и абсолютных приоритетов обслуживания). Критика недостатков аналитических моделей и пути их преодоления.

## 5. Основные положения и принципы имитационного моделирования дискретных процессов

Стохастическая природа ДП и процессов в САПР ЭВМ, ВС и сетей. Имитационное моделирование как универсальный подход к решению задач исследования ДП. Основные понятия и определения имитационного моделирования дискретных процессов: состояние системы, событие в системе, типы событий, списки событий и дисциплины их обработки в моделирующем алгоритме, модельное время. Способы моделирования событий во времени: по интервалам времени и по событиям, их сравнительный анализ по сложности реализации и по эффективности моделирующего алгоритма, область применения этих способов.

## 6. GPSS – язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы системы

Обзор языков и систем имитационного моделирования дискретных процессов и их применение для моделирования структур и алгоритмов работы устройств ЭВМ, ВС и сетей. Состав и средства языка и системы моделирования GPSS: понятия статических и динамических объектов GPSS-модели (блоки, транзакты); условия генерации и перемещения транзактов по блокам модели, типы блоков; устройства и память, очереди, логические ключи; особенности представления данных в GPSS в виде переменных, ячеек, таблиц и функций. Принципы работы моделирующего алгоритма в системе GPSS: списки событий и режимы выбора транзактов из списков; дисциплины обслуживания заявок в GPSS - FIFO, с относительным и абсолютным приоритетами. Средства описания и организация имитации параллельных процессов в GPSS. Средства синхронизации процессов. Средства сбора и обработки статистических результатов моделирования в системе GPSS. Законы распределения непрерывных и дискретных случайных величин, применяемые в практике имитационного моделирования. Методы моделирования случайных процессов на ЭВМ. Критерии оценки качества генерации случайных величин. Построение генераторов псевдослучайной последовательности с заданным законом распределения. Обоснование применения различных законов распределения случайных последовательностей при моделировании процессов в вычислительных системах и сетях ЭВМ. Критерии оценки статистической достоверности и адекватности результатов имитационного моделирования.

## 7. Построение GPSS-моделей типовых структур ДП

Разработка GPSS-моделей процессов в системах с отказами, с безусловным обслуживанием, с учетом относительных приоритетов заявок, с принудительным прерыванием процесса обслуживания (в системах с абсолютным приоритетом заявок). Разработка GPSS-моделей параллельных процессов и процессов с разветвлением потоков заявок. Особенности построения моделей синхронизации процессов во времени и по условию. Особенности сбора и обработки статистических данных при моделировании в системе GPSS.

## 8. Многофакторное планирование эксперимента как метод эффективной организации и обработки экспериментов с имитационной моделью

Многофакторное планирование эксперимента: основные понятия, определения, свойства. Построение полного и дробного факторных экспериментов, насыщенных и

сверхнасыщенных планов, анализ их разрешающей способности, особенности их применения к имитационным моделям ВС. Сочетание методов многофакторного планирования эксперимента и методов поисковой оптимизации (метода Бокса-Уилсона, метода параллельных касательных) с методом имитационного моделирования - повышение точности результатов статистической обработки данных при сокращении числа экспериментов и уменьшении сложности обработки экспериментальных данных. Применение системы GPSS и многофакторного планирования экспериментов для решения задач анализа и оптимизации структур и алгоритмов вычислительных устройств, систем и сетей. Построение и исследование имитационных моделей процессов в локальных вычислительных сетях на языке GPSS. Моделирование процессов, связанных по обслуживаемому каналу, процессов, связанных по управлению. Моделирование параллельных независимых процессов. Моделирование и синхронизация процессов, связанных по условиям выполнения, и процессов, зависящих по результатам обработки данных. Моделирование и исследование процессов в распределенных вычислительных системах и в вычислительных средах.

### **Аннотация дисциплины**

#### ***Проектирование процессоров на СБИС – Б1.В.ДВ.2.1***

**Цель дисциплины:** изучение студентами основ элементной базы ЭВМ и вычислительных систем на базе сверхбольших интегральных схем (СБИС), принципов построения мультипроцессорных систем с использованием современных микропроцессоров.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** вариативная дисциплина по выбору блока Б1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки магистратуры 230100 Информатика и вычислительная техника (профиль: Программный и проектный менеджмент). Количество зачетных единиц – 8.

#### **Содержание разделов:**

Принципы организации мультипроцессорных вычислительных систем. Классификация Флинна. Структуры ОКОД, ОКМД, МКОД, МКМД. Схемы соединений в мультипроцессорных системах. Гибридные схемы соединений. Кластеры, рекурсивная кластеризация. Схемы соединений с изменяемой конфигурацией.

Схема операционного конвейера. Поточковые машины. Принцип управляющей логики. Командная ячейка потоковой ЭВМ. Систолические матрицы. Структура процессорного элемента. Выполнение макроопераций на систолических матрицах.

Секционные процессоры, принцип функционально-разрядного слоя, логика управления. Схема взаимодействия блока микропрограммного управления с памятью микрокоманд и операционным блоком. Формат микрокоманд, назначение отдельных полей. Размещение микропрограмм в памяти, существующие ограничения.

Архитектура транспьютера. Система команд и ее особенности. Семейства транспьютеров. Транспьютерные сети. Задачи, решаемые на транспьютерных сетях. Программное обеспечение транспьютерных сетей.

Нейрокомпьютеры. Модели простых и сложных нейронов. Типы нейронных сетей: минимальной связности, полносвязные, многослойные. Примеры решаемых задач. Обучение нейронных сетей. Нейронные сопроцессоры универсальных ЭВМ.

Алгоритмы цифровой обработки сигналов (ЦОС). Аналого-цифровое преобразование сигналов. Алгоритм дискретного преобразования Фурье. Быстрое преобразование Фурье, оценки ускорения. Компьютерная томография. Цифровая фильтрация, уравнения и функциональные схемы. Цифровой спектральный анализ. Структура сигнального процессора. Принципы построения базовой архитектуры TMS 320C\*\*.

Цифровая обработка изображений. Преобразование изображения: градационное, геометрическое, подавление шумов. Цепной код. Кодирование с линейным прогнозированием, с переменной длиной кода. Пирамидальные структуры данных. Выделение признаков. Классификация и распознавание изображений. Видеопроцессоры: матричного типа, пирамидальная архитектура, конвейерные, систолические, мультимикропроцессорные.

## **Аннотация дисциплины**

### ***Разработка САПР - Б1.В.ДВ.2.2***

**Цель дисциплины:** изучение основ и методов автоматизированного проектирования, необходимых при проектировании, исследовании, производстве и эксплуатации систем и средств автоматизации, управления и технологической подготовки производства (CAD/CAM/CAE/PDM). Освоение основных принципов построения САПР, математических и методологических основ и технического обеспечения анализа и оптимизации проектных решений, программных средств поддержки процесса проектирования и подготовки проектной документации.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по профилю Программный и проектный менеджмент направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Количество зачетных единиц – 8.

### **Содержание разделов:**

#### ***1. Структура и классификация САПР***

Предмет, цели и задачи дисциплины. Структура и классификация САПР. Системный подход к проектированию. Программное, лингвистическое, математическое, техническое, информационное, методическое, организационное обеспечение САПР. Иерархическая структура уровней проектирования и проектных спецификаций. Типовые проектные процедуры и этапы САПР. Разновидности САПР. Жизненный цикл изделия. Понятие о CALS-технологиях. Место САПР в интегрированных системах проектирования, управления и производства. Структура процесса проектирования сложной системы.

#### ***2 Техническое обеспечение САПР***

Структура и требования к техническому обеспечению. Архитектура рабочих мест. Локальные вычислительные сети: методы доступа, топологии. Корпоративные сети. Протоколы и типы сетей в САПР.

#### ***3. Математические методы моделирования и анализа автоматизированных систем***

Задачи анализа автоматизированных систем. Классификация моделей сложных систем. Аналитические и имитационные модели. Событийное моделирование. Сетевые мо-

дели (сети Петри и их расширения). Математическое обеспечение проектных решений. Моделирование, анализ и автоматическая оптимизация аналоговых и цифровых, линейных и нелинейных систем автоматического управления.

#### 4. Теория нечётких множеств

Теория нечётких множеств. Понятие нечёткого множества, характеристической функции принадлежности. Примеры записи нечёткого множества. Основные характеристики нечётких множеств. Методы построения функций принадлежности нечётких множеств. Операции над нечёткими множествами. Нечёткая и лингвистическая переменные, нечёткие числа. Операции над нечёткими числами. Нечёткие числа (L-R)-типа. Нечёткие отношения. Способы задания нечётких отношений (НО). Операции над нечёткими отношениями. Свойства бинарных нечётких отношений, заданных на одном универсуме. Транзитивное замыкание бинарного НО. Специальные виды бинарных НО. Декомпозиция НО.

#### 5. Математическое обеспечение синтеза проектных решений

Математическое обеспечение анализа проектных решений: компоненты математического обеспечения, математический аппарат в моделях разного иерархического уровня, требования к математическим моделям и численным методам в САПР. Классификация задач и особенности методов оптимизации. Критерии оптимизации. Параметрический и структурный синтез. Поиск оптимальных проектных решений. Методы ветвей и границ, локального поиска, распространения ограничений, эволюционные и генетические алгоритмы. Введение в теорию сложности. Постановка задачи структурного синтеза. Способы представления множества альтернативных решений. Морфологические таблицы, альтернативные И-ИЛИ графы. Исчисления.

#### 6. Системные среды САПР

Назначение и состав системной среды. Функции сетевых операционных систем. Прикладные протоколы. Языки информационных услуг и создания Web-приложений (HTML, SGML, XML, Java и др.). Интеграция программного обеспечения в САПР. Технологии DDE, OLE. Управление процессами проектирования. OLAP-технологии. PDM-системы. Инструментальные среды для разработки программного обеспечения.

#### 7. Методики разработки САПР

Стадии проектирования автоматизированных систем. Концептуальное проектирование. CASE-системы. Методики IDEF0 и IDEF3. Спецификации проектов. Реинжиниринг и параллельное проектирование. Технологии и стандарты информационной поддержки жизненного цикла изделий (CALS-технологии). Методика IDEF1X. Назначение, состав стандартов и технологий STEP. Введение в язык EXPRESS.

#### 8. Обзор современных САПР

Современные подходы к управлению предприятием на основе использования корпоративных информационно-управляющих (КИУС), которые комплектуются из различных приложений. Классификация КИУС (СРМ, ВРМ, ERP, MES, АСУ ТП). Генезис методологий планирования от MRP до ERP. История развития и классификация ERP. Функции, достоинства и недостатки ERP-систем. Особенности SAP.

## Аннотация дисциплины

### **УПРАВЛЕНИЕ КРУПНЫМИ ИНДУСТРИАЛЬНЫМИ ПРОГРАММАМИ И ПРОЕКТАМИ - Б1.В.ДВ.3.1**

**Цель дисциплины:** изучение основ применения корпоративных информационных систем управления жизненным циклом изделия (PLM) как базы для реализации задач управления крупными индустриальными программами и проектами, освоение методик анализа состояния готовности предприятия к применению PLM для управления крупными индустриальными программами и проектами. Также к целям относятся изучение современных отечественных и зарубежных стандартов на составление технического задания для программ и программных систем.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина относится к вариативной части общенаучного цикла М.1 основной образовательной программы (ОПОП) по профилю Программный и проектный менеджмент направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Количество зачетных единиц – 8.

#### **Содержание разделов:**

#### 1. Понятие «Системы управления крупными индустриальными программами и проектами»

Терминология. Особенности понятий «программа», «проект», «портфель» для современного машиностроения. Модель данных, модель процессов для систем управления крупными индустриальными программами и проектами. Ведение проектов – управление проектной деятельностью – ProjectManagement; Управление портфелем предприятия – PortfolioManagement; Управление программами выпуска изделий – ProgramManagement. Project Management, Portfolio Management и Program Management – как составные части корпоративных систем PLM.

#### 2. Модель процессов: Методика V-цикла и RFLP-подход к использованию системы управления крупными индустриальными программами и проектами»

Управление проектами и портфелем заказов как фиксированная последовательность процессов в контексте V-циклической схемы разработки изделий. Управление требованиями - Функциональный анализ - Определение логической структуры - Физическое проектирование - Интеграция - Верификация - Валидация - Выпуск

RFLP-формализация. Формализация и структуризация состава требований в случае крупных индустриальных проектов. Формализация и структуризация функционального состава изделия и интеграция с составом требований в случае крупных индустриальных проектов. Структуризация логических связей изделия и интеграция со структурами требований и функций и переход к проектированию. Модель системы на основе SysML.

#### 3. Формализация и структуризация требований: понятие «Техническое Задание». Стандарты

Начальный этап жизненного цикла – формализация структуры состава требований Заказчиком и Исполнителем в случае крупного индустриального проекта. Понятие «Техническое Задание» как отображение структуры состава требований. Состояние стандартизации

по теме «техническое задание», ГОСТ на программные компоненты и системы, группы ГОСТ 19 и ГОСТ 34.

#### 4. Эффективность выполнения крупных промышленных проектов

Метрики выполнимости крупных промышленных проектов, эффективность исполнения проекта как отображение полноты соответствия структур требований, функциональных модулей и логических связей в крупном промышленном проекте. Экономическая эффективность, расчётные показатели, границы применимости. Необходимость применения автоматизированных систем управления проектами, программами и портфелями заказов для обеспечения эффективности выполнения крупных промышленных проектов. Project, Program Portfolio Management – подсистемы промышленных систем PLM.

#### 5. Готовность предприятия к эффективному выполнению крупных промышленных проектов

Показатели технологичности:

- трудоемкость изготовления - абсолютная и относительная;
- материалоемкость или масса конструкции - абсолютная или относительная;
- трудоемкость подготовки изделия к функционированию;
- степень конструктивной стандартизации и унификации;
- капиталовложения в производство новой продукции;
- себестоимость и отпускная цена новой продукции;
- прибыль и рентабельность производства.

Степень освоения PLM на предприятии – как предпосылка к возможности эффективного ведения крупных промышленных проектов. Принципы перехода от низкотехнологичной модели предприятия к высокотехнологичной организации на основе PLM - ModelBased-Enterprise (MBE). Методика оценки готовности предприятия по MBE. Перспективы развития систем управления крупными промышленными проектами.

### **Аннотация дисциплины**

#### ***Модели и методы анализа проектных решений - Б1.В.ОД.1***

**Цель дисциплины:** изучение методов принятия проектных решений, разработки математических моделей процессов и объектов, методов их исследования и проведения сравнительного анализа.

#### **Место дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина относится к вариативной части по выбору блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по профилю «Программный и

проектный менеджмент» направления 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника». Количество зачетных единиц – 4.

### **Содержание разделов:**

Адекватность, точность, эффективность математических моделей. Математические модели (ММ) различных иерархических уровней: модели микроуровня, макроуровня, функционально-логического и системного уровней. Маршруты проектирования и процедуры создания библиотек моделей.

Преобразование ММ в ходе решения. Примеры ММ объектов с распределенными параметрами. Стационарные и нестационарные задачи. Методы анализа на микроуровне, сеточные методы. Замена производных конечными разностями. Погрешности аппроксимаций, порядок погрешностей. Устойчивость разностных схем.

Конечные элементы. Глобальные базисные функции. Требования гладкости базисных и весовых функций. Снижение требований к гладкости базисных функций. Получение матрицы жесткости и вектора нагрузок конечного элемента. Ансамблирование конечных элементов. Двумерные задачи. Треугольный и прямоугольный конечный элементы. Бесконечные элементы. Нестационарные задачи. Программы анализа по методу конечных элементов на микроуровне.

Задача анализа объектов с сосредоточенными параметрами: представление структуры объектов в виде графов и эквивалентных схем; топологические и компонентные уравнения; формальные аналогии. Примеры компонентных и топологических уравнений в электрических, механических и гидравлических системах. Связь систем различной физической природы. Представление топологических моделей. Примеры эквивалентных схем технических объектов. Получение топологических уравнений на основе матрицы контуров и сечений.

Анализ во временной и частотной области. Метод Эйлера. Алгоритмы численного интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы и алгоритмы решения систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений. Анализ в частотной области. Понятие многовариантного анализа. Область работоспособности. Анализ чувствительности. Статический анализ.

Системы массового обслуживания (СМО). Дисциплины обслуживания заявок в СМО. Аналитические и имитационные модели СМО. Марковские цепи. Уравнения Колмогорова. Языки для имитационного моделирования СМО. Событийное моделирование. Сетевые модели. Методы диакоптики в моделировании больших систем.

### **Аннотация дисциплины**

#### ***ПРОМЫШЛЕННАЯ ЛОГИСТИКА - Б1.В.ОД.2***

**Цель дисциплины:** изучение основ построения корпоративных информационных систем управления жизненным циклом изделия (PLM), как базы для реализации задач автоматизации разработки, сопровождения и утилизации изделий современного дискретного производства. Также к целям относятся изучение современных стандартов, определяющих особенности и характеристики подсистем управления потоком данных (Docflow), управления потоком работ (Workflow), управления проектами (ProjectManagement) для осу-

ществления коллективного проектирования в современных распределенных открытых вычислительных средах/системах.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина относится к вариативной части общенаучного цикла М.1 основной образовательной программы(ОПОП) по профилю Программный и проектный менеджмент направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Количество зачетных единиц – 2.

### **Содержание разделов:**

#### 1. Понятие «Системы Промышленной Логистики»

Терминология. Эволюция понятия «логистика». Особенности понятия «промышленная логистика». Особенности интеграции информационных потоков в непрерывном и дискретном производстве. Машиностроение как объект промышленной логистики. История развития стандартов CALS. Национальные институты продвижения технологий промышленной логистики; отрасли национальной промышленности как объекты внедрения промышленной логистики.

#### 2. Промышленная Логистика как подсистема системы управления жизненным циклом изделия

Базовая задача промышленной логистики – управление информационными потоками на всех этапах жизненного цикла изделия. Описание типового жизненного цикла. Основные этапы: Техническое задание (ТЗ), Эскизный проект (ЭП), Рабочий проект (РП), Технологическая подготовка производства (ТПП), Производство, Сбыт, Послепродажное Сопровождение, Утилизация. Особенности информационных потоков каждого из этапов. Национальные стандарты типового жизненного цикла для машиностроения.

#### 3. Эволюция понятия «промышленное предприятие»

Понятие промышленного предприятия. Эволюция понятия «промышленное предприятие» как объекта применения методик промышленной логистики: жесткая структура → корпорация → расширенное предприятие → виртуальное предприятие. Автоматизация обработки данных как базис эффективного решения задач промышленной логистики. История развития средств автоматизации обработки промышленных данных: САПР, САПР ТП, АСУ, АСУ ТП, БД предприятия, Системы Документооборота.

#### 4. Понятие «Интегральная корпоративная информационная среда предприятия»

Информационная интеграция процессов всех этапов жизненного цикла изделия: аппаратный и программный аспекты, необходимые и достаточные условия перехода к построению интегральных информационных сред. Корпоративная информационная система – конгломерат сетевых аппаратных, прикладных программных и системных средств обеспечения эффективного информационного взаимодействия на всех этапах жизненного цикла.

#### 5. Состав изделия

Понятие состава изделия. Спецификации и их разновидности. САПР как источник информации о составе изделия. БД предприятия как источник информации о составе изделия. АСУ (ERP) предприятия как источник информации о составе изделия. Программы обеспечения маркетинговых служб как источник информации о составе изделия. Про-

граммное обеспечение функционирования торговых площадок (дилеров) как источник информации о составе изделия. Эксплуатационные информационные системы как источник информации о составе изделия. Постановка задачи «Стандартизация и унификация форматов, типов и классов данных».

### 6. ПЭОИ

Стандартизация и унификация форматов, типов и классов данных в САПР: 2D, 3D модели и сборки, твердотельное и параметрическое моделирование, задачи информационной интеграции работы группы проектировщиков, отказ от выпуска ЧКД в пользу полного электронного определения изделия (ПЭОИ) как значительный шаг к реализации эффективного согласования информационных потоков этапа проектирования. Стандарты IGES, STEP, достоинства, недостатки.

### 7. PDM

PDM (ProductDataManagement) как методология согласования информационных потоков данных об изделии на этапах жизненного цикла (прежде всего - ТЗ, ЭП и РП). Возможности PDM для полной интеграции данных на протяжении всего жизненного цикла. Понятие конструкторско-технологической спецификации. Конструктивное членение изделия, технологическое членение изделия, примеры международных, национальных и отраслевых стандартов на членение изделия. Зонный и Агрегатный принципы разработки изделия. Атрибуты, их место в PDM и их роль в наполнении информационных потоков.

### 8. ERP

ERP (EnterpriseResourcePlaning) как методология согласования информационных потоков данных о ресурсах, необходимых для обеспечения производства изделия на этапах жизненного цикла (прежде всего - ТПП, Производство, Сбыт). Возможности ERP для полной интеграции данных на протяжении всего жизненного цикла. Понятие материально-ресурсного планирования. Задачи согласования информационных потоков PDM-данных и ERP-данных: переход от единой информационной модели производства к интегрированной модели производства.

### 9. WorkflowManagement

Понятие «работа» («задание»). Понятие «бизнес-процесс» как совокупность «работ». Методика описания и анализа бизнес-процессов, языки описания бизнес-процессов: IDEF0, IDEF3, Express, использование UML. Пакеты описания бизнес-процессов, современные требования. Интеграция программных средств описания бизнес-процессов в рамках реализации задач промышленной логистики: согласование моделей, типов данных и структур при выполнении заданий этапов жизненного цикла. Понятие WorkflowManagement (Управление потоком заданий), состояние стандартизации, обязательные элементы системы управления потоком заданий (примеры реализации систем WorkflowManagement: основные особенности, достоинства, недостатки. Перспектива).

### 10. Архив данных предприятия

Понятие «единый архив данных предприятия» (Vaulting) как информационный базис для решения задач промышленной логистики, блокировка данных, процессы «check-out», «check-in», актуальность данных, разграничение доступа к данным, протоколы и предыстория данных. Понятие «проект» как совокупность данных об этапности, структуре изделия, исполнителях и работах. Понятие ProjectManagement (Управление данными о проекте), состояние реализации. Понятие «LifeCycleManagement» (Управление данными о жизненном цикле изделия), задачи, отнесенные к LCManagement, состояние реализации.

### 11. Ведение инженерных изменений

Понятие «версия», «исполнение», «модификация», процессы внесения и утверждения проектных изменений, понятия «Рекламация», «Извещение», «Бюллетень», «Служебная записка» как элементы процесса внесения и утверждения проектных изменений. Понятие «ECO» (EngineeringChangeOrder) как аналог «Извещения» в системах промышленной логистики. Изменение процессов утверждения и внесения изменений при переходе от бумажного документооборота к автоматизированным системам. Понятие «ограничение применимости» (Effectivity), реализация ограничения применимости через атрибуты конструкторско-технологической спецификации и с помощью согласованных процессов в автоматизированных системах промышленной логистики: проблемы перехода и промышленного освоения. Effectivity как результат автоматизированной отработки процессов внесения и утверждения изменений. Системы управления конфигурацией изделия (ConfigurationManagement).

### 12. Примеры систем PLM

Современное состояние проблемы применения систем промышленной логистики: системы B2C (обеспечение задач основного производства), B2B (обеспечение задач оснащения основного производства), CRM (обеспечение привлечения заказчика к разработке и производству изделий), SCM (обеспечение взаимодействия с поставщиками комплектующих), AMS-MRO (обеспечение послепродажного информационного сопровождения и обслуживания). Промышленные примеры реализаций в отечественном и международном авиастроении, кораблестроении и пр. отраслях.

## **Аннотация дисциплины**

### **ГРАФИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ - Б1.В.ОД.3**

**Цель дисциплины:** состоит в изучении современных стандартов, определяющих особенности и характеристики универсального графического интерфейса пользователя (GUI) для приложений распределенных вычислений и коллективного проектирования в современных распределенных открытых вычислительных средах/системах (ОС), и позволяющих создавать такие интерфейсы (универсальные, легко осваиваемые пользователями, настраиваемые на различные операционные среды) для приложений CAD/CAM/CAE/PLM с использованием различных инструментальных средств.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина относится к вариативной части (обязательные дисциплины) блока дисциплин основной профессиональной образо-

вательной программы (ОПОП) по профилю Программный и проектный менеджмент направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Количество зачетных единиц – 6.

## **Содержание разделов:**

### 1. Открытые Вычислительные сети и системы

Открытые Вычислительные сети и системы. Рабочие станции и распределенные сетевые вычисления. Коллективный характер современных распределенных вычислений в сетевых вычислительных средах и специальное программное обеспечение, реализующее этот процесс. Эволюция модели вычислительной системы. Гетерогенные вычислительные системы – Открытые Системы (ОС). Ресурсы Открытых Систем – Вычислительный ресурс, Системный ресурс, Графический ресурс. ОС и системы управления различными типами ресурсов. Стандарты, протоколы. Стек протоколов TCP/IP.

### 2. Системы графического интерфейса с пользователем

Стандарты Открытых Систем. Сетевая модель OSI. Основные концепции стандарта X Window System – выполнение операций графического вывода, обслуживание ввода пользователя, распределение ввода между программами, организация взаимодействия между этими программами. Архитектура X11. Состав реализаций стандарта. Клиент, Оконный менеджер, Инструментальные пакеты, X-интерфейс низкого уровня (библиотека Xlib), сетевой X-протокол, X-сервер. Средства стандарта X11 для управления Графическими ресурсами ОС.

### 3. Программирование графического пользовательского интерфейса средствами X-Window

Реализации сервера, X-протокол, управляемость событиями. Библиотеки графических процедур, упрощающих процесс программирования GUI. Ресурсная модель X-клиентов, запрашивающих графические ресурсы Программно-технического комплекса для организации интерфейсов. Инструментальные пакеты X-Window для программирования GUI. Параметризованный минимальный элемент интерфейса как управляющий объект-widget. Наборы управляющих объектов, как «конструктор» для проектирования пользовательских интерфейсов в средах языков интерпретирующего типа. Иерархия виджетов, их ресурсов и подокон основного окна интерфейса.

### 4. Программирование GUI средствами X-Window. Иерархия управляющих объектов и их ресурсов

Управляющие объекты-widget'ы и их ресурсы. Параметризация управляющих объектов, как средство тиражирования однотипных элементов GUI и унификация присвоения им ресурсов, необходимых для воспроизведения и реализации модели поведения. Классы управляющих объектов. Управляемость объектов. Механизмы взаимодействия приложения (X-клиентов) с управляющими объектами GUI и конкретной реализацией X-Window – оконных менеджеров. Процедуры обратного вызова, Action-процедуры и обработчики событий. Ресурсные файлы как одно из средств кастомизации GUI. Механизмы назначения ресурсов. Наследование ресурсов. Управление ресурсной базой данных. Организация модели поведения элементов GUI. Иерархия классов управляющих объектов. Управляющие объекты различного назначения, их место в иерархии.

### 5. Инструментальные пакеты высокого уровня для программирования GUI

Понятие и структура Инструментальных пакетов высокого уровня (ИПВУ) для программирования GUI в соответствии со стандартом X11. История разработки ИПВУ, первые решения, особенности их использования. Современные ИПВУ, концепция языков сценариев и библиотек готовых графических объектов (Tcl/Tk, Qt, JavaScript). Особенности пакета Tcl/Tk – командный язык, предназначенный для описания GUI, интерпретатор языка и библиотека предопределенных параметризуемых заготовок интерфейса – управляющих объектов widget'ов. Преимущества использования ИПВУ при проектировании GUI. Основы программирования в Tcl/Tk: иерархия виджетов, соответствие с базовой (Афинской) иерархией управляющих объектов в X-Window. Основные виджеты пакета.

#### *6. Программирование GUI средствами Tcl/Tk*

Философия проектирования графических интерфейсов с помощью Tcl/Tk. Окно – компонент, иерархия окон приложения, взаимодействие с базовым оконным менеджером, Tk - runtime system. Способы работы с управляющими объектами в Tcl/Tk: команды создания компонента, команды реконфигурирования компонента, команды запуска исполняемого скрипта в компоненте, обеспечивающие требуемую реакцию элемента интерфейса на внешние события – манипулирование пользователем с устройствами ввода. Программирование модели поведения GUI на более низком уровне с помощью команды bind. Геометрический менеджер, как средство организации спроектированной структуры GUI и его воспроизведения, концепция фокуса. Диспетчеры компоновки. Особенности и характеристики. Области применения. Примеры программирования различных типовых фрагментов GUI с помощью компонент Tcl/Tk и их визуализация средствами различных диспетчеров компоновки. Удаление компонентов из памяти. Основы программирования в Tcl. Сквозной пример GUI, разработанного средствами Tcl/Tk.

#### *7. Развитие и применение основных концепций X Window System*

Актуальность X Window System, как оконной системы, обеспечивающей стандартные инструменты и протоколы для построения графического интерфейса пользователя для работы в распределенных гетерогенных сетевых структурах. Перспективы дальнейшего использования концепций X Window для разработки базовых компонент трехмерных GUI различного назначения. Совершенствование базовой структуры X11. Переход к трехмерным интерфейсам – проблемы, задачи, особенности. Обзор существующих перспективных проектов (Project Looking Glass, Wonderland, Vista, и т.д.) Использование концепций X11 для разработки современных GUI мобильных устройств, смартфонов, коммуникаторов (гаджетов) и пр. Преимущества и недостатки X Window System.

### **Аннотация дисциплины**

## ***ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗ ДАННЫХ - Б1.В.ОД.4***

**Цель дисциплины:** изучение базовых принципов проектирования информационных систем на основе реляционных баз данных в среде Windows, взаимодействия различных частей распределенных приложений, языка доступа к современным реляционным базам данных.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина относится к вариативной части блока дисциплин основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по профилю Программный и проектный менеджмент направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Количество зачетных единиц – 7.

### **Содержание разделов:**

#### 1. Введение в SQL

История SQL. Классификация интерфейсов SQL. Организации, принимающие стандарты. Уровни соответствия, расширения и диалекты. Типы данных SQL (простые, коллекции, проблемы LOB). Особенности типов данных в SQL Server и Oracle. Структурные, определяемые пользователем типы. Особенности методов. Особенности объектных типов в Oracle. Объекты-таблицы. Проблемы взаимодействия реляционной и объектных моделей.

#### 2. Домены и ограничения

Идентификаторы. Наборы символов (назначение, определение, сопоставление, отмена, установка), домены (назначение, создание, изменение, удаление, особенности ограничений, значений по умолчанию, символьных типов). Пользовательские типы данных в SQL Server, правила, установки по умолчанию. Утверждения (назначение, создание, удаление, отложенные и не отложенные).

Виды ограничений (на атрибуте, кортеже). Где описываются, когда действуют ограничения и когда выполняются. Установка момента проверки ограничений. Уникальные значения (создание, изменение, удаление, начальное значение), идентифицирующие и вычисляемые столбцы. Примеры реализации в SQL Server, desktop СУБД.

#### 3. Безопасность и параллелизм баз данных

Роли (создание, назначение). Предоставление и отмена прав доступа к объектам. Системные и объектные привилегии. Установка атрибутов (уровней изоляции) транзакции, проблемы параллелизма, фиксация и отмена изменений. Точки сохранения. Журналы транзакций. Особенности транзакций (включая распределенные) в SQL Server.

Сеансы работы (установление и разрыв связи, переключение связи). Управление транзакциями и сессиями компонентами Delphi. Оценка размеров базы данных. Проектирование журнала транзакций.

#### 4. Таблицы и индексы баз данных

Таблицы (создание, изменение, удаление), конструкции, определяющие столбец, ограничения столбца и таблицы, ссылочная спецификация и ее опции, проверка ограничений, копирование таблиц. Особенности ограничений CHECK, REFERENCES. Реализация рекурсивных связей. Временные таблицы (их виды) в SQL Server.

Индексы (создание, изменение, удаление, особенности индексов в SQL Server, рекомендации при создании индексов: правила выбора таблиц и столбцов, составных индексов), представления (создание, удаление, критерии обновляемого представления, особенности представлений в SQL Server), схемы (создание, удаление, установка).

#### 5. Изменение данных в таблицах

Конструкторы значений строк и таблиц. Добавление и удаление строк таблицы (особенности). Изменение данных в таблицах. Обновление и изменение данных из курсоров. Слияние данных. Использование NULL значений. Особенности операторов изменения данных в SQL Server.

## 6. Выборка данных из таблиц

Раздел Select оператора Select (правила включения строк, ключевые слова, включение констант, особенности использования агрегатных функций, именованые выходные колонки, вычисляемые колонки). Особенности раздела Select в SQL Server: дополнительные функции, способы именованая и подсказки в СУБД Oracle.

Раздел From оператора Select (правила указания таблиц, варианты внешних соединений). Картезианские соединения, самообъединения. Запросы в разделе From.

Раздел Where оператора Select (установка связи между таблицами, эквисоединения, тэта-соединения), предикаты (сравнения, попадания во множество, принадлежности диапазону, подобия, проверки отсутствующих значений, уникальности, совпадения, перекрытия, булевы операторы). Особенности предикатов и соединений в SQL Server.

Раздел Where оператора Select (вложение запросов, коррелирующие запросы, условия поиска во вложенном запросе, ограничения на запросы в подзапросах, предикаты существования, количественного сравнения). Особенности соединения таблиц в SQL Server.

Разделы Order By, Group By (разновидности группирования), Having оператора Select. Принцип составления выходных колонок при группировании. Виды предикатов раздела Having. Особенности группирования запросов в SQL Server. Раздел For XML в СУБД SQL Server. Архитектура подключения к MS SQL Server из Delphi через BDE.

Разделы Union, Intersect, Except оператора Select (ограничения, ключевые слова, различия, сортировки). Организация ветвлений, работа с NULL-значениями и мультимножествами. Особенности NULL-значений в предикатах. XML-результаты. Работа с XML значениями в SQL Server. Встроенные функции SQL. Функции в SQL Server, Oracle. Общие правила написания эффективных запросов.

## 7. Встроенный и динамический SQL

Особенности создания программ со встроенным SQL. Использование переменных HOST-языка, оператор Select для возврата значений и ограничения на его использование, контроль ошибок компиляции и выполнения, кодирование ошибок с помощью переменных и областей связи, указатели условий, индикаторы переменных.

Курсоры (понятие, определение, выполнение, извлечение строки, закрытие, позиционирование, обработка NULL-значений). Спецификация SQLJ: история создания, особенности работы с ошибками, указатели контекстов, архивы Java, классы JAR. Достоинства и недостатки SQLJ. SQLJ в Oracle.

Динамический SQL: операторы создания, подготовки, подготовки и исполнения SQL-операторов, отмена операторов. Передача параметров (использование переменных HOST-языка, дескриптора, область SQLDA). Операторы работы с дескриптором (создание, удаление, связывание с оператором, помещения данных в область дескриптора, извлечения данных из области дескриптора).

Объявленные и выделенные курсоры (связывание, выполнение, извлечение строки). API, типовой алгоритм использования. API SQL Server. Доступ к базе данных с помощью API. Методика выполнения запросов в среде Delphi. Особенности компонентов. Парамет-

рические запросы.

### 8. SQL/PSM

Многооператорные процедуры и атомарность, объявление переменных и присвоение им значений, управление логикой исполнения, операторы циклов. Указатели условий (создание и обработка). Оператор неявного открытия курсора. Работа с процедурами в Delphi.

Хранимые подпрограммы (создание процедур и функций, объявление параметров, вызов процедур и функций, детерминистские и табличные функции, полиморфизм, удаление процедур, предоставление привилегий на исполнение). Достоинства и недостатки использования процедур. Особенности работы с хранимыми процедурами в SQL Server.

Триггеры (создание и удаление, понятие триггерных таблиц и их особенности в SQL Server и Oracle). Особенности триггеров в SQL Server (триггер отката, рекурсия) и Oracle (Instead Of, строчный триггер). Вложение триггеров, порядок срабатывания, отключение триггеров.

Пакеты в Oracle. Хранимые модули. Внешние подпрограммы: стили параметров. Внешние подпрограммы в Interbase. Создание и вызов внешних подпрограмм в Oracle. Хранимые и внешние табличные функции в SQL Server.

### 9. SQL/CLI и MDAC

Интерфейс на уровне вызовов. Структура интерфейса ODBC и основной алгоритм использования ODBC в прикладных программах Уровни соответствия ODBC. Типы данных ODBC различных грамматик и их преобразование драйверами ODBC. Коды возврата ODBC и состояние ошибок. Функция идентификации ошибок и ее назначение. Основные группы функций. Обзор дополнительных функций ODBC. SQL-расширения ODBC.

BDE. Структурная схема доступа к БД, хранение сведений о драйверах и источниках данных. Подключение к БД из Delphi. Обработка ошибок. Основные функции.

OCI. Алгоритм подключения к СУБД Oracle Достоинства и недостатки.

Доступ к базе данных на стороне клиента. Особенности взаимодействия Java-программ и баз данных. Типы драйверов JDBC. Комплектация JDK 1.1. Основные интерфейсы Java. Обзор основных классов JDBC. Сценарии использования JDBC: доступы к базе данных из апплетов, приложений. Классы JDBC: java.sql.DriverManager, java.sql.Connection, java.sql.ResultSet. Примеры использования. Классы JDBC: java.sql.Statement, java.sql.PreparedStatement, java.sql.CallableStatement. Примеры использования. Классы JDBC: java.sql.SQLException, java.sql.SQLWarning, java.sql.Date, java.sql.Time, java.sql.Timestamp. Классы для работы с метаданными и управления транзакциями. Oracle JDBC.

OLE DB: интерфейсы базового уровня, структурная схема доступа. Создание строки подключения, хранение настроек. Провайдеры.

Модель объектов ADO. Структурная схема доступа. Создание соединения и хранение настроек. Недостатки ADO. RDS-сервер, состав объектов и служб. ADO.NET. Объектная модель класса DataSet. Oracle.NET. Borland.NET.

Организация пула соединений. Реализация пулов. Недостатки пулов соединений OLE DB и ODBC. Параметры настройки. Поддержка пулов в .NET Data Provider. Наблюдение за пулами соединений, Особенности объектных пулов. Пулы в Oracle.

ActiveX: включение в HTML-документ. LING: архитектура, особенности написания запроса. Общие сведения об ADO.NET Entity Framework. Oracle и WEB. Архитектура NCA. Картридж Http.

### 10. SQL/XML

Спецификация SQL/XML. Функции создания XML-данных. Функции взаимодействия с XQuery-выражениями. Назначение и особенности функций. Примеры. Особенности реализации в СУБД Oracle и DB2. Методы типа данных XML в SQL Server: синтаксис, назначение, примеры.

Спецификация XQuery. История создания. Особенности XML-документов. Назначение спецификации XPath. Особенности и основные группы типов данных XQuery. Типы данных величин узлов и выражений. Последовательности. Операторы XQuery. Функции XQuery: особенности вызова и их обзор: группы и назначение. СУБД для XML.

Оператор запроса FLWOR: синтаксис, назначение разделов, примеры запросов, работа с файлами. Условные выражения (ветвления), кванторы, соединения, примеры.

Спецификация SQLXML. Правила и особенности формирования XML-экземпляров в SQL Server. Ограничения целостности типа данных XML. Понятие, назначение, создание и удаление XML-схем. Индексирование столбцов с XML данными. Функция набора строк OPENXML(): назначение, алгоритм работы, назначение параметров, примеры. Функция набора строк OPENROWSET(): назначение, синтаксис, источники загрузки, примеры.

### 11. LINQ

История создания LINQ. Базовые элементы данных, состав LINQ, нововведения в C#. Функциональное программирование, лямбда-выражения, декларативный синтаксис, переменные var. Основные операции запросов LINQ (from, where, orderby, let, select, group, into, join). Примеры запросов. Обзор основных интерфейсов LINQ.

LINQ to Object. Работа с массивами и коллекциями. Создание классов коллекций. Примеры. LINQ to XML. Особенности и достоинства LINQ to XML. Объектная модель, пространство имен. Шаблоны создания элементов. Основные виды запросов. Работа с файлами XML. Методики создания приложений.

LINQ to SQL. Отображение LINQ to SQL. Объектное представление (назначение, создание). Методика создания приложений. Утилита SQLMetal.exe: назначение, варианты создаваемых файлов, их назначение и использование. LINQ to Entities. Методика создания приложений. Достоинства и недостатки LINQ.

## **Аннотация дисциплины**

## **УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫМИ ДАННЫМИ - Б1.В.ОД.5**

**Цель дисциплины:** изучение основ построения корпоративных информационных систем управления проектными данными как информационной базы для реализации задач автоматизации разработки, сопровождения и утилизации изделий современного дискретного производства. Также к целям относятся изучение современных методов построения систем управления проектными данными в современных распределенных открытых вычислительных средах/системах.

#### **МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО :**

Дисциплина относится к вариативной части Общенаучного цикла М.1 основной образовательной программы(ОПОП) по профилю Программный и проектный менеджмент направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника. Количество зачетных единиц – 2.

#### **Содержание разделов**

##### 1. Понятие «Управление проектными данными»

Терминология. Эволюция понятия «управление проектными данными». Особенности понятия «проектные данные». Проектные данные в жизненном цикле изделий. Информационная поддержка жизненного цикла изделия и конструкторской документации. Основы информационной интеграции жизненного цикла изделий и проектных данных. Управление качеством документации. Функциональность систем управления проектными данными в составе систем управления жизненным циклом изделия - PDM в составе PLM. Интеграционные основы передачи информации в проекте: процессы, потоки, каналы передачи, формы и методы отображения данных. Форматы хранения и передачи проектных данных и технической документации

##### 2. Системы управления проектными данными

Терминология. Эволюция понятия «системы управление проектными данными».

Системы управления проектными данными. Инициативы CALS, PLCS, PDM, cPDM. Управление данными об изделии (PDM – технологии). Информационная поддержка PDM-технологий. Основные функции систем управления. Перспективы развития систем PDM

##### 3. Аппаратные и системные основы построения систем хранения проектных данных

Терминология. Эволюция понятия «системы хранения данных». Массивы RAID как элементная база. Архитектура DAS, NAS, SAN, дивергенция различных архитектурных принципов, допустимость применимости, отраслевые ограничения. Применение систем хранения данных различных архитектур при построении архивов технической информации, PDM систем, банков данных, баз знаний. Облачные решения по хранению проектных данных: индивидуальные решения, решения уровня "предприятие", глобальные облачные решения по хранению проектных данных. Перспективы развития.

##### 4. Разработка корпоративных информационных систем управления проектными данными

Проектирование информационных систем на основе структурного подхода. Методология функционального моделирования SADT.. Стандарт и методология моделирования IDEF3.

Методология структурного анализа потоков данных DFD.. Моделирование данных: особенности моделей данных для различных типов проектирования: механика, электрика, до-

кументирование. Состояние стандартизации форматов и структур проектных данных: STEP, IGES, JT

*5.Методология развёртывания и применения систем управления проектными данными*

Проектирование ИС на основе объектно-ориентированного подхода. Методология объектно-ориентированного программирования.. Методология объектно-ориентированного анализа и проектирования.. Основы языка UML. SysML для описания универсалий информационного взаимодействия систем PDM. Принципы структуризации данных SGML, XML. Сопоставление и взаимосвязь структурного и объектно-ориентированного подходов