

Дисциплина
**«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ОТРАСЛИ»**

специальность: 1-48 01 03 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

для заочной формы обучения

- Лекции 8 часов
- Практические занятия 4 часа
- Лабораторные занятия 12 часов
- Всего аудиторных 24 часа
- Самостоятельная работа 186 часов
- Всего 210 часов
- Курсовая работа и Экзамен 9 семестр

Предмет дисциплины

– теоретические основы и практические приемы математического моделирования, расчета и оптимизации процессов, протекающих в химико-технологических системах различных уровней сложности.

Дисциплины, являющиеся базой для изучения настоящей дисциплины

- «Высшая математика»,
- «Информатика»,
- «Физика»,
- «Теоретические основы химии»,
- «Неорганическая химия»,
- «Органическая химия»,
- «Физическая химия»,
- «Общая химическая технология»
- «Теоретические основы химической переработки природных энергоносителей»,
- «Технологии переработки природных энергоносителей»
- «Процессы и аппараты химической технологии».
- «Иностранный язык»

Курсовая работа

Вариант 1 Разработка программы расчёта материального и/или теплового баланса химико-технологического процесса, свойств нефти, нефтепродуктов и пр.

Вариант 2 Моделирование и оптимизация технологического режима работы ректификационных колонн

Защита курсовой работы

1 Цель выполнения курсовой работы, практическое приложение её результатов. Знание и понимание терминов и определений.

2. Программирование или моделирование. Алгоритмы и их структура. Используемые программы, их особенности, приемы работы с ними. Используемые функции (Excel) и/или операторы (языков программирования).

Защита курсовой работы

3. В чем смысл планирования компьютерного эксперимента? Для чего проводится компьютерный эксперимент и как он планируется?
4. Методика и способы проведения корреляционно-регрессионного анализа
5. Качественные показатели регрессионных уравнений. Статистические критерии.
6. Методы оценки адекватности расчетно-статистических моделей – абсолютные и относительные погрешности, дисперсионный анализ и пр. критерии.
7. Что является критерием оптимизации и почему?
8. Сущность использованного метода решения задачи оптимизации.

Вопрос 1

Понятия «Информационные технологии».
Области приложения информационных технологий в химической технологии.

Информационные технологии

1. (ИТ, от англ. *information technology*, *IT*) — широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям управления и обработки данных, а также создания данных, в том числе, с применением вычислительной техники.

Информационные

ТЕХНОЛОГИИ

2. Это комплекс взаимосвязанных научных, технологических, инженерных дисциплин, изучающих методы эффективной организации труда людей, занятых обработкой и хранением информации; вычислительную технику и методы организации и взаимодействия с людьми и производственным оборудованием, их практические приложения.

3. Это совокупность методов, производственных процессов и программно-технических средств, объединенных в технологическую цепочку, обеспечивающую сбор, обработку, хранение, передачу и отображение информации.

Области приложения информационных технологий:

- 1. Информационное обеспечение
(ресурсы Интернет, управление
проектами)**
- 2. Обработка и анализ данных**
- 3. Моделирование и оптимизация
процессов**
- 4. Управление процессами**

Вопрос 2

**Понятие «Алгоритм».
Свойства алгоритмов.**

Алгоритм — набор инструкций, описывающих порядок действий исполнителя для достижения результата решения задачи за конечное время.

Способы описания алгоритма: словесное описание, псевдокод(специальные слова и конструкции), блок-схема, программа(язык программирования).

Блок-схема - описание структуры алгоритма с помощью геометрических фигур с линиями-связями, показывающими порядок выполнения отдельных инструкций. Этот способ имеет ряд преимуществ. Благодаря наглядности, он обеспечивает «читаемость» алгоритма и явно отображает порядок выполнения отдельных команд. В блок-схеме каждой формальной конструкции соответствует определенная геометрическая фигура или связанная линиями совокупность фигур.

Свойства алгоритма:

1. **Дискретность** (разрывность) - это свойство алгоритма, характеризующее его структуру: каждый алгоритм состоит из отдельных законченных действий, т.е., «Делится на шаги».
2. **Массовость** - применимость алгоритма ко всем задачам рассматриваемого типа, при любых исходных данных.
3. **Определенность** (детерминированность, точность) - свойство алгоритма, указывающее на то, что каждый шаг алгоритма должен быть строго определен и не допускать различных толкований. Также строго должен быть определен порядок выполнения отдельных шагов.
4. **Результативность** - свойство, состоящее в том, что любой алгоритм должен завершаться за конечное (может быть очень большое) число шагов.
5. **Формальность** - это свойство указывает на то, что любой исполнитель, способный воспринимать и выполнять инструкции алгоритма, действует формально, т.е. отвлекается от содержания поставленной задачи и лишь строго выполняет инструкции. Рассуждать «что, как и почему?» должен разработчик алгоритма, а исполнитель формально (не думая) поочередно исполняет предложенные команды и получает необходимый результат.

Вопрос 3.

Автоматизированные системы научных исследований (АСНИ). Структура АСНИ.
Принципы построения системы
управляемого дистанционного
эксперимента.

Автоматизированная система научных исследований (АСНИ) - система предназначенная для автоматизации научных экспериментов, а также для осуществления моделирования исследуемых объектов, явлений и процессов, изучение которых традиционными средствами затруднено или невозможно.

АСНИ - это система, состоящая из следующих элементов (структура):

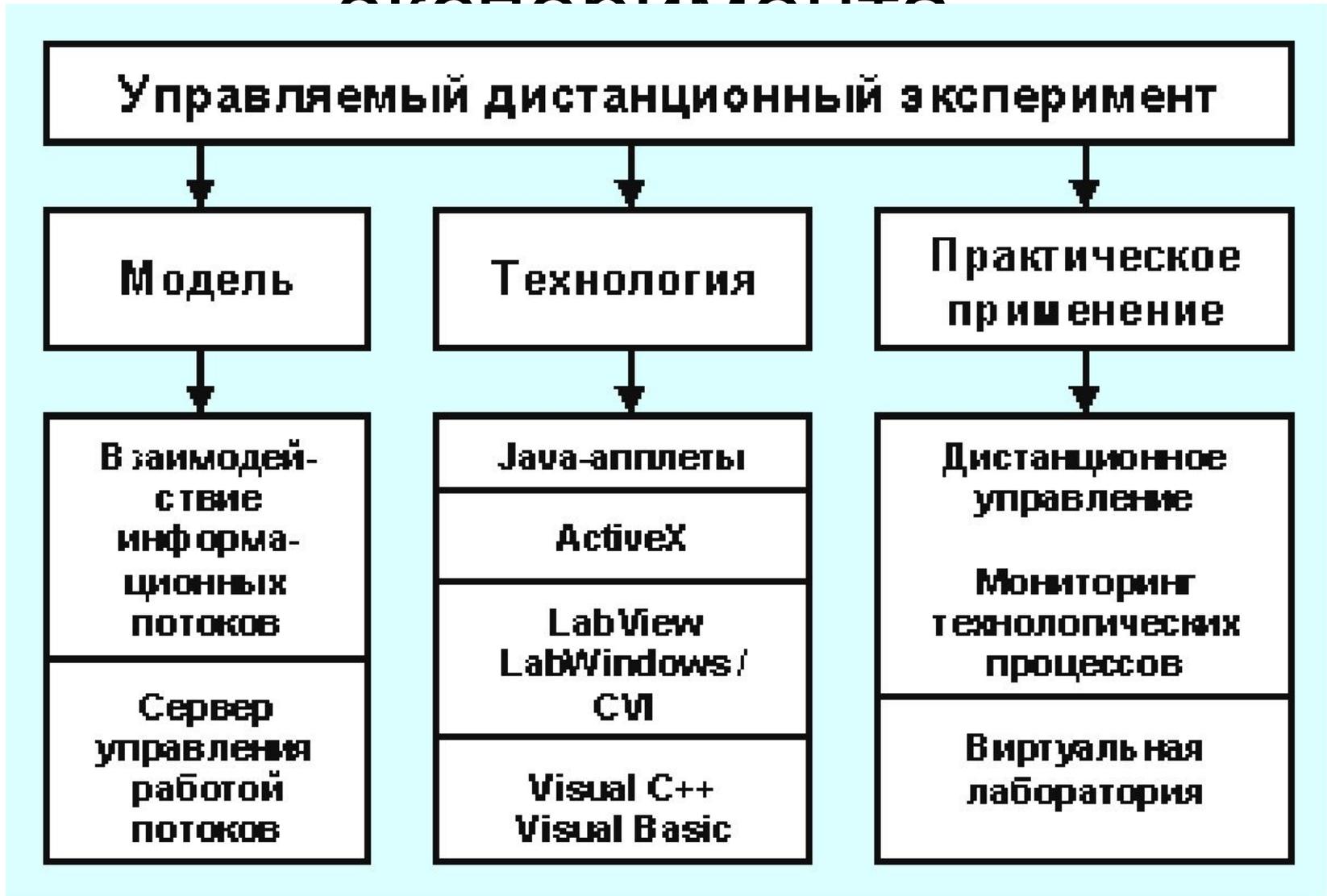
1. Экспериментальное оборудование;
2. Измерительное оборудование;
3. Методика планирования и проведения эксперимента;
4. Обработка данных;
5. Средства отображения результатов.

Компьютеры в АСНИ используются в информационно-поисковых и экспертных системах, а также решают следующие задачи:

- управление экспериментом;
- подготовка отчетов и документации;
- поддержание базы экспериментальных данных и др.

Структурная схема управляемого дистанционного

СИСТЕМЫ



Вопрос 4.

Задачи и структура САПР химико-технологических процессов.

Системы автоматизированного проектирования (САПР) – комплексные программно-технические системы, предназначенные для выполнения проектных работ с применением математических методов.

Различают САПР:

- изделий машиностроения, и приборостроения;
- САПР технологических процессов,
- САПР организационных систем;
- САПР объектов строительства.

Задачи САПР

1. Обобщение накопленного теоретического и экспериментального материала в виде модулей для расчета отдельных аппаратов и их совокупность с целью создания ресурсов проектирования.
2. Ускорение процесса перехода от лабораторной установки к промышленному производству, благодаря замене натурального эксперимента экспериментами на математических моделях.
3. Повышение коэффициента использования оборудования и обеспечение замкнутых энергетических и материальных циклов, эффективных с точки зрения охраны окружающей среды.
4. Обеспечение более высокой надежности функционирования технологического процесса.
5. Сокращение времени, затрачиваемого на проектирование и выход на проектную мощность.
6. Обеспечение оптимальных режимов эксплуатации

САПР химико-технологических процессов строится по модульному принципу и включает:

- а) подсистему расчета технологических схем установок, разработанную на основе использование методов анализа и синтеза химико-технологической системы;**
- б) подсистему расчета технологических схем заводов;**
- в) пакеты прикладных программ расчета аппаратуры нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств.**

Структура САПР химико-технологических процессов



Вопрос 5

Современное программное обеспечение
САПР: Chem Sep. PRO II и пр.

Программное обеспечение

1. универсальные математические пакеты:

- **MathCAD, Mathematica, Matlab, Excel**

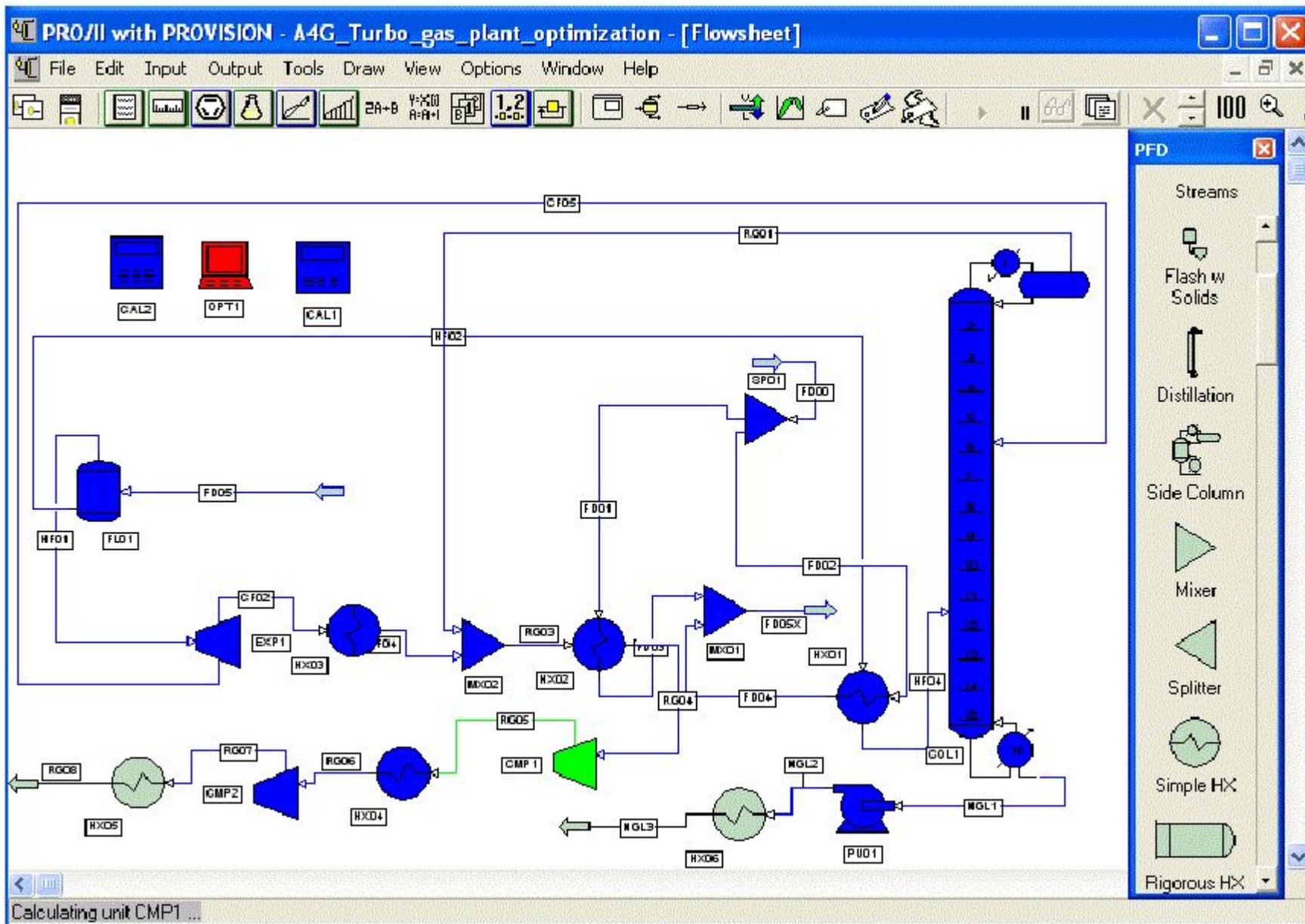
2. специализированные моделирующие программы:

- **Pro II, Aspen Plus, Hysys, Chemcad, HTRI, CoCo(Chem Sep)**

Основные возможности MS Excel

1. Импорт данных из различных источников
2. Ввод и обработка табличных данных с использованием встроенных формул, функций, макросов и т. д.
3. Анализ и управление данными (автоматический расчет итоговых и промежуточных данных, структуризация и консолидация данных, использование сводных таблиц и отчетов и др.). Сводная таблица – интерактивный перекрестный отчет Excel, содержащий итоговые данные и выполняющий анализ таких данных, как записи базы данных из разных источников, в том числе внешних по отношению к Excel.
4. Вставка в документ различных объектов (рисунок, функция, примечание и др.).
5. Статистическая обработка данных с использованием надстройки «Пакет анализа» или матричных функций
6. Решение задач оптимизации при помощи надстройки «Поиск решения». Надстройку "Поиск решения" можно использовать для определения влияния ячеек на экстремальные значения зависимой ячейки.

Pro/II с графическим интерфейсом ProVision



Стандарт Care-Open. Взаимодействие моделирующих программ различных разработчиков

Разработчик А

Организирующая программа с графическим интерфейсом

Разработчик Б

Библиотека модулей расчета процессов и аппаратов

Собственные модули расчета процессов и аппаратов

Разработчик Е

Расчетные алгоритмы

Новые методы расчета свойств

Разработчик В

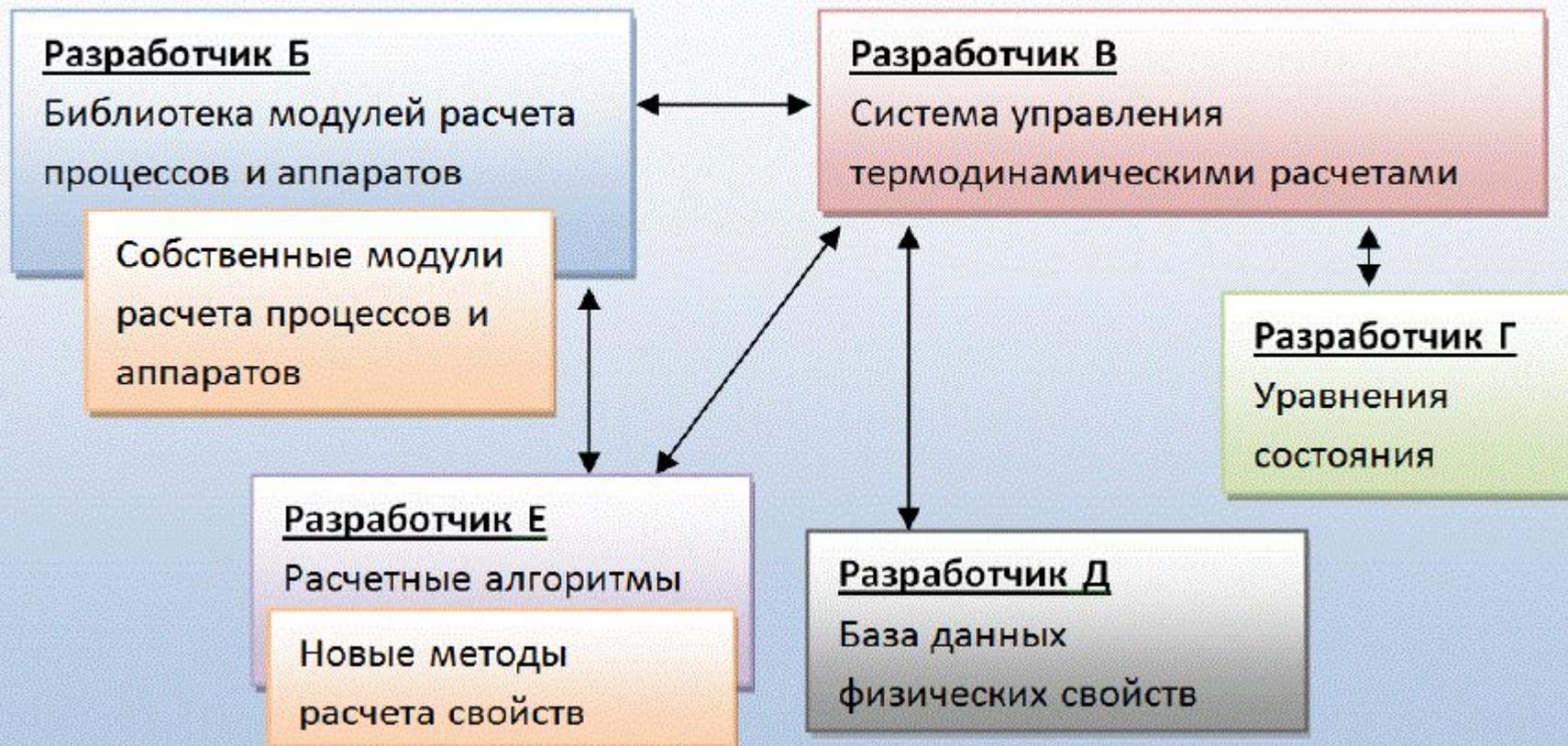
Система управления термодинамическими расчетами

Разработчик Г

Уравнения состояния

Разработчик Д

База данных физических свойств



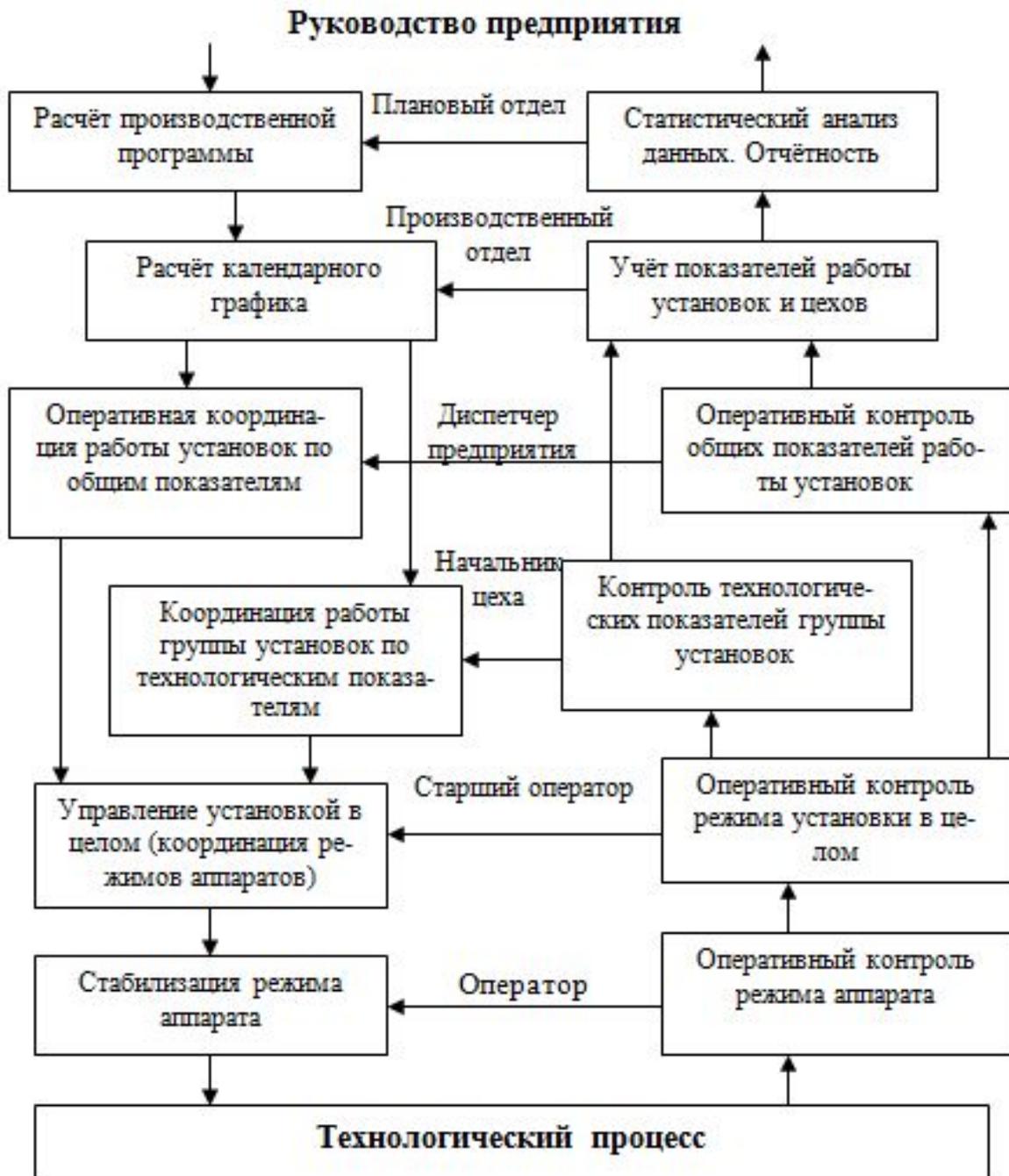
Вопрос 6

Понятия «автоматизированная» и «автоматическая» система управления. Укрупнённая функциональная структура автоматизированной системы управления предприятием нефтехимического профиля.

Автоматизированная система управления - совокупность математических методов, технических средств и организационных комплексов, обеспечивающих рациональное управление сложным объектом или процессом в соответствии с заданной целью. В составе АСУ выделяют:

- основную часть, в которую входят информационное, техническое и математическое обеспечение; и
- функциональную часть, к которой относятся взаимосвязанные программы, автоматизирующие конкретные функции управления.

Автоматическая система – совокупность управляемого объекта и автоматических измерительных и управляющих устройств. В отличие от автоматизированной системы осуществляется без участия человека (кроме этапов запуска и наладки системы).



Укрупнённая функциональная структура АСУ ТП НПЗ

Вопрос 7

Операционные системы реального времени. Понятия системы «жёсткого» и «мягкого» реального времени.

- **Операционная система** – комплекс взаимосвязанных программ, предназначенных для автоматизации планирования и организации процесса обработки программ, ввода-вывода и управления данными, распределения ресурсов, подготовки и отладки программ, других вспомогательных операций обслуживания.
- **Операционная система реального времени (ОСРВ)** - набор инструментов (ядро, драйверы, исполняемые модули), обеспечивающих функционирование приложения реального времени.
- **Система реального времени (СРВ)** – аппаратно-программный комплекс, реагирующий в предсказуемые времена на непредсказуемый поток внешних событий.

Системы жесткого реального времени не допускают никаких задержек реакции системы, ни при каких условиях, так как:

- результаты могут оказаться бесполезны в случае опоздания,
- может произойти катастрофа в случае задержки реакции,
- стоимость опоздания может оказаться бесконечно велика.
- Примеры систем жесткого реального времени - бортовые системы управления, системы аварийной защиты.

- Системы «мягкого» («гибкого») реального времени характеризуются тем, что задержка реакции не критична, хотя и может привести к увеличению стоимости результатов и снижению производительности системы в целом.
- Пример - работа сети. Если система не успела обработать очередной принятый пакет, это приведет к таймауту на передающей стороне и повторной посылке (в зависимости от протокола, конечно).
- Система жесткого реального времени никогда не опоздает с реакцией на событие, система мягкого реального времени - не должна опаздывать с

Вопрос 8

Промышленные сети. Понятие «Устройство связи с объектом» (УСО). Основные характеристики модулей УСО.



Промышленные сети (FieldBus, полевая шина) – компьютерные сети, обеспечивающие информационные потоки между датчиками и разнообразными исполнительными механизмами в АСУ ТП.

Устройство связи с объектом (УСО) – неотъемлемая часть любой системы управления, предназначенная для связи между собой параметров, представленных в аналогово/дискретном и цифровом виде с цифровыми устройствами – промышленными

Основные характеристики модулей УСО

Протокол физического уровня	RS-485
Линия передачи	Симметричная экранированная витая пара.
Скорость передачи, бит/с	1200, 2400, 4800, 9600, 19200, ...
Длина сегмента сети, м	1200
Кол-во модулей в пределах сегмента	32
Максимальное количество модулей в сети	255
Протокол канального уровня	символьный ASCII
Достоверность	контрольная сумма длиной в 2 байта
Режим обмена данными	Асинхронный полудуплексный
Диапазон рабочих температур, °C	-10...+70

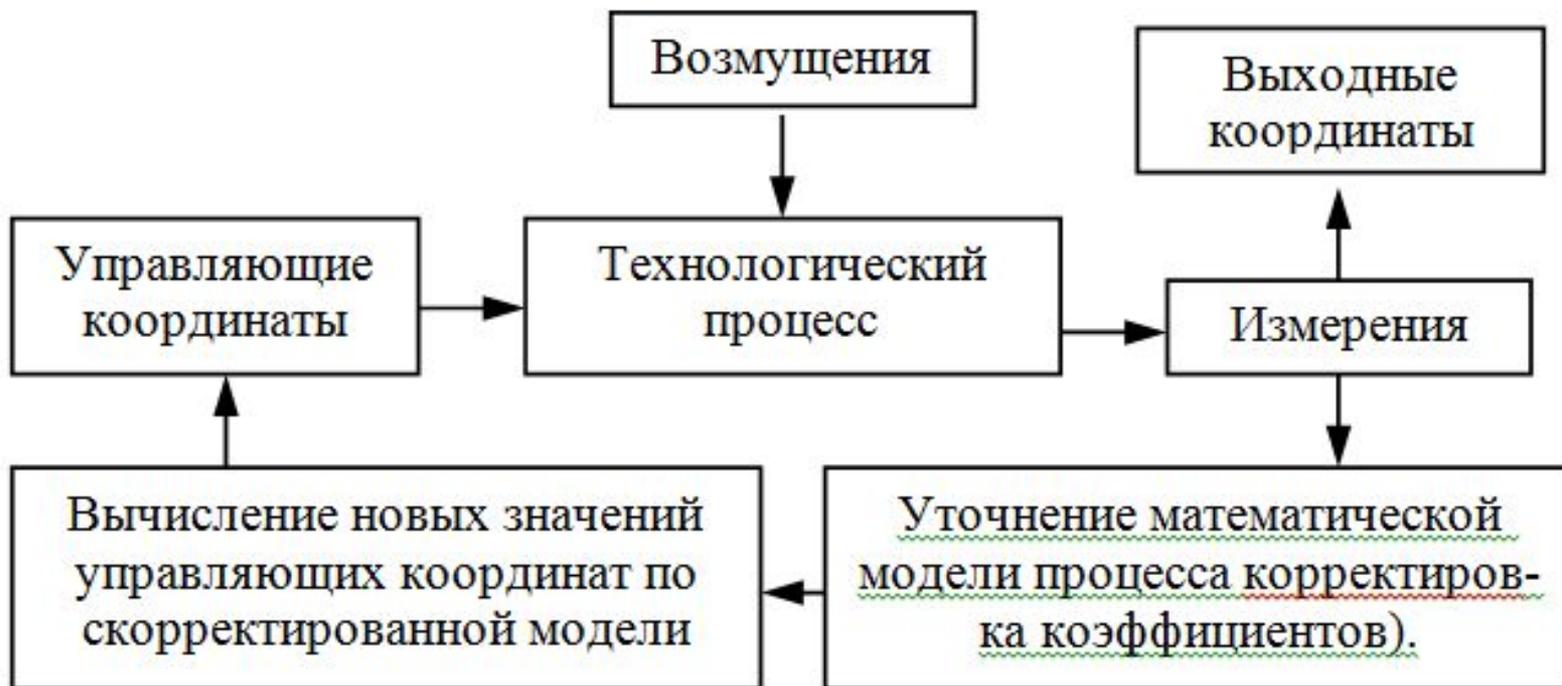
RS (recommended standard) – промышленный стандарт (например RS–232, RS–422, RS–485) для последовательных коммуникационных соединений регламентирующий характеристики линий и сигналов, используемых контроллерами последовательной связи для передачи данных между устройствами.

Вопрос 9

Блок-схема управления технологическим процессом. Понятие «адаптивное управление».

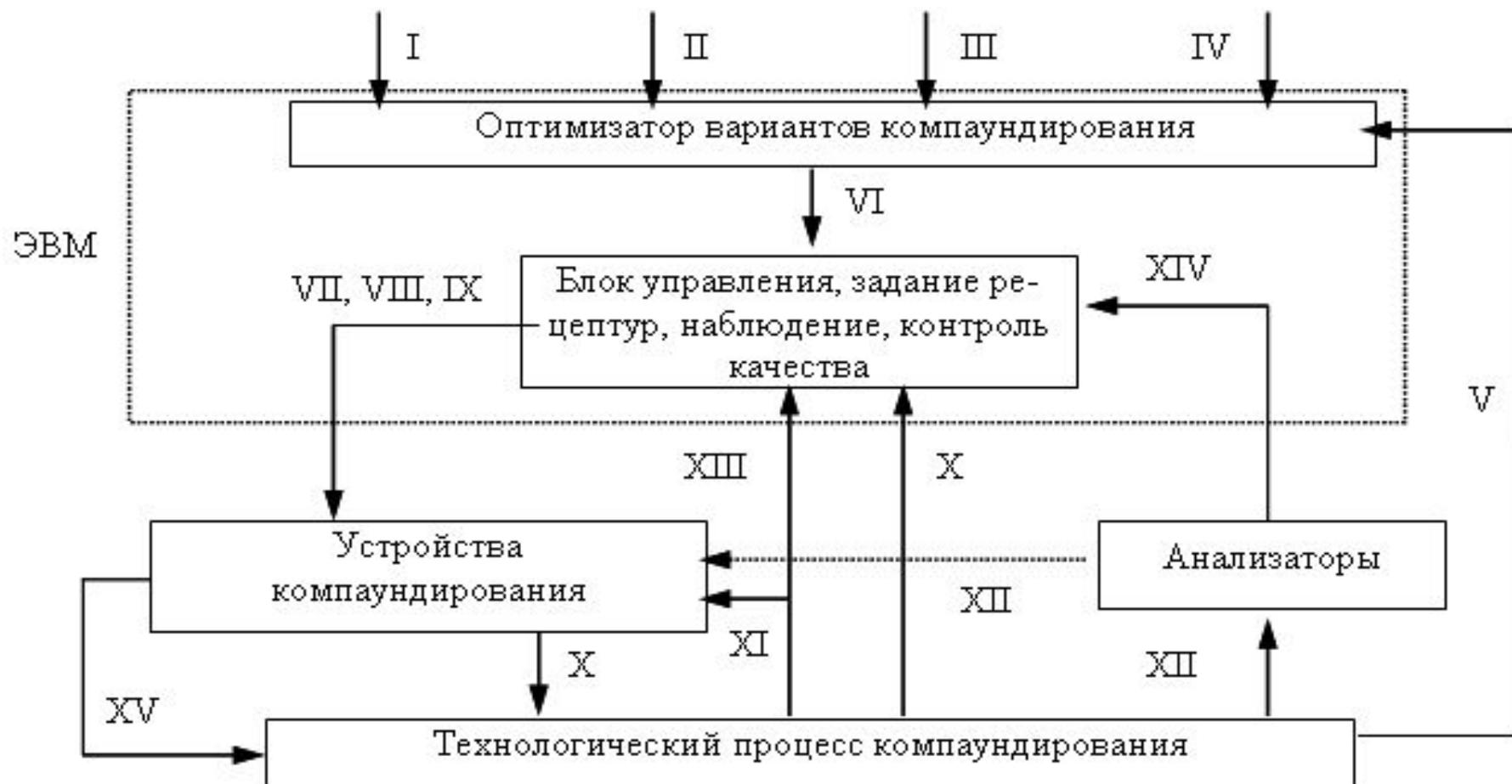
Адаптивное управление

– оперативная корректировка коэффициентов математической модели процесса путем статистической обработки ВНОВЬ ПОСТУПИВШИХ ДАННЫХ.



Вопрос 10.

Применение ЭВМ при получении нефтепродуктов в процессе компаундирования.



I. Стандарты;
 II. Цены;
 III.Спрос;
 IV.Заданные рецептуры;
 V. Реальные данные о наличии компонентов;
 VI.Регулирование рецептуры;
 VII.Выбор очерёдности;
 VIII.Объём смеси;
 IX.Соотношения компонентов;

X. Совокупность потоков компонентов;
 XI.Суммарный поток смеси;
 XII.Поправки;
 XIII.Фактические данные;
 XIV.Показатели качества;
 XV.Управление подачей компонентов.

Вопрос 11

Основные этапы решения задач
оптимизации технологических процессов.

**Под оптимизацией понимают
целенаправленную
деятельность, заключающуюся
в получении наилучших
результатов при
соответствующих условиях.**

Последовательность анализа функциональной системы



Этапы постановки задачи оптимизации

- а) установить возможные границы изменения переменных(граничные условия);
- б) определить количественный критерий оптимизации;
- в) разработать модель, отражающую связи между переменными.
- г) Провести анализ модели с целью нахождения точки минимума или максимума выбранного критерия.

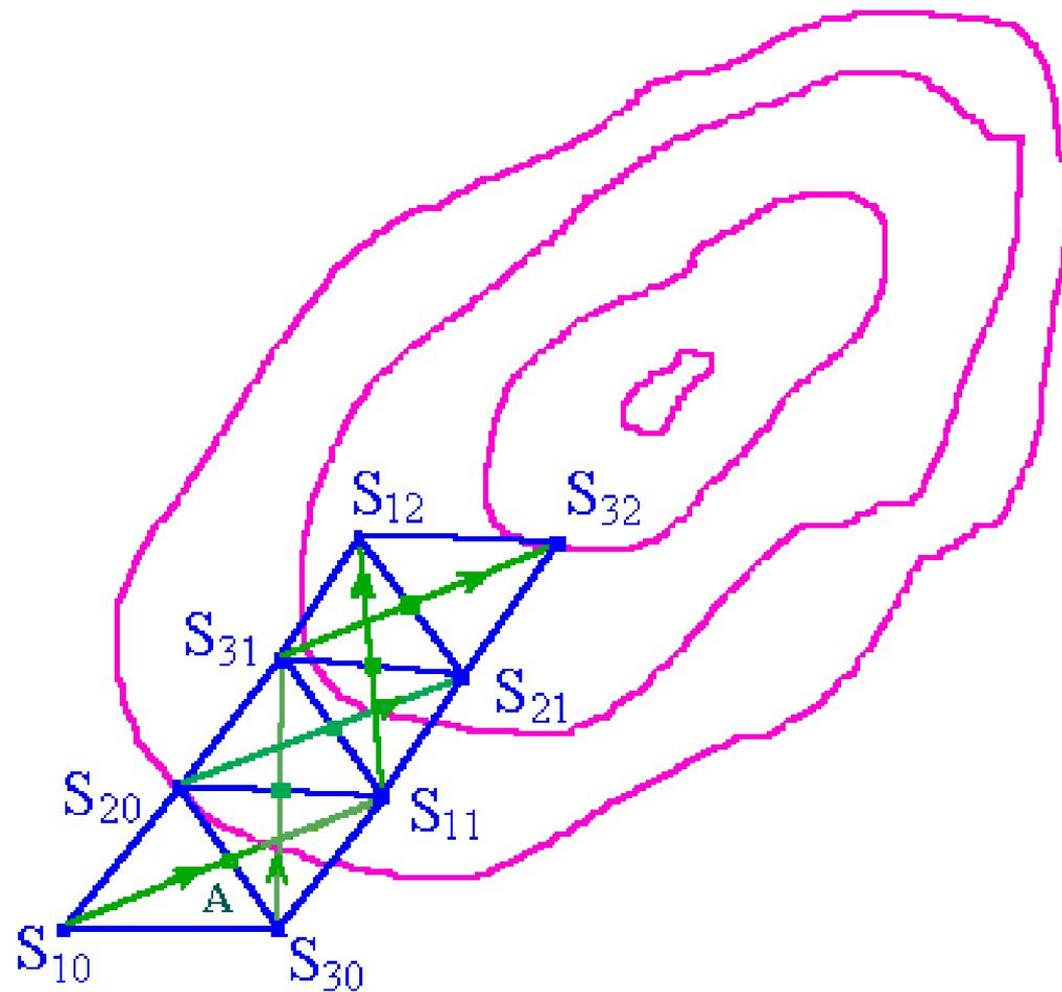
Критерия оптимизации ХТП

- 1. критерии экономического характера** (напр., валовые капитальные затраты, чистая прибыль в единицу времени, отношение затрат к прибыли и т.д.),
- 2. технологические критерии** (требуется минимизировать продолжительность производства, максимизировать выход целевой продукции, нагрузку на реактор, минимизировать количество потребляемых энергоресурсов).
- 3. Показатели качества продукции**
При оптимизации объекта, "наилучшему" варианту всегда соответствует "минимальное" или "максимальное" значение критерия.

Вопрос 12

**Сущность симплексного и
градиентного методов поиска
оптимума.**

Метод деформированного многогранника (симплексный метод)

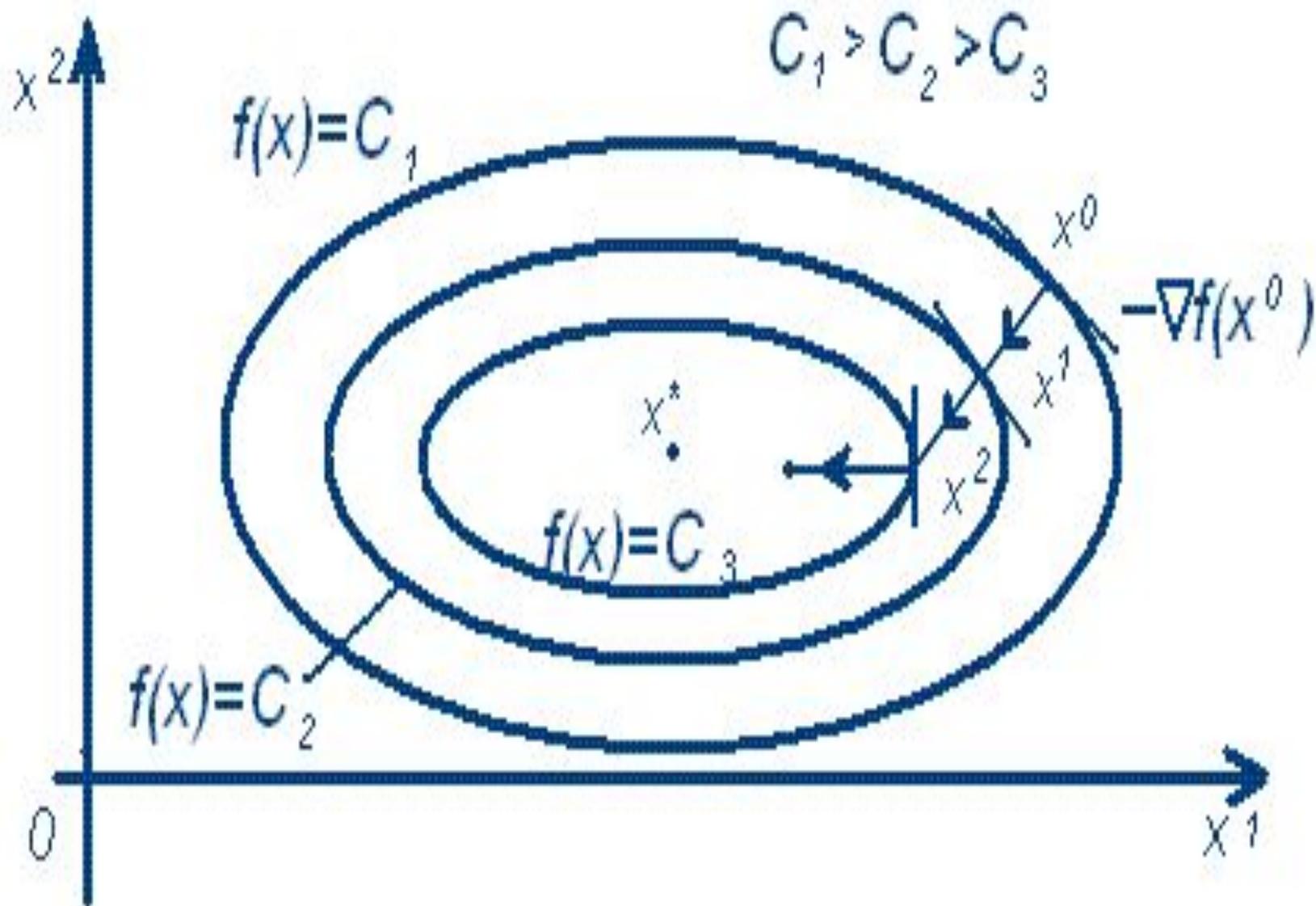


Под симплексом в n -мерном пространстве понимается многогранник, имеющий $n+1$ вершину. Примером симплекса в двумерном пространстве, т.е. на плоскости, является треугольник. В трехмерном пространстве - тетраэдр. Основная идея симплексного метода заключается в том, что по известным значениям целевой функции в вершинах выпуклого многогранника, называемого симплексом, находится направление, в котором требуется сделать следующий шаг, чтобы получить наибольшее уменьшение (увеличение) значения целевой функции.

Алгоритм поиска минимума целевой функции двух переменных симплексным методом

1. Рассчитываются значения целевой функции в вершинах выбранного вами симплекса S_{10}, S_{20}, S_{30} .
2. Выбирается вершина, где значение $R(U_1, U_2)$ наибольшее - S_{10} .
3. Новый симплекс S_{11}, S_{20}, S_{30} строится следующим образом:
 - находится середина противоположащей грани S_{20}, S_{30} - точка А,
 - через точки S_{10} и А проводится прямая,
 - на этой прямой от точки А откладывается отрезок AS_{11} , равный по величине отрезку $S_{10}A$.
4. В новой вершине вычисляется значение целевой функции.
5. Из вершин нового симплекса S_{11}, S_{20}, S_{30} выбирается та, где значение целевой функции максимально.
6. Аналогично п.3 строится новый симплекс S_{11}, S_{20}, S_{31} , т.е. исключается вершина S_{30} , имевшая наибольшее значение целевой функции и т.д.
При возникновении закливания в окрестностях точки экстремума необходимо уменьшать размеры симплекса. Критерием окончания поиска могут служить размеры симплекса. Например, если все ребра симплекса станут меньше, чем шаг изменения какого-либо фактора, то поиск можно прекращать.

Метод градиентного спуска



Метод градиентного спуска

Известно, что направление наибольшего возрастания функции двух переменных $u=f(x, y)$ характеризуется ее градиентом:

$$\text{grad } u = \frac{\partial u}{\partial x} l_1 + \frac{\partial u}{\partial y} l_2$$

где l_1 и l_2 - единичные векторы в направлении координатных осей.

Следовательно, направление, противоположное градиенту, укажет путь, наибольшего убывания функции.

Сущность метода: В качестве начала итераций выбирается произвольная точка (опорная точка). Величина шага задается пользователем и остается постоянной до тех пор, пока функция убывает. Если это условие не выполняется, то производится коррекция длины шага. Процесс завершается при достижении заданного уровня точности.

Вопрос 13

**Информационные технологии
управления предприятием.**

**В промышленности различают три
уровня в общей схеме
автоматизированного управления
предприятием:**

1. автоматизация управления технологическим процессом;
2. автоматизация управления на уровне производств;
3. автоматизация управления на уровне предприятия.

Автоматизированная система управления современным предприятием представляет собой **процессную модель предприятия**. Процессная модель предприятия состоит из множества **бизнес-процессов**, участниками которых являются структурные подразделения и должностные лица иерархической организационной структуры предприятия.

Бизнес-процесс - совокупность различных видов деятельности, которые вместе взятые создают ценность для потребителя, клиента или заказчика. Разрабатывать бизнес-процессы в масштабах всей компании, включая взаимодействия с поставщиками и клиентами, можно с использованием программы «ARIS Toolset»

Основные цели выполнения автоматизации деятельности предприятия :

1. Сбор, обработка, хранение и представление данных о деятельности организации и внешней среде в виде, удобном для анализа и использования при принятии управленческих решений.
2. Автоматизация выполнения бизнес-операций (технологических операций), составляющих целевую деятельность организации.
3. Автоматизация процессов, обеспечивающих выполнение основной деятельности.

Пример применения объектов ARIS для описания бизнес-процессов



Модули ARIS Toolset

1. К возможно подключение ряда дополнительных программных модулей, позволяющие выполнять следующие виды работ с бизнес процессами:
2. ARIS Easy Design — инструментальное средство для начинающих, предназначенное для разработки и реинжиниринга бизнес-процессов.
3. ARIS ABC — расчет стоимости выполнения бизнес-процессов.
4. ARIS Simulation — моделирование и анализ бизнес-процессов.
5. ARIS BSC — стратегическое управление компанией.
6. ARIS Web Publisher — публикация информации о бизнес-процессах в Интернет.
7. ARIS Web Designer — проектирование бизнес-процессов с использованием Интернет.
8. ARIS for mysap.com — внедрение процессно-ориентированных решений на базе mySAP.com.
9. ARIS Process Performance Manager — измерение, анализ и оптимизация бизнес-процессов.
10. ARIS Quality Management Scout — выполнение проектов по созданию системы управлению качеством.
11. ARIS Process Risk Scout — оценка рисков выполнения бизнес-процессов и пр

Вопрос 14

Перспективы применения компьютерных баз данных в качестве экспертных систем. Основные компоненты экспертной системы.

База данных (БД) - это
поименованная совокупность
структурированные данных, относящихся
к определенной предметной области, или
один или несколько файлов данных,
предназначенных для хранения,
изменения и обработки больших объемов
взаимосвязанной информации.

Экспертная система – комплекс компьютерного программного обеспечения, помогающий человеку принимать обоснованные решения. Использует информацию, полученную заранее от экспертов — людей, которые в какой-либо области являются лучшими специалистами. Хранит знания об определённой предметной области. Обладает комплексом логических средств для выведения новых знаний, выявления закономерностей, обнаружения противоречий и др.

Основные компоненты экспертной

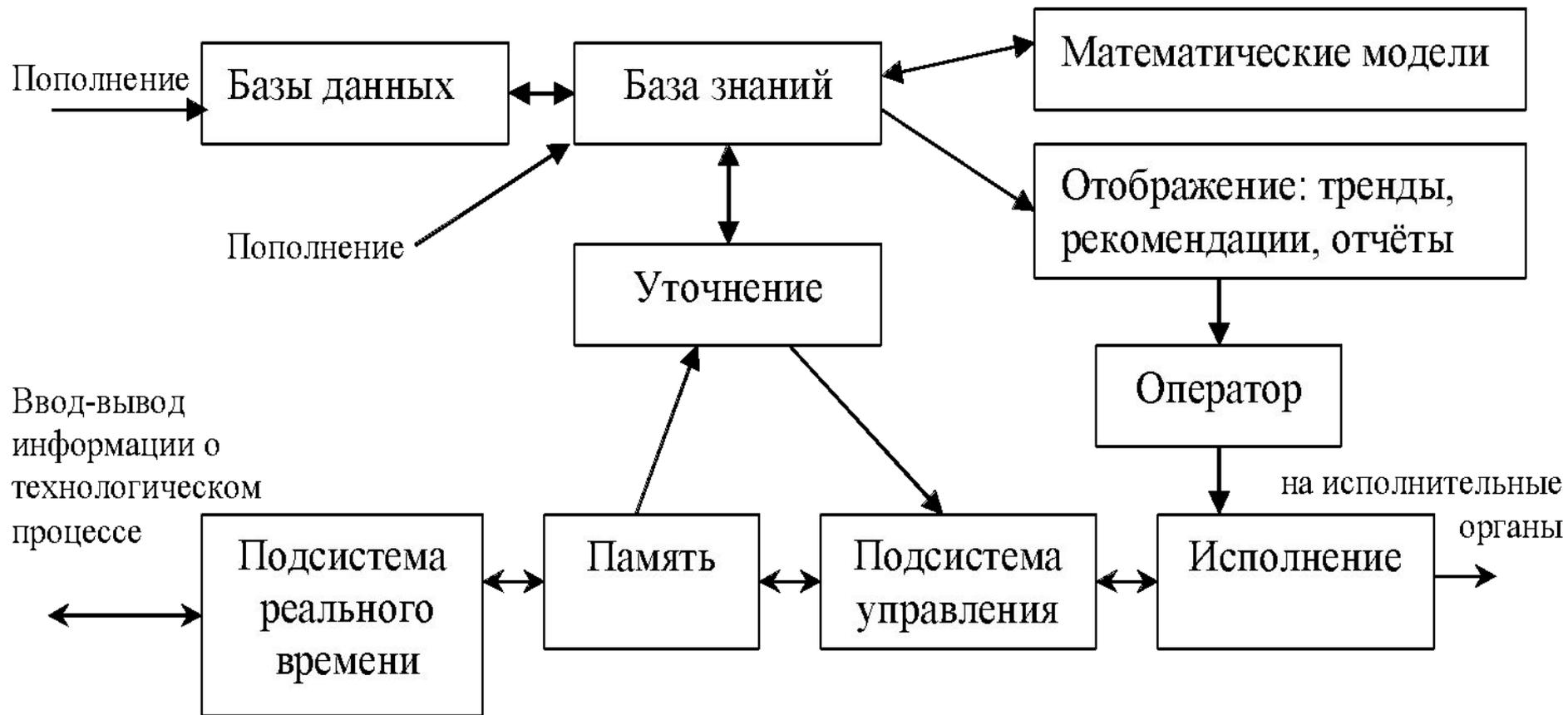
СИСТЕМЫ:

1. **Интерфейс** – система, обеспечивающая пользователю общение с экспертной системой и позволяющая передать экспертной системе информацию, составляющую содержание базы данных, обратиться к системе с вопросом или за разъяснением.
2. **База знаний** – совокупность всех имеющихся сведений о проблемной области, для которой предназначена данная экспертная система. Представляется как совокупность правил «эвристик».
3. **Блок объяснений** – система, позволяющая пользователю убедиться в обоснованности информации, полученной им от экспертной системы. Конкретизирует информацию или задаваемые вопросы. Задача системы – поставить диагноз состояния процесса (производства) и рекомендовать неотложные аварийные мероприятия или операции по обеспечению экономически оптимальных режимов процесса.
4. **Банки данных** по различным областям знаний.

Базы знаний могут быть созданы следующими способами:

1. Путём извлечения из книг, инструкций, документов.
2. Экспертами, путём описания всей совокупности необходимых знаний.
3. С использованием методов статистической обработки экспериментально полученной информации.
4. С использованием методов машинного обучения и автоматического заполнения базы знаний – так называемый «искусственный интеллект».

Блок-схема автоматизированного процесса управления получения товарных нефтепродуктов. Структура экспертной системы



Вопрос 15.

Понятие «дерево отказов».

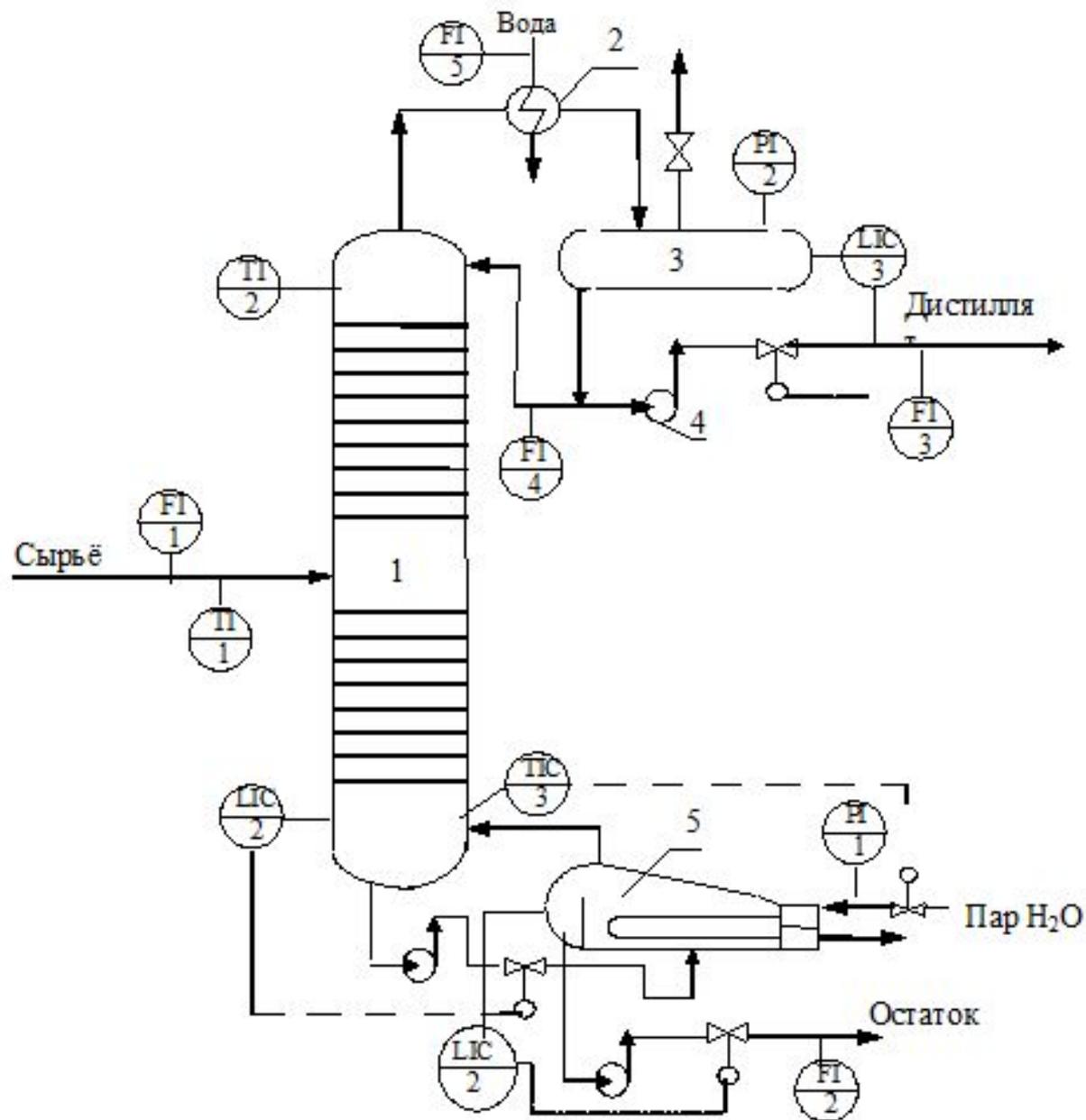
Этапы построения «Дерева отказов».

Дерево отказов – структурная схема анализа системы, позволяющая по заранее разработанному алгоритму вычислить причину того или иного события (отказа).

Например, экспертная система должна при помощи базы знаний о процессе обнаружить противоречия и послать оператору аварийный сигнал.

Этапы построения дерева отказов:

1. Выбирается уровень детализации системы, и рассматриваются все возможные нежелательные события в системе.
2. События разделяются на самостоятельные группы.
3. Для каждой группы выделяется головное событие, т.е. событие, которому в различных комбинациях приводят все события данной группы, которое должно быть предотвращено.
4. Рассматриваются все первичные и вторичные события, которые могут вызвать головное событие.
5. Устанавливается связь между событиями через соответствующие логические операции.
6. Рассматриваются события, необходимые для анализа каждого из предыдущих событий.
7. События представляются в виде дерева отказов.
8. Выполняется количественный анализ опасности, а именно вычисление вероятности головное событие.



Принципиальная
 схема блока
 ректификации

Дерево отказов: проблемная
ситуация - снижение расхода
верхнего продукта
ректификационной колонны.

