Типовые проверочные задания по дисциплине

**Технология и эксплуатация САПР**

1 билет

1. Основные этапы технологии биполярных ИС.

Базовый процесс формирования биполярной интегральной схемы (ИС) может быть показан на примере формирования интегрального транзистора. Исходным материалом сослужит пластина Si с проводимостью p-типа. Последовательность технологических операций следующая:

а) Очистка пластины;

б) окисление;

в) фотолитография (ФЛ) для создания скрытого коллектора;

г) диффузия для создания скрытого коллектора;

д) снятие оксида;

е) осаждение эпитаксиального слоя Si n-типа;

ж) повторное окисление;

з) ФЛ для проведения диффузии в изолирующую область и область базы;

и) диффузия для создания базы и изолирующих областей;

к) окисление и ФЛ для создания области эмиттера;

л) диффузия для создания области эмиттера и замыкающего кольца;

м) первая ФЛ для создания n+ контактных областей к коллектору и эмиттеру;

н) вторая ФЛ для создания базовых диффузионных областей под контакты;

о) металлизация Al;

п) ФЛ для создания контактов, вжигание Al;

р) металлизация и ФЛ для создания межсоединений;

с) тестирование, скрайбирование, сборка, герметизация.

2. Технология изготовления шаблонов электронно-лучевой литографии.

Разрешающая способность ФЛ достигла теоретического предела, равного ширине линий 0,8-1 мкм. Для создания субмикронных размеров линий необходимо переходить к другим методам облучения резистов, используя другие длины волн излучения, например, электронами. Эти методы объединены общим названием - элионная технология. Она позволяет расширить пределы ФЛ за счет более высокой разрешающей способности. Используя присущую электронно-лучевой литографии (ЭЛЛ) повышенную разрешающую способность можно сразу изготовить эталонный шаблон (ЭШ) (с рабочими размерами ИС) без обязательных для ФЛ операций фотоуменьшения. Последовательность технологических операций при изготовлении ЭШ методами ЭЛЛ следующая:

- разработка топологии ИС на ЭВМ;

- преобразование информации в цифровую форму (занесение на магнитные носители);

- передача информации на электронно-лучевой генератор

изображения;

- экспонирование электронным лучом электронрезиста;

- проявление;

- травление и снятие резиста.

При использовании ЭЛЛ сокращается время экспонирования, исключается ряд критических операций, к примеру, многократное совмещение промежуточного фотошаблона. ЭЛЛ позволяет формировать на одном шаблоне структуры с различной топологией. Она обеспечивает меньшую плотность дефектов и лучшую воспроизводимость ширины линий рисунка топологии ИС.

2 билет

1. Назначение и методы литографии.

\_Литография .- процесс создания защитной маски, необходимой для локальной обработки при формировании структуры ИС по планарной технологии. Литография основана на свойствах стойкого к последующим технологическим воздействиям материала - резиста, способного менять необратимо свои свойства под воздействием облучения с определенной длиной волны. При этом слой резиста наносят на поверхность, подвергающуюся локальной обработке, и облучают его через специально предназначенный для этих целей шаблон. В результате химической обработки при проявлении с отдельных участков резист удаляется, а оставшийся на поверхности резист используют как маску.

В зависимости от длины волны 7l 0применяемого облучения различают оптическую (фото) ( 7l 0=300-400нм), электронную ( 7l 0-0,1нм), рентгеновскую ( 7l 0=0,1-1нм), ионно-лучевую ( 7l 0=0,05-0,1нм) литографию.

2. Технология биполярных ИС с комбинированной изоляцией по этой технологии обеспечивается формирование элементов ИС с изоляцией p-n-переходом их горизонтальных участков и диэлектриком вертикальных боковых областей (SiO 42 0и Si 43 0N 44 0).

Основными процессами этой технологии являются:

а) изопланарная технология;

б) эпипланарная;

в) полипланарная.

Рассмотрим изопланарный процесс. Он основан на использовании Si пластин с тонким эпитаксиальным слоем, селективного термического окисления Si на всю глубину эпитаксиального слоя вместо разделительной диффузии. При этом используются специфические свойства Si 43 0N 44 0на первых стадиях формирования структуры ИС. Эта технология позволяет создавать тонкие базовые области и малые коллекторные области с оксидными боковыми стенками, т.е. позволяет формировать структуры малых размеров и высокого быстродействия. Последовательность формирования структуры ИС по одной технологии следующая:

- наращивание на пластине Si p-типа с эпитаксиальным слоем n-типа и скрытым n+ слоем слоя Si 43 0N 44 0;

- ФЛ окон по изолирующие области;

- травление эпитаксиального слоя Si;

- заполнение вытравленных канавок слоем SiO 42 0;

- удаление нитрида кремния;

- формирование в локальных областях кремния n типа транзисторных структур.

3 билет

1. Металлизация полупроводниковых структур.

Металлизация - процесс создания внутрисхемных соединений. В полупроводниковых ИС их выполняют с помощью тонких металлических пленок, нанесенных на изолирующий слой оксида кремния. Чаще всего для металлизации используется Al. Также используются Ni, Cr, Au.

Последовательность получения внутрисхемных соединений следующая:

- вскрытие окон в слое оксида под контакты;

- напыление сплошной пленки Al;

- нанесение фоторезиста;

- фотолитография;

- травление Al;

- удаление фоторезиста.

Затем пластина подвергается термообработке для получения

низкоомных контактов с Si.

2. Изоляция элементов ИС диффузией. Качество и процент

выхода годных ИС во многом определяется совершенством

методов изоляции, элементов и самих ИС друг от друга. Метод

изоляции определяет выбор технологического процесса

производства ИС.

Изоляция диффузией включает следующие основные

технологические методы:

а) разделительная диффузия;

б) коллекторно-изолирующая диффузия;

в) базовая изолирующая диффузия;

г) метод трех фотошаблонов;

д) метод двойной диффузии.

4 билет

1. Особенности САПР как объекта эксплуатационного обслуживания.

Основные особенности САПР как объекта эксплуатационного

обслуживания заключается в следующем [2].

Во-первых, САПР - это сложная техническая система.

Техническое обеспечение современных САПР представляет собой

совокупность аппаратных средств, включающих устройства

вычислительной техники и организационной техники, средства

передачи данных, измерительные и другие устройства. Эти

средства построены на различных принципах действия, имеют в

своем составе прецизионные устройства, включают огромное

количество элементов, в первую очередь электронных и

электромеханических, часто работают вблизи пределов

физических возможностей ( по способу передачи информации, по

плотности записи информации на носителях, по скорости

перемещения электромеханических узлов и т.д.) Наиболее

сложным устройством САПР является ЭВМ, что обусловливается

сложностью выполняемых ею функций обработки информации и

управления.

Во-вторых, САПР - это совокупность аппаратных и

программных средств, образующих неразделимый

программно-технический комплекс. Программное обеспечение

САПР включает программы общесистемного, базового и

прикладного программного обеспечения: операционные системы,

обслуживающие и проектирующие подсистемы в совокупности с

базами данных и базами знаний, подпрограммы выполнения

отдельных процедур. От правильного функционирования и

взаимодействия этих программ зависит не только результат

работы системы, но и ее работоспособность. Операционные

системы и некоторые проектирующие подсистемы современных

САПР, особенно с использованием баз данных, функционирующие

на принципах искусственного интеллекта, без преувеличения

можно считать интеллектуальными искусственными системами,

когда-либо созданных человеком. Эксплуатационное

обслуживание САПР должно охватывать ее аппаратные и

программные средства.

В-третьих, САПР - это системы преобразования

информации, причем цифровые системы, поэтому, в отличие от

систем, осуществляющих преобразование видов энергии, состава

и формы материала, для них наряду с понятием

работоспособности, т.е. готовности выполнять предусмотренные

техническими условиями преобразования данных, существует

понятие достоверности функционирования, определяющейся

степенью безошибочности ее работы. Ошибки в работе различных

устройств САПР, прежде всего ЭВМ, могут не только искажать

конкретные результаты выполнения проектных процедур,

процедур ввода-вывода и преобразования данных, но и приводит

к искажению хранимой в ее памяти информации, которую следует

рассматривать как составную часть системы.

В-четвертых САПР - это человеко-машинная система. При

этом система может быть многопользовательской, а

взаимодействие между нею и проектировщиком осуществляется в

диалоговом режиме в реальном масштабе времени. Неправильные

действия пользователей и обслуживающего персонала могут

вызвать нарушения (причем часто трудно обнаруживаемые и

устранимые) правильности функционирования системы.

В-пятых, САПР - это объект обслуживания,

функционирующий в условиях действия случайных факторов.

Случайными, заранее незапланированными, являются запросы на

обслуживание, которые передаются по каналам связи между

различными устройствами системы, объемы памяти, время работы

процессора и других устройств ЭВМ и САПР, необходимых для

обслуживания этих запросов. Случайными также являются

нарушения работоспособности системы из-за возникновения

различных неисправностей.

В-шестых САПР - это объект обслуживания с очень сложным

описанием и большим объемом технической документации. Как

сложная система, САПР требует многоуровневого описания как

всей системы в целом, так и отдельных ее компонентов - на

уровне структур, функциональных схем, временных диаграмм,

микропрограмм, алгоритмов, программ и т.д. Эффективность

эксплуатационного обслуживания во многом зависит от

структуры, полноты и качества эксплуатационной документации,

удобства ее использования при проведении работ.

Эксплуатационное обслуживание сопровождает САПР на

протяжении всей ее "жизни", от момента изготовления до

снятия с эксплуатации.

В общем случае можно выделить следующие виды

обслуживания САПР: хранение, установку, наладку на месте

эксплуатации, ввод в эксплуатацию и обслуживание при

нормальной работе, которое в свою очередь подразделяется на

планово-профилактические работы, контроль работоспособности

диагностирование и устранение неисправностей (ремонт),

обслуживание программного обеспечения и информационных баз.

Сложность САПР как объекта эксплуатационного

обслуживания требует его правильной организации, подготовки

специалистов по эксплуатационному обслуживанию и придания

системам специального свойства высокой степени

обслуживаемости, т.е. приспособленности к процессам

обслуживания.

Степень обслуживаемости тем выше, чем меньше количество

и ниже квалификация труда, затрачиваемого на эксплуатацию

системы. Повышение степени обслуживаемости САПР достигается

с помощью специальных аппаратных и программных средств,

автоматизирующих отдельные процессы обслуживания, в том

числе средств автоматического контроля правильности работы,

автоматизации поиска неисправностей (диагностики неисправных

элементов, автоматизации профилактических испытаний,

накопления и обработки информации о нарушениях нормального

процесса работы при эксплуатации системы.

2. Организация системы автоматического диагностирования АРМ.

Персональный вычислителльный комплекс "Электроника

МС0585" (сокращенно ПВК МС0585) представляет собой

персональный компьютер: функционально законченный

вычислительный комплекс, состоящий из аппаратных и

программных средств и рассчитанный на одного пользователя

[7]. Технические аредства ПВК имеют модульную структуру и

включают в себя сл$дующий набор устройств:

1. Системный модуль, объединяющий с помощью внутренней

магистрали такие основные блоки, как центральный процессор,

построенный на основе микропроцессорного набора из четырех

БИС серии К 1811; блок ОЭУ емкостью 256 Кбайт; блок ПЭУ

емкостью 16 Кбайт, содержащий диагностическую программу

"Внутренний автотест"; контроллер прерываний, управляющий

прерыванием программы от различных блоков системного модуля

и других функциональных модулей ПВК; интерфейс клавиатуры,

осуществляющий связь ЦП с блоком клавиатуры; интерфейс

печатающего устройства; интерфейс коммуникаций, который

может быть использован для связи ПВК с другими ПВК или ЭВМ;

таймер. Внутренняя магистраль системного модуля через

специальный двунаправленный буферный усилитель соединяется с

системной магистралью, объединяющей все остальные

функциональные модули ПВК.

2. Модуль видеоконтроллера, служащий для управления

выводом алфавитно-цифровой и графической информации на экран

электронно-лучевой трубки видеомонитора.

3. Модуль контроллера НГМД, служащий для управления

встроенным малогабаритным накопителем на жестких дисках.

4. Модуль контроллера НТМД, служащий для управления

встроенными накопителями на гибких магнитных дисках.

5. Блок клавиатуры МС 7004, используемый для ввода в

ПВК команд оператора.

6. НМД типа "винчестер" МС 5401 емкостью 5 Мбайт на

носителях диаметром 133 мм со скоростью обмена 5 Мбит/с.

7. Два НГМД МС 5305 общей емкостью 800 Кбайт на носителях

диаметром 133 мм со скоростью обмена 250 Кбит/с.

8. Видеомонитор, позволяющий формировать изображение на

экране электронно-лучевой трубки из 960 элементов по

горизонтали и 240 элементов по вертикали.

На основе ПВК МС 0585 построено автоматизированное

рабочее место проектировщика электронной техники

"Электроника МС 0302"; которое может использоваться как

автономно, так и в комплексе с САПР "Кулон-4".

Система диагностирования ПВК МС 0585 состоит из

аппаратных средств, совмещенных с аппаратными средствами

ПВК, и набора программ технического обслуживания.

Диагностическое ядро на различных этапах процесса

диагностирования образуется из аппаратуры центрального

процессора и других блоков системного модуля. В качестве

устройства ввода диагностической информации могут

использоваться блок ПЗУ системного модуля и НГМД, в качестве

устройства выдачи результатов диагностирования -

видеомонитор и светодиодное табло на задней панели

системного конструктивного блока ПВК.

В состав программ технического обслуживания входят

следующие программы: дискетный вариант операционной системы

ПРОС, используемые для загрузки и управления выполнением

тестовых программ, размещенных на дискетах; размещенная в

ПЗУ системного модуля тестовая программа "Внутренний

автотест"; размещенные на дискетах тестовые программы:

проверка системного блока, проверка клавиш клавиатуры,

проверка печатающего устройства, вывод конфигурации, образец

цветных полос, контроль блоков диска, образцы настройки.

Часть тестовых программ, и прежде всего "Внутренний

автотест", используется для целей контроля и диагностики

ПВК, остальные выполняют различные функции, связанные с

контролем работоспсобности и заданием правильных режимов

функционирования ПВК в процессе его эксплуатационного

обслуживания.

5 билет

1. Методы диагностирования неисправностей технических средств САПР.

Технические решения, используемые при реализации систем

диагностирования, классифицируются в соответствии с

определенными методами диагностирования, положенными в

основу функционирования той или иной системы. Методы

диагностирования характеризуются объектами элементарной

проверки и способами подачи воздействия и снятия ответа.

Существуют следующие основные методы тестового

диагностирования.

Двухэтапное диагностирование.

Метод двухзтапного диагностирования - это метод

диагностирования, при котором объектами элементарных

проверок на разных этапах диагностирования являются схемы с

памятью (регистры и триггеры) и комбинационные схемы.

Диагностическая информация, включающая в себя данные и

адреса тестового воздействия в соответствии с принятым

алгоритмом диагностирования, имеет стандартный формат,

называемый тестом локализации неисправностей. Подача

тестовых воздействий, снятие ответа, анализ и выдача

результатов реализации алгоритма диагностирования

выполняются с помощью стандартных диагностических операций,

таких как "Установка", "Опрос" , "Сравнение", "Ветвление".

Тест локализации неисправностей в общем случае содержит

установочную информацию для приведения проверяемых регистров

в требуемое для теста состояние, управляющее слово с

начальным адресом и числом микрокоманд проверяемой

микрооперации, адрес диагностической области оперативной

памяти для записи результирующего состояния проверяемого

регистра, маску для выделения проверяемых битов, ожидаемый

результат проверки, адреса перехода к следующему тесту в

случаях удачного и неудачного результатов проверки.

Диагностирование аппаратуры по этому методу выполняется

в два этапа. На первом этапе проверяются все регистры и

триггеры, которые могут быть установлены с помощью операции

"Установка" и опрошены операцией "Опрос". На втором этапе

проверяются все комбинационные схемы, а также регистры и

триггеры, не имеющие входов -выходов для непосредственной

установки и опроса. Для хранения и ввода тестов локализации

неисправностей может использоваться, например, накопитель на

магнитной ленте, откуда они загружаются и подзагружаются в

оперативную память по окончании выполнения очередной группы.

Поэтому до конца диагностики по данному методу должны

проверяться микропрограммное управление и оперативная

память. При обнаружении отказа на пункте индуцируется номер

теста, по которому в диагностическом справочнике

отыскивается неисправный блок.

Метод микродиагностирования.

Этот метод характеризуется тем, что объектом проверки

является аппаратура, участвующая в выполнении микроопераций.

Микропрограмма проверки очередной микрооперации использует

уже проверенные микрооперации и тракты передачи информации.

Совокупность процедур, диагностических микропрограмм и

специальных схем, обеспечивающих передачу тестового набора

на ввод проверяемого устройства, выполнение проверяемой

микрооперации, приема результатов проверки для сравнения их

с эталонными и формирование результата диагностирования

называется микродиагностикой.

Различают два типа микродиагностики: встроенную и

загружаемую. В случае встроенной микродиагностики

диагностические микропрограммы размещаются в постоянной

микропрограммной памяти диагностируемой системы, а при

загружаемой - на внешнем носителе данных. Встроенная

микродиагностика применяется обычно в системах на базе

микроЗВМ с небольшим объемом диагностики. Для систем на базе

миниЗВМ, средних и больших ЗВМ при большом объеме

микродиагностики применяется загружаемая микродиагностика. В

зависимости от характеристики устройств загрузки и

промежуточного хранения микрокоманд, поступающих во время

проверочных операций в регистр микрокоманд диагностируемой

системы, существует несколько вариантов реализации

загрузочной микродиагностики.

Разновидностью загрузочной микродиагностики является

микродиагностика с использованием сервисных процессоров. В

этом случае вне диагностируемой системы реализуются не

только хранение и ввод диагностической информации, но и

формирование тестовых воздействий, сравнение реакции

диагностируемой системы с ожидаемой и формирование сообщений

о неисправностях.

При подключении диагностической системы на основе

сервисного процессора с помощью линии связи к центру

обслуживания, находящемуся на значительном расстоянии от

эксплуатируемой системы, реализуется форма дистанционного

обслуживания САПР.

Метод диагностирования, ориентированный на проверку

сменных блоков.

Этот метод характеризуется тем, что объектом

элементарных проверок являются сменные блоки (модули, ТЗЗы и

т.д.). Использование его позволяет локализовать

неисправность в системе с помощью диагностических блоков.

Такой подход позволяет сократить затраты на разработку

средств диагностического обеспечения, состоящего, как

правило, из диагностических тестов системы и ее сменных

блоков.

Метод реализуется с помощью разбиения сменных блоков на

группы различного ранга в зависимости от количества

входов-выходов и характера взаимодействия с другими блоками

и введения в сменные блоки дополнительных аппаратных

средств, позволяющих под управлением средств тестовой

диагностики производить последовательную проверку

работоспособности сменных блоков в порядке возрастания их

ранга, коммутируя входы-выходы блоков таким образом, чтобы

для проверяемой группы они соединялись с входами и выходами

средств диагностики для задания тестовых воздействий и

проверки реакции на эти воздействия.

При организации функционального диагностирования также

используется несколько методов.

Метод диагностирования с помощью схем встроенного контроля.

Этот метод характеризуется тем, что объектом

элементарной проверки является сменный блок, а средствами

функционального диагностирования являются схемы встроенного

контроля, конструктивно совмещенные с каждым сменным блоком.

Достоинствами метода диагностирования с помощью схем

встроенного контроля являются практически мгновенное

диагностирование сбоев и отказов, сокращение затрат на

локализацию отказов и на разработку диагностических тестов.

Метод диагностирования с помощью самопроверяемого

дублирования.

Этот метод аналогичен предыдущему в том, что он также

основан на принципе самопроверяемости сменных блоков.

Разница в том, что самопроверяемость сменных блоков

достигается введением в них дублирующей аппаратуры и схем,

обеспечивающих получение сводного сигнала ошибки,

свидетельствующего о неисправности сменного блока. Этот

способ приводит к большим дополнительным затратам

аппаратуры, но может применяться там, где устройства системы

реализуются с использованием больших и сверхбольших

интегральных схем универсального назначения, особенно

программируемых вентильных матриц. Из-за ограничения числа

выводов не все компоненты БИС могут быть использованы для

построения основных узлов аппаратуры, поэтому их можно

использовать для построения дублирующих узлов.

Метод диагностирования по результатам регистрации состояния.

Этот метод характеризуется тем, что неисправность или

сбой локализуется по состоянию системы, зарегистрированному

в момент появления ошибки и содержащему информацию о

состоянии схем контроля, регистров устройств, адресов

микрокоманд, предшествующих моменту появления ошибки, и

другую информацию. Место возникновения ошибки определяется

по зарегистрированному состоянию путем прослеживания пути ее

распространения от места проявления до места возникновения.

Диагноз выполняется с помощью программных средств

диагностирования самой системы, если диагностируется причина

возникновения сбоя, или внешними средствами

диагностирования, например, сервисным процессором.

2. Характеристики систем автоматического диагностирования.

С возрастанием количества и сложности систем

автоматизированного проектирования растет численность

обслуживающего их персонала и повышаются требования к его

квалификации. Однако, увеличение надежности систем приводит

к тому, что поиск неисправностей и ремонт производятся

сравнительно редко. Поэтому наряду с повышением надежности

систем наблюдается тенденция потери эксплуатационным

персоналом определенных навыков отыскания и устранения

неисправностей. Таким образом, возникает проблема

обслуживания непрерывно усложняющихся систем в условиях,

когда не хватает персонала высокой квалификации.

Эта проблема решается путем создания систем

автоматического диагностирования неисправностей, призванных

облегчить обслуживание и ускорить ремонт.

Система автоматического диагностирования представляет

собой комплекс программных, микропрограммных и аппаратных

средств и справочной документации, включающей

диагностические инструкции, листинги тестовых программ и

т.д.

Различают системы тестового и функциональнного

диагностирования. В ситемах тестового диагностирования

воздействия на диагностируемое устройство поступают от

средсв диагностирования. В системах функционального

диагностирования воздействия, поступающие на диагностируемое

устройство, задаются рабочим алгоритмом функционирования.

Эти же воздействия в этом случае поступают и на средства

диагностирования. В системах обоих типов реакции

диагностируемого устройства передаются к средствам

диагностирования, которые и формируют результаты

диагностирования.

Процесс диагностирования состоит из определенных

элементарных проверок, каждая из которых характеризуется

подаваемым на устройство тестовым или рабочим воздействием и

снимаемым с устройства ответом. Получаемое значение ответа

называется результатом элементарной проверки. Совокупность

элементарных проверок, их последовательность и правила

обработки результатов определяются алгоритмом

диагностирования. Алгоритм диагностирования называется

безусловным, если он задает одну фиксированную

последовательность реализации элементарных проверок, и

условным, если реализаций задается несколько.

Для того, чтобы система была в состоянии сама

локализовать неисправность, она должна иметь исправное

диагностическое ядро, образуемое той частью ее аппаратуры,

которая находится в заведомо исправном состоянии до начала

процесса диагностирования. Наиболее широкое распростронение

при диагностировании получил принцип раскрутки,

заключающийся в том, что на каждом этапе диагностирования

ядро и аппаратура уже проверенных исправных блоков системы

представляют собой средства тестового диагностирования,а

очередные проверяемые блоки и устройства являются объектом

диагностирования.

Диагностическое ядро или встроенные средства тестового

диагностирования выполняют следующие функции:

загрузку диагностической информации;

подачу тестовых воздействий на вход проверяемого блока;

опрос ответов с выхода проверяемого блока;

сравнение полученных ответов с ожидаемыми;

анализ и ликвидацию результатов.

Для выполнения перечисленных функций в обобщенная

структурная схема встроенных средств тестового

диагностирования должна включать следующие блоки (Рис.4.1):

устройство ввода (УВ) и накопитель (НЧ) диагностической

информации: закодированных алгоритмов диагностирования,

тестовых воздействий, ожидаемых ответов;

блок управления (БУ) чтением и выдачей тестовых воздействий,

снятием ответа, анализом и выдачей результатов диагностирования;

блок коммутации (БК), соединяющий выходы диагностируемой

системы с блоком управления и блоком сравнения (БС);

блок сравнения ожидаемого и полученного результатов

воздействий и блок выдачи реэультатов диагностирования

(БВР).

БВР диагностирующие блоки САПР

УВ НИ БУ БК

БС

Рис.4.1. Блок-схема встроенных средств тестового диагностирования.

Зти блоки и устройства могут быть частично или

полностью совмещены с аппаратурой САПР. Так, в качестве

устройства ввода могут быть использованы внешние

запоминающие устройства на магнитных лентах и гибких

магнитных дисках, в качестве накопителя тестовой информации

- часть оперативной и управляющей памяти ЗВМ, в качестве

блоков управления и сравнения - микропрограммные и

аппаратные блоки центрального процессора ЗВМ, в качестве

блока выдачи результатов - консольный терминал системы.

Поскольку встроенные средства диагностирования имеют

практически те же блоки и устройства, что и универсальные

ЗВМ, благодаря развитию интегральной микроэлектроники

появилась возможность использовать для их построения

недорогие, компактные, обладающие высокой надежностью

микропроцессоры и микроЗВМ. Создаваемые в результате этого

специализированные средства, используемые в целях

обслуживания и диагностирования САПР получили название

сервисных процессоров. Их универсальные возможности и

развитая периферия, включающая пультовый накопитель,

клавиатуру, видеомонитор, печатающее устройство,

обеспечивают комфортные условия работы и удобное,

информативное представление результатов диагностирования

обслуживющему персоналу систем.

Курсовая работа

"Проектирование технологического участка подготовки управляющей информации для производства фотошаблонов в процессе автоматизированного проектирования изделий электронной техники".

Вопросы к экзамену по тензорному анализу для 2-го курса ВКНМ.

Весенний семестр 1998 г.

Лектор – профессор Б.Е.Победpя

1. Введение кpиволинейной системы кооpдинат.   
   Основной и взаимный (неголономный) базисы.
2. Фундаментальные матpицы. Жонглиpование индексами.
3. Экстенсивы и алгебpаические действия с ними.
4. Символы Кpистоффеля пеpвого и втоpого pода.
5. Символы и тензоpы Леви Чивиты, их свойства.
6. Внешние фоpмы и внешнее диффеpенциpование.   
   Фоpмула Стокса.
7. Фоpмула Гамильтона - Кели.
8. Тензоp втоpого pанга. Опеpатоp. Инваpианты.   
   Повеpхность Коши.
9. Изотpопная тензоpная функция.
10. Подвижный pепеp. Скоpость, ускоpение.
11. Фоpмула Ривальса.
12. Повоpот твёpдого тела на конечный угол.
13. Углы Эйлеpа.
14. Гpуппа симметpии тензоpа.
15. Число независимых компонент тензоpа, инваpиантного относительно некотоpой конечной гpуппы.
16. Линейные тензоpные функции.
17. Нелинейные тензоpные функции.
18. Тpансвеpсально изотpопные тензоpные функции.
19. Физические компоненты.
20. Изотpопная тензоpная функция в R2.
21. Пpостpанство аффинной связности.
22. Риманово пpостpанство Vn.
23. Паpаллельное пеpенесение в Vn.
24. Тензоp кpивизны Римана.