



УДК 658.512.621:681.3

Составитель Т.А. Ширабакина

Рецензент

Доктор технических наук, профессор *Чернецкая И.Е.*

**Изучение конструкции и топологии интегральных микросхем:** методические указания по выполнению лабораторной работы /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Т.А. Ширабакина.- Курск, 2024.- 19 с.: ил.9, табл.2.- Библиогр.: с. 19.

Содержат сведения по конструкции и топологии интегральных микросхем. Указывается порядок выполнения лабораторной работы. Приводятся контрольные вопросы.

Методические указания соответствуют требованиям рабочей программы по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ» направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника.

Предназначены для студентов направлений подготовки 09.03.01 очной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *20.06.24* . Формат  
Усл. печ. л. 1,1 Уч.-изд. л. 1,0 Тираж *100* экз. Заказ. *544*  
Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## *1 Классификация интегральных микросхем*

Микросхемы составляют основу элементной базы электронных вычислительных средств (ЭВС). Они, являясь исходными унифицированными неделимыми конструктивными элементами, не только определяют эффективность, качество и другие характеристики устройств ЭВС, но и влияют на конструктивную реализацию модулей последующих иерархических уровней.

Под *интегральной микросхемой (ИМС)* понимается микроэлектронное изделие, выполняющее определенную функцию преобразования и обработки сигнала и имеющее высокую плотность упаковки электрически соединенных элементов (или элементов и компонентов) и (или) кристаллов, которое с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации рассматривается как единое целое [1].

Применительно к ИМС различают понятия «элемент» и «компонент». Часть интегральной микросхемы, которая реализует функцию какого-либо электрорадиоэлемента (транзистор, диод, резистор, конденсатор и др.), выполнена нераздельно с кристаллом или подложкой и не может быть выделена как самостоятельное изделие с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации, называется *элементом*.

Та часть микросхемы, которая может быть выделена как самостоятельное изделие (с точки зрения требований к испытаниям, приемке, поставке и эксплуатации), называется *компонентом*. Компоненты устанавливаются на подложке микросхемы при выполнении сборочно-монтажных операций. К простым компонентам относятся бескорпусные диоды и транзисторы, специальные типы конденсаторов, малогабаритные катушки индуктивности и др. Сложные компоненты содержат несколько элементов, например диодные сборки.

С точки зрения внутреннего устройства микросхема представляет собой совокупность большого числа элементов и компонентов, размещенных на поверхности или в объеме общей диэлектрической или полупроводниковой подложки. Термин «интегральная» отражает конструктивное объединение элементов и компонентов, а также полное или частичное объединение технологических процессов их изготовления.

Интегральные микросхемы можно классифицировать по различным признакам: по виду обрабатываемого сигнала, по конструктивно-технологическому исполнению, по степени унификации и назначению, по наличию и отсутствию корпуса, по степени интеграции и т.п.

**По виду обрабатываемого сигнала ИМС** делятся на аналоговые и цифровые. Аналоговые ИМС предназначены для преобразования и обработки сигналов, изменяющихся по закону непрерывной функции. В цифровых ИМС преобразование и обработка сигналов осуществляются по закону дискретной функции.

По конструктивно-технологическому исполнению ИМС делятся на три большие группы: полупроводниковые, пленочные и гибридные.

Полупроводниковые ИМС – это ИМС, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены в объеме и на поверхности полупроводника. Структура, содержащая элементы, межэлементные соединения и контактные площадки (металлизированные участки, служащие для присоединения внешних выводов), называется кристаллом ИМС. Полупроводниковые ИМС характеризуются высокой надежностью, малыми массой и габаритными размерами, возможностью применения групповых методов производства почти на всех стадиях изготовления.

Различают два основных класса полупроводниковых ИМС: биполярные (на основе биполярных транзисторов) и металл - диэлектрик – полупроводниковые (МДП) ИМС (на основе МДП-транзисторов). Возможно также сочетание биполярных и МДП-транзисторов в одном кристалле. На рисунке 1 показана структура простейшей полупроводниковой микросхемы, состоящей из биполярного  $n$ - $p$ - $n$ -транзистора и резистора. Структура содержит слаболегированную  $p$ -типа подложку 1, активный полупроводниковый слой  $n$ -типа, в котором кроме транзистора и полупроводникового резистора (слой  $p$ -типа) созданы изолирующие области 2 из диоксида кремния. На поверхности полупроводника сформирован диэлектрический слой диоксида кремния, на котором расположены алюминиевые проводники.

Основными элементами МДП-микросхем являются МДП-транзисторы с каналом  $n$ -типа. Площадь этих транзисторов на кристалле значительно меньше, чем биполярных, поэтому для микросхем на  $n$ -канальных МДП-транзисторах достигается самая высокая степень интеграции, но они уступают биполярным по быстродействию.

В специальных случаях в полупроводниковых микросхемах используют биполярные транзисторы в сочетании с МДП-транзисторами либо полевыми транзисторами с управляющим  $p$ - $n$ -переходом.

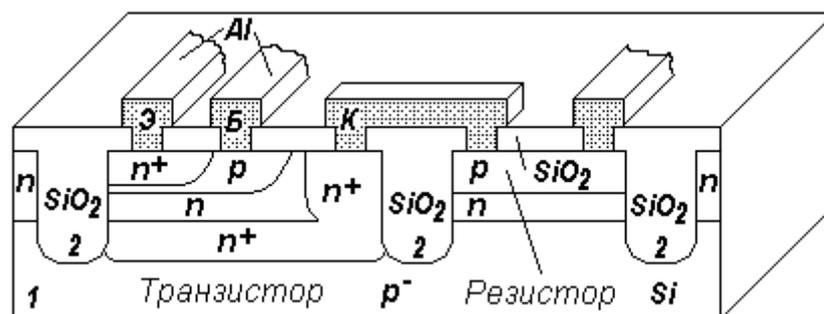


Рисунок 1- Фрагмент структуры полупроводниковой микросхемы, состоящей из биполярного  $n$ - $p$ - $n$ -транзистора и резистора

Если элементы и межэлементные соединения выполнены в виде пленок, нанесенных на поверхность диэлектрической подложки, то такую

ИМС называют *пленочной*. В зависимости от толщины пленок и способа их нанесения различают *тонкопленочные* (толщина пленок до 1 мкм, получают преимущественно методами термического вакуумного испарения и ионного распыления) и *толстопленочные* ИМС (толщина пленок 10 – 70 мкм, получают методами трафаретной печати – сеткографии с последующим вжиганием).

Поскольку современная пленочная технология пока не позволяет получать активные элементы (транзисторы, диоды) со стабильными электрическими характеристиками на общей диэлектрической подложке, то пленочные ИМС содержат только пассивные элементы (резисторы, конденсаторы и т.п.). Для реализации электронных схем пленочные элементы дополняются дискретными активными элементами. Таким образом получается *гибридная ИМС*, в которой кроме пассивных пленочных элементов применяются и навесные компоненты (бескорпусные ИМС, транзисторы и диоды, а также дискретные резисторы и конденсаторы, которые по каким-либо причинам нецелесообразно выполнять в пленочном виде). Электрические связи между элементами, компонентами и кристаллами осуществляют с помощью пленочных и проволочных проводников. Подложка с расположенными на ее поверхности пленочными элементами, проводниками и контактными площадками называется платой. На рисунке 2 представлена структура простейшей гибридной микросхемы.

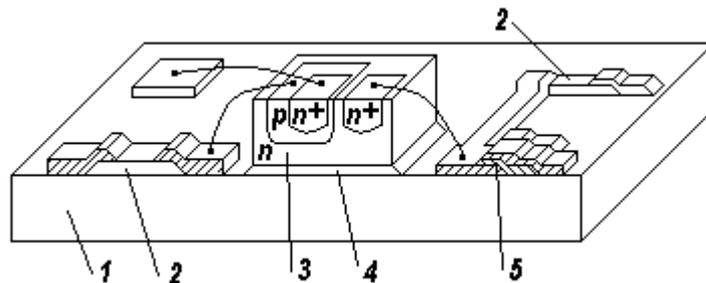


Рисунок 2- Фрагмент структуры гибридной микросхемы, где  
1 – подложка; 2 – пленочные резисторы; 3 – бескорпусной биполярный *n-p-n*-транзистор; 4 – слой клея; 5 – пленочный конденсатор

**По степени унификации и назначению** различают ИМС общего применения (массового назначения) и частного применения. Обычно ИМС являются самостоятельными изделиями общего применения и в зависимости от массовости выпуска изготавливаются в полупроводниковом или гибридном исполнении. ИМС общего назначения, как правило, выпускают сериями. Серией называется совокупность типов ИМС, которые могут выполнять различные функции, имеют единое конструктивно-технологическое исполнение и предназначены для совместного применения.

Для частных специализированных применений в конструкциях модулей ЭВС используют *микросборки* – микроэлектронные изделия типа гибридных ИМС или больших гибридных ИМС, выполняющие конкретные функции и состоящие из элементов, компонентов и (или) ИМС

(корпусированных и бескорпусных) и других электрорадиоэлементов (ЭРЭ) в различных сочетаниях, разрабатываемых и изготавливаемых для улучшения показателей микроминиатюризации ЭВС.

Важными характеристиками ИМС и микросборок являются плотность упаковки и степень интеграции. *Плотность упаковки ИМС* – это отношение числа элементов и компонентов ИМС к ее объему. *Степень интеграции* определяет сложность ИМС и записывается как  $k = \lg N$ , где  $k$  – коэффициент, определяющий степень интеграции и округляемый до ближайшего большего целого числа;  $N$  – число элементов и компонентов, входящих в ИМС.

По степени интеграции различают ИМС первой степени интеграции (содержат до 10 элементов), второй степени интеграции (содержат свыше 10 до 100 элементов), ИМС третьей и более высокой степени интеграции обычно называют большими (БИС). Если число элементов превышает 10000, то микросхему называют сверхбольшой (СБИС).

За счет сокращения длины и количества межсоединений увеличение степени интеграции ведет к повышению функциональной сложности, надежности и быстродействия ИМС и снижению их стоимости. Однако себестоимость существенно зависит от совершенства технологии, так как с повышением степени интеграции при неизменном уровне технологии выход годных микросхем резко падает.

При повышении степени интеграции теряется универсальность применения ИМС, они становятся более специализированными, пригодными для конкретных узких применений. Кроме того, с повышением степени интеграции БИС требуется большее количество выводов для связи с внешними электрическими цепями, что в конечном итоге резко повышает стоимость ИМС.

**По особенностям конструкции элементов защиты ИМС от внешних воздействий** (влага, газы, пыль, механические воздействия, радиация и т.д.) различают корпусированные и бескорпусные ИМС.

В *корпусированных* ИМС защита кристалла или подложки осуществляется корпусом ИМС – частью конструкции ИМС, которая наряду с защитой от внешних воздействий предназначена для соединения ИМС с внешними электрическими цепями посредством выводов. Для защиты микросхемы корпуса герметизируются.

## ***2 Условные обозначения микросхем***

Система условных обозначений (маркировка) микросхем для устройств широкого применения состоит из пяти элементов, например:

К 1 55 ЛА 1,	К Р 1 118 ПА 1Б,	К Б 1 402 УЕ 1- 1
1 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6	1 2 3 4 5 6

*Первый элемент* (буква «К») показывает, что микросхема предназначена для устройств широкого применения. Микросхемы, предназначенные для экспорта (шаг выводов 1,27 и 2,54 мм), перед буквой «К» имеют букву «Э».

*Второй элемент* (вторая буква) - это характеристика материала и типа корпуса: А - пластмассовый планарный корпус (четвертого типа); Е - металлополимерный корпус с параллельным двухрядным расположением выводов (второго типа); И - стеклокерамический планарный корпус (четвертого типа); М - металлокерамический, керамический или стеклокерамический корпус с параллельным двухрядным расположением выводов (второго типа); Н - кристаллоноситель (безвыводной); Р - пластмассовый корпус с параллельным двухрядным расположением выводов (второго типа); С - стеклокерамический корпус с двухрядным расположением выводов; Ф - микрокорпус. Бескорпусные микросхемы характеризуются буквой «Б» (перед номером серии), а в конце условного обозначения через дефис вводится цифра, характеризующая модификацию конструктивного исполнения: 1 - с гибкими выводами; 2 - с ленточными выводами, в том числе на полиимидной пленке; 3 - с жесткими выводами; 4 - неразделенные на общей пластине; 5 - разделенные без потери ориентировки; 6 - с контактными площадками без выводов (кристалл).

*Третий элемент* (одна цифра) указывает группу микросхемы по конструктивно-технологическому признаку: 1, 5, 6, 7 - полупроводниковые; 2, 4, 8 - гибридные; 3 - прочие (пленочные, керамические, вакуумные).

*Четвертый элемент* (две или три цифры) - определяет порядковый номер разработки серии. В совокупности третий и четвертый элементы обозначают номер конкретной серии.

*Пятый элемент* (две буквы) обозначает функциональное назначение микросхемы. В зависимости от выполняемых функций микросхемы подразделяются на подгруппы (генераторы, триггеры, усилители) и виды (преобразователи длительности, напряжения, частоты). Классификация микросхем по функциональному назначению приведена в таблице 1.

*Шестой элемент* - порядковый номер разработки в конкретной серии (среди микросхем одного вида). Следующие затем буквы от «А» до «Я» указывают на разброс (допуск на разброс) по электрическим параметрам.

Таблица 1 - Классификация ИМС по функциональным признакам

Обозначение	Подгруппа и вид микросхем	Обозначение	Подгруппа и вид микросхем
<b>Формирователи</b>		<b>Схемы вторичных источников питания</b>	
АА	Адресных токов	ЕВ	Выпрямители
АГ	Импульсов прямоугольной формы	ЕК	Стабилизаторы напряжения импульсные

Обозначение	Подгруппа и вид микросхем	Обозначение	Подгруппа и вид микросхем
АП	Прочие	ЕМ	Преобразователи
АР	Разрядных токов	ЕН	Стабилизаторы напряжения непрерывные
АФ	Импульсов специальной формы	ЕП	Прочие
<b>Схемы задержки</b>		ЕС	Системы вторичных источников питания
БМ	Пассивные	ЕТ	Стабилизаторы тока
БП	Прочие	ЕУ	Схемы управления импульсными стабилизаторами напряжения
БР	Активные	<b>Схемы цифровых устройств</b>	
<b>Схемы вычислительных средств</b>		ИА	АЛУ
ВА	Схемы сопряжения с магистралью	ИБ	Шифраторы
ВБ	Схемы синхронизации	ИД	Дешифраторы
ВВ	Схемы управления вводом-выводом (схемы интерфейса)	ИЕ	Счетчики
ВГ	Контроллеры	ИК	Комбинированные схемы
ВЕ	МикроЭВМ	ИЛ	Полусумматоры
ВЖ	Специализированные схемы	ИМ	Сумматоры
ВИ	Времязадающие схемы	ИП	Прочие
ВК	Комбинированные схемы	ИР	Регистры

Обозначение	Подгруппа и вид микросхем	Обозначение	
ВМ	Микропроцессоры	<b>Коммутаторы и ключи</b>	
ВН	Схемы управления прерыванием	КН	Напряжения
ВП	Прочие	КП	Прочие
ВР	Функциональные расширители	КТ	Тока
ВС	Микропроцессорные секции	<b>Логические элементы</b>	
ВТ	Схемы управления памятью	ЛА	Элементы И-НЕ
ВУ	Схемы микропрограммного управления	ЛБ	Элементы И-НЕ/ИЛИ-НЕ
ВФ	Функциональные преобразователи информации	ЛД	Расширители
ВХ	Микрокалькуляторы	ЛЕ	Элементы ИЛИ-НЕ
<b>Генераторы</b>		ЛИ	Элементы И
ГГ	Прямоугольных сигналов (мультивибраторы, блокинг-генераторы)	ЛК	Элементы И-ИЛИ-НЕ/И-ИЛИ
ГЛ	Линейно-изменяющихся сигналов	ЛЛ	Элементы ИЛИ
ГМ	Шума	ЛМ	Элементы ИЛИ-НЕ/ИЛИ
ГП	Прочие	ЛН	Элементы НЕ
ГС	Гармонических сигналов	ЛП	Прочие
ГФ	Сигналов специальной формы	ЛР	Элементы И-ИЛИ-НЕ
<b>Детекторы</b>		ЛС	Элементы И-

			ИЛИ
ДА	Амплитудные		
ДИ	Импульсные	<b>Модуляторы</b>	
ДП	Прочие	МА	Амплитудные
ДС	Частотные	МИ	Импульсные
ДФ	Фазовые	МП	Прочие
<b>Наборы элементов</b>		МС	Частотные
НД	Диодов	МФ	Фазовые
НЕ	Конденсаторов		
НК	Комбинированные	<b>Преобразователи сигналов</b>	
НП	Прочие	ПА	Цифро-аналоговые
НР	Резисторов	ПВ	Аналого-цифровые
НТ	Транзисторов	ПД	Длительности
НФ	Функциональные	ПЕ	Умножители частоты аналоговые
<b>Схемы запоминающих устройств</b>		ПИ	Делители частоты аналоговые
		ПЛ	Синтезаторы частоты
РВ	Матрицы ПЗУ	ПМ	Мощности
РЕ	ПЗУ масочные	ПН	Напряжения (тока)
РМ	Матрицы ОЗУ	ПП	Прочие
РП	Прочие	ПР	Код-код
РР	ЭППЗУ	ПС	Частоты (в том числе перемножители аналоговых сигналов)
РТ	ПЗУ с возможностью однократного программирования	ПУ	Уровня (согласователи)

Обозначение	Подгруппа и вид микросхем	Обозначение	Подгруппа и вид микросхем
РУ	ОЗУ	ПЦ	Делители частоты цифровые
РФ	ПЗУ с УФ-стиранием и электрической записью информации		
<b>Триггеры</b>		<b>Схемы сравнения</b>	
ТВ	Универсальные (типа JK)	СА	Компараторы напряжения
ТД	Динамические	СВ	Временные
ТК	Комбинированные	СК	Амплитудные (уровня сигнала)
ТЛ	Шмитта	СП	Прочие
ТМ	С задержкой (типа D)	СС	Частотные
ТП	Прочие		
ТР	С отдельным запуском (типа RS)	<b>Усилители</b>	
ТТ	Счетные (типа T)	УВ	Высокой частоты
<b>Фильтры</b>		УД	Операционные усилители
ФВ	Верхних частот	УЕ	Повторители
ФЕ	Полосовые	УИ	Импульсных сигналов
ФН	Нижних частот	УК	Широкополосные
ФП	Прочие	УЛ	Считывания и воспроизведения
ФР	Режекторные	УМ	Индикации
<b>Многофункциональные схемы</b>		УН	Низкой частоты
ХА	Аналоговые	УП	Прочие
ХК	Комбинированные	УР	Промежуточной

			частоты
ХЛ	Цифровые	УТ	Постоянного тока
М	Цифровые матрицы (в том числе программируемые)	<b>Фоточувствительные схемы с зарядовой связью</b>	
ХН	Аналоговые матрицы	ЦЛ	Линейные
ХП	Прочие	ЦМ	Матричные
ХТ	Комбинированные матрицы	ЦП	Прочие

### *3 Корпуса микросхем*

Для защиты кристаллов и подложек от климатических и механических воздействий служат корпуса ИМС. Корпус состоит из основания и крышки. Основание изготавливается из стекла, металла, керамики или их сочетаний. В основании монтируются конструктивные элементы, необходимые для монтажа кристаллов, и проводники, коммутирующие элементы микросхемы с платой.

Корпуса интегральных микросхем подразделяют на типы и подтипы в зависимости от формы корпуса, формы выводов и их расположения относительно установочной плоскости (таблица 2). На рис. 3-8 приведены конструкции некоторых корпусов.

В [2] отмечается, что размеры микросхем приведены без учета элементов крепления и специальных конструктивных элементов для дополнительного отвода тепла. Размеры этих элементов указывают в стандартах или технических условиях на корпуса конкретных типов

Условное обозначение корпуса состоит из шифра типоразмера корпуса, числа, указывающего количество выводов, и номера модификации. Шифр типоразмера корпуса состоит из обозначения типа корпуса (1, 2, 3 и т.д.) и двухзначного числа (от 01 до 99), означающего номер типоразмера. Например, корпус 201.14-2 - прямоугольный корпус типа 2, типоразмера 01, число выводов 14, модификация вторая.

Обозначение корпуса при записи в конструкторской документации должно состоять из слова «корпус», типоразмера микросхемы, цифрового индекса, порядкового регистрационного номера и обозначения стандарта. Например, корпус 201.14-5.

По конструктивно-технологическому исполнению корпуса подразделяются на:

- 1) металлостеклянные;
- 2) стеклянные;
- 3) металлокерамические;

- 4) керамические;  
 5) пластмассовые;  
 6) металлополимерные.

Таблица 2 - Типы корпусов интегральных микросхем по ГОСТ Р 54844-2011

Тип	Под тип	Форма проекции корпуса на плоскость основания	Расположение проекции выводов (выводных площадок) на плоскость основания	Расположение выводов (выводных площадок) относительно основания	Номер рисунка
1	11	Прямоугольная	В пределах проекции тела корпуса	Вертикальное, в один ряд	Рис. 3, а
	12			Вертикальное, в два ряда	Рис. 3, б
	13			Вертикальное, в три ряда	Рис. 3, в
	14			Вертикальное, по контуру прямоугольника	Рис. 3, г
	15		В пределах проекции тела корпуса до формовки	Вертикальное, выводы сформованы в два ряда	Рис. 3, д
2	21	Прямоугольная	За пределами проекции тела корпуса	Вертикальное, в два ряда	Рис. 4, а
	22			Вертикальное, в четыре ряда в шахматном порядке	Рис. 4, б
3	31	Круглая	В пределах проекции тела корпуса	Вертикальное по одной окружности	Рис. 5, а
	32	Овальная			Рис. 5, б
	33	Прямоугольная			
4	41	Прямоугольная	За пределами проекции корпуса	Планарное, по двум противоположным сторонам	Рис. 6, а
	42			Планарное, по четырем сторонам	Рис. 6, б
	43			Планарное, по двум противоположным сторонам (выводы отформованы от корпуса)	
5	51	Прямоугольная	В пределах проекции тела корпуса	Перпендикулярное, для боковых выводных площадок по четырем сторонам; в плоскости основания, для нижних выводных площадок	Рис. 7, а
	52			Перпендикулярное, для боковых площадок по двум сторонам	Рис. 7, б
6	61	Прямоугольная	В пределах проекции тела корпуса	Вертикальное, с матричным расположением	Рис. 8, а

	62			Вертикальное, матричным расположением с со стороны крышки корпуса	Рис. 8, б
7	7.1	Прямоугольная или круглая	В пределах проекции тела корпуса	Выводные площадки на плоскости основания	
8	8.1	Прямоугольная		Матрица шариковых выводов на плоскости основания	
	8.2			Матрица столбиковых выводов на плоскости основания	

*Металлостеклянными* называют корпуса, изготовленные из металлического основания с выводами, изолированными стеклом. Выводы в основании корпуса герметизируют металлостеклянным спаем при помощи стеклянных бус или стеклотаблеток. Бусой изолируется каждый вывод в отдельности, таблеткой - группа выводов. Спай стекла с металлом должен быть согласован по температурному коэффициенту линейного расширения (ТКЛР). По ТКЛР со стеклами наиболее близок ковар, который обычно и применяется в качестве основания металлостеклянного корпуса.

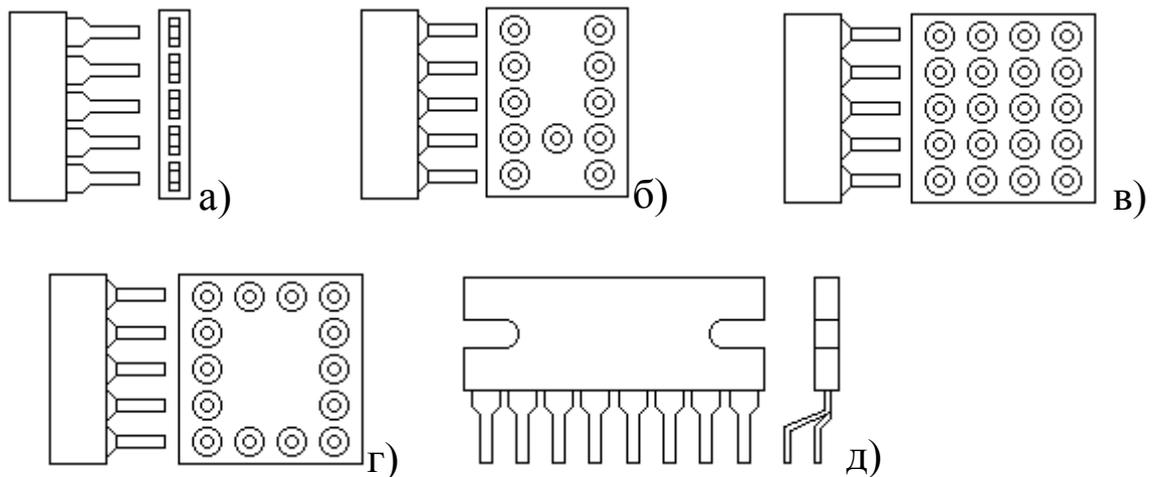


Рисунок 3 - Конструкции корпусов типа 1

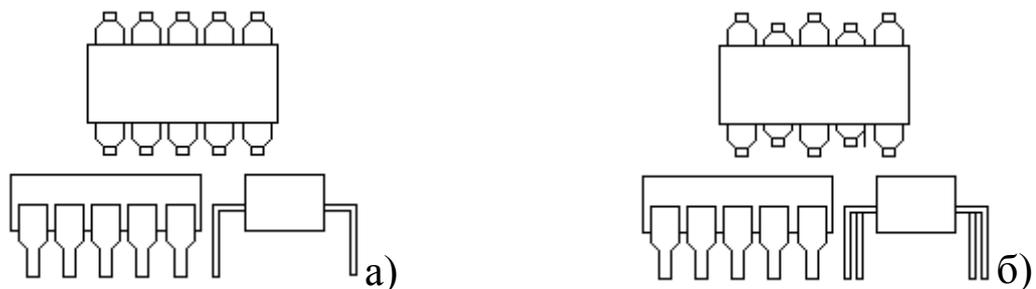


Рисунок 4 - Конструкции корпусов типа 2

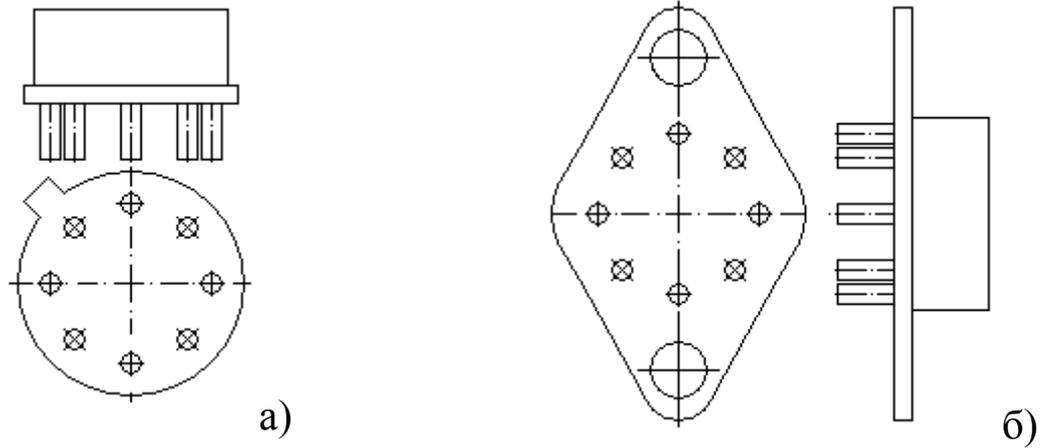


Рисунок 5 - Конструкции корпусов типа 3



Рисунок 6 - Конструкции корпусов типа 4

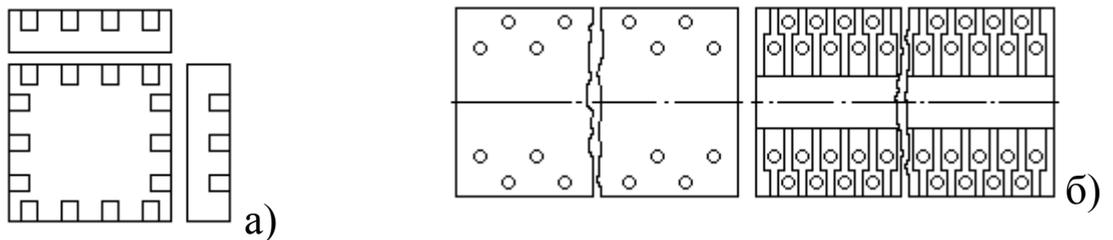


Рисунок 7 - Конструкции корпусов типа 5

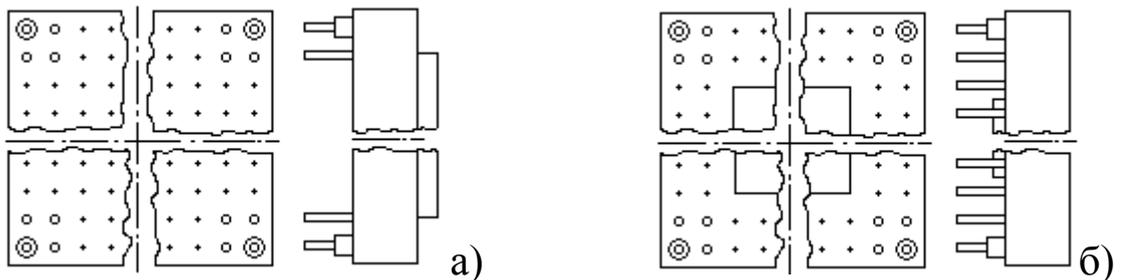


Рисунок 8 - Конструкции корпусов типа 6

*Стеклянными* называют корпуса, основания которых изготовлены из стекла с впаянными в стекло выводами. Такие корпуса могут иметь как стеклянные, так и металлические крышки. Для монтажа микросхем используются корпуса без металлической площадки и с металлической площадкой.

*Металлокерамическими* называют корпуса, в которых керамическая подложка является основанием, герметизация выводов производится припоем.

*Керамическими* называют корпуса, изготовленные из керамики с герметизацией выводов стеклоэмалью или стеклоприпоем. Керамические и металлокерамические корпуса применяют преимущественно для толстопленочных микросхем.

*Пластмассовыми* называют корпуса, изготовленные из пластмассы с выводами, впрессованными в процессе литья или герметизации. Пластмассовые корпуса широко применяются для полупроводниковых микросхем при массовом производстве.

*Металлополимерными* называют корпуса, в которых для защиты ИМС используется металлическая крышка, выводы герметизируются заливкой компаундом. Металлополимерные корпуса применяют преимущественно для толстопленочных микросхем.

Герметизация корпусов (соединение крышки с основанием) производится следующими методами: холодной сваркой; конденсаторной сваркой; электронно-лучевой сваркой; сваркой токами высокой частоты; аргоно-дуговой сваркой; пайкой мягкими припоями; легкоплавкими стеклоэмалями и стеклоприпоями; заливкой компаундом; синтетическими клеями.

Для защиты от коррозии корпуса подвергают золочению, анодированию, а также покрывают лаками и эмалями.

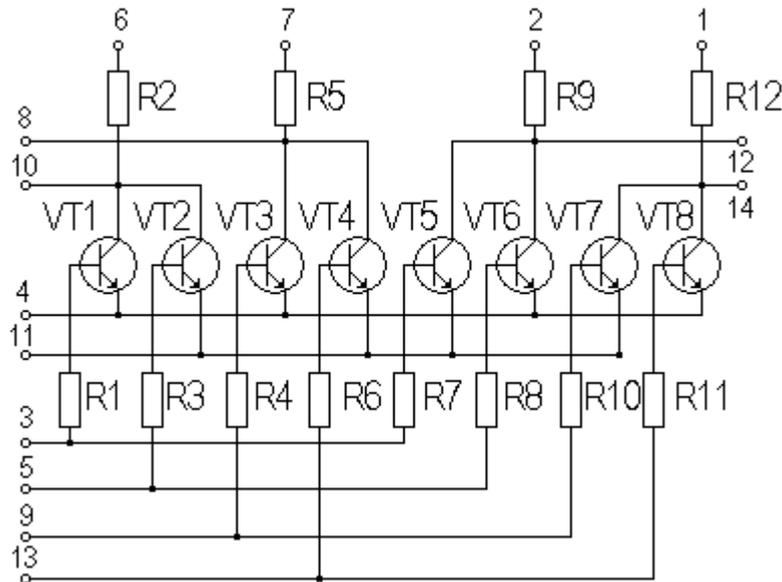
#### ***4 Топология микросхем***

*Топология интегральных микросхем* – это зафиксированное на материальном носителе пространственно-геометрическое расположение совокупности элементов интегральной микросхемы и связей между ними.

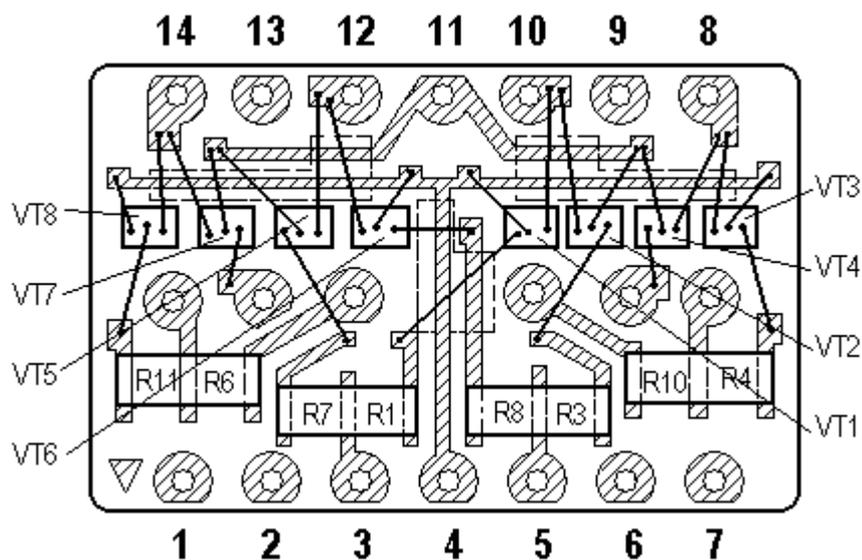
При проектировании топологии сложных ИМС, как правило, используются автоматизированные системы проектирования. Исходными данными для разработки топологии являются: электрическая принципиальная схема; размеры подложки; посадочные места кристаллов и координаты контактных площадок; шаг опорной сетки; конструктивно-технологические ограничения (ширина проводников, расстояние между проводниками, размеры контактных площадок и межслойных контактов, возможность проведения проводников между контактами навесных элементов и др.); пространственная ориентация кристаллов; области подложки, занятые шинами питания, контактными площадками для внешних выводов; фиксированное положение контактных площадок для подключения питания, заземления и других цепей, устанавливаемое исходя из упрощения коммутационной платы; посадочные места некоторых кристаллов, определяемые конструктором из особенностей функционирования интегральных схем, обеспечения помехоустойчивости, нормальных тепловых режимов, связи кристаллов с внешними контактными площадками и т.п.

Спроектированная топология должна удовлетворять всем предъявляемым электрическим, конструктивным и технологическим требованиям и ограничениям; обеспечивать возможность экспериментальной проверки электрических параметров элементов схемы; давать возможность сокращения числа технологических операций и стоимости изготовления; плотность размещения элементов должна быть по возможности максимальной.

На рисунке 9 приведены электрическая принципиальная схема логического элемента ИЛИ-НЕ и эскиз его топологии в гибридном исполнении.



a)



б)

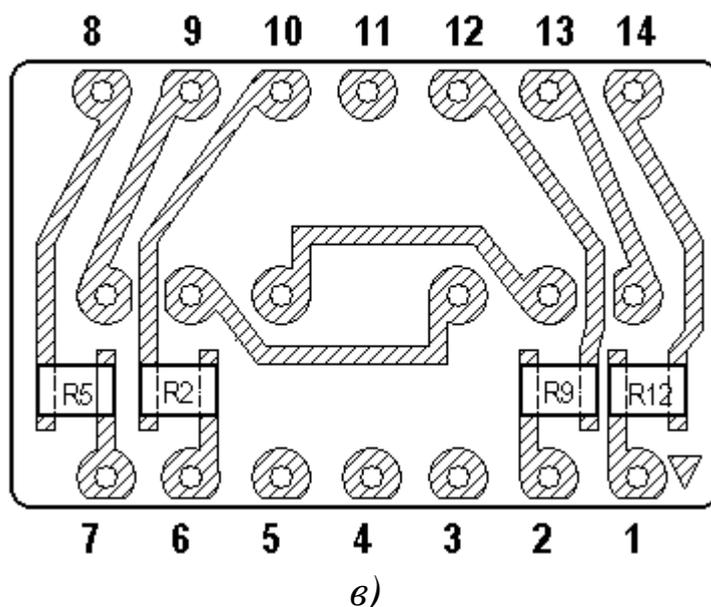


Рисунок 9 - Электрическая принципиальная схема логического элемента ИЛИ-НЕ (а) и эскиз его топологии при гибридной технологии изготовления с двусторонним расположением элементов на коммутационной плате (б – вид спереди, в – вид сзади)

### 5 Задание для самостоятельной работы

#### 5.1 Изучение конструкции корпусов микросхемы

1. Получить у преподавателя микросхемы.
2. Определить подтип каждого корпуса, используя таблицу 2.
3. Определить конструктивно-технологическое исполнение (конструкцию) корпуса для каждой микросхемы.
4. Определить способ заделки (герметизации) внешних выводов (запрессовка, спай стекла с металлом и т.д.).
5. Определить способ герметизации корпуса (способ соединения крышки с основанием корпуса).
6. Результаты выполнения задания занести в таблицу.

Условное обозначение ИМС	Функциональное назначение ИМС	Тип корпуса	Подтип корпуса	Условное обозначение корпуса	Конструктивно-технологическое исполнение корпуса	Герметизация выводов	Способ герметизации корпуса
К284УД 1А	Операционный усилитель	1	12	151.15-4	Металлостеклянный	Спай стекла с металлом	Сварка

7. В соответствии с системой условных обозначений ИМС дать расшифровку каждого элемента маркировки микросхем.

8. Выполнить чертеж конструкции корпуса для каждой микросхемы в соответствии с ЕСКД.

### *5.2 Изучение конструкции и топологии полупроводниковых и гибридных микросхем*

1. Получить у преподавателя гибридную и полупроводниковую микросхемы.
2. Определить функции, выполняемые микросхемами, используя таблицу 1.
3. Определить конструкцию и подтип корпуса в соответствии с ГОСТ Р 54844-2011.
4. Определить способ герметизации микросхем.
5. Определить способ соединения кристалла с корпусом микросхемы.
6. Определить плотность упаковки и степень интеграции микросхем.
7. В соответствии с системой условных обозначений ИМС дать расшифровку каждого элемента маркировки микросхем.
8. Начертить принципиальную электрическую схему заданных ИМС.
9. Выполнить эскиз топологии полупроводниковой и гибридной ИМС.

### ***6 Контрольные вопросы***

1. Дайте определение интегральной микросхемы, элемента и компонента ИМС.
2. По каким признакам классифицируют ИМС?
3. Какие ИМС называют пленочными, полупроводниковыми и гибридными?
4. Приведите систему условных обозначений ИМС.
5. Как определяют степень интеграции ИМС?
6. Какие ИМС называют цифровыми и аналоговыми?
7. Определите функциональное назначение корпуса ИМС.
8. Приведите условное обозначение корпуса ИМС.
9. Назовите конструктивно-технологические исполнения корпусов ИМС.
10. Перечислите способы герметизации корпуса и внешних выводов.
11. Дайте определение топологии ИМС.

### ***Библиографический список***

1. Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ: учеб. пособие / Т.А. Ширабакина, С.Н. Гвоздева, Д.В. Титов; Юго-Зап. гос. ун-т.- Курск, 2019.-200 с.
2. ГОСТ Р 54844-2011. Микросхемы интегральные. Основные размеры.- Стандартиформ, 2014.- 70 с.