

**УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ  
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

К защите допустить

Зав. кафедрой

доцент Губенко В.А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012\_ г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
на тему «ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИИ СТЕРЕО ТЕЛЕВИДЕНИЯ»**

Выпускник	_____	__Иванов И.И.____
	подпись	Ф.И.О.
Руководитель	_____	_Гаврилов И.А._
	подпись	Ф.И.О.
Рецензент	_____	_____
	подпись	Ф.И.О.
Консультант по БЖД	_____	__Борисова Е.А.____
	подпись	Ф.И.О.

Ташкент – 2011 г

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время телевидение является неотъемлемой частью нашей жизни. С развитием науки и техники появляется возможность делать более интересные передачи с более высоким качеством. Но на экранах своих приемников телезрители наблюдают только двумерные изображения объемных объектов. При этом невозможно полностью оценить относительное глубинное расположение отдельных объектов в трехмерном пространстве, воспринять все богатства рельефа. Все это снижает художественную выразительность телевизионного изображения, так как отсутствует восприятие привычной людям трехмерности (объемности) изображений.

Расширить возможности телевидения помогает объемное или стереоизображение. Стереотелевидением занимались ученые и инженеры разных стран еще в 30-е годы прошлого столетия.

Первая опытная стереотелевизионная передача для широкого круга зрителей была проведена в СССР 25 марта 1975 г. по второй программе Ленинградского телецентра. Несмотря на то что передача длилась всего полчаса, она экспериментально доказала возможность организации регулярного стереотелевизионного вещания. Для опытной стереотелевизионной передачи использовалась аппаратура цветного телевидения. В последние годы опытные стереоскопические телевизионные программы передаются в Японии.

В настоящее время усилия специалистов телевидения многих стран направлены на создание совместимой системы стереоцветного телевидения. В этом случае на экране стереоцветного телевизора можно будет наблюдать как стереоцветное, так и просто цветное изображения. В то же время на экранах обычных телевизоров стереоцветное изображение будет рассматриваться как двумерное цветное.

При этом специалисты предполагают, что в скором будущем кроме объемности и цвета в телевизионном вещании будет воспроизводиться так называемый эффект оглядывания. В настоящее время уже известно несколько проектов создания таких систем, которые получили название многокурсных. Будущие многокурсные телевизионные системы, конечно, будут одновременно и цветными. Восприятие у телезрителей при наблюдении многокурсных цветных телевизионных изображений практически не будет отличаться от естественного рассматривания самих объектов, окружающих нас.

Стереотелевидение уже сейчас используется в системах учебного телевидения, при проведении научных исследований, в промышленности и в рекламных целях. В будущем же роль прикладных стереотелевизионных систем возрастет. Трудно недооценить пользу, которую может принести стереотелевидение школьникам и студентам при изучении отдельных разделов физики, химии, геометрии, в том числе и начертательной геометрии. В промышленности с помощью стереотелевизионных установок можно автоматически измерять размеры различных деталей во всех трех измерениях, контролировать сборочные процессы крупногабаритных устройств, управлять станками при обработке деталей с большими габаритами, следить за положением деталей на транспортерах сборочных линий. Поэтому разработка эффективных систем стереотелевидения является актуальной научно-технической задачей.

# 1. ОБЗОР ПРИНЦИПОВ И СИСТЕМ СТЕРЕО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

## 1.1. Общие положения

Конечным звеном стереотелевизионной системы воспроизведения изображений являются глаза наблюдателя. Поэтому стереотелевизионные системы должны строиться таким образом, чтобы по возможности наиболее полно выполнялись привычные для глаз условия наблюдения, соответствующие непосредственному рассматриванию трёхмерных физических объектов.

Зрительное восприятие трехмерности физических объектов и их пространственного расположения осуществляется как при монокулярном зрении (одним глазом), так и при бинокулярном зрении (двумя глазами).

В первом случае главную роль играют такие факторы, как зрительная память, линейная перспектива предметов, ощущение различия в напряжении мышц глаза при изменении кривизны хрусталика для получения на сетчатке глаза резкого изображения предметов, находящихся на различных расстояниях от наблюдателя. Во втором случае основную роль играет глазной базис, т. е. расстояние между зрительными осями, которое у различных людей колеблется от 52 до 74 мм. Средним или нормальным стереоскопическим базисом считается межзрачковое расстояние, равное 65 мм. Глаза человека смотрят на объект с разных позиций, поэтому изображения одного и того же объемного объекта для каждого глаза человека будут несколько отличаться из-за пространственного сдвига глаз.

Величина порога глубинного зрения зависит от особенностей наблюдателя, длительности рассматривания объектов, яркости фона, контраста объектов. Среднее значение этого порога, оцениваемое в угловой мере, составляет 10—20 градусов. При яркости объектов от 0,4 до 38 кд/м<sup>2</sup> порог глубинного зрения человека практически постоянный и соответствует

среднему значению. За пределами указанной зоны оптимальных для рассматривания значений яркостей величина порога глубинного зрения будет резко возрастать. Его величина также резко растёт от средних значений, если длительность рассматривания реального объекта или стереоизображения составляет менее 0,5 см. В то же время у специально тренированных людей среднее значение порога глубинного зрения может находиться в пределах 2—4 градуса.

Важнейшей характеристикой бинокулярного зрения человека является радиус стереоскопического видения, который определяется как предельное расстояние, начиная с которого предметы, расположенные по глубине, уже не различаются по удаленности друг от друга при их рассматривании двумя глазами. Радиус стереоскопического видения прямо пропорционален базису наблюдения и обратно пропорционален порогу глубинного зрения.

Для примера радиус стереоскопического видения в случае нормального базиса 65 мм и порога глубинного зрения 20 градусов (в радианном исчислении данный порог глубинного зрения соответствует 0,000058 рад).

Следовательно, все предметы, удаленные от наблюдателя на расстояние более 700 м, при бинокулярном рассматривании будут казаться расположенными на одном расстоянии с бесконечно удаленными предметами. Для расширения стереоскопической дальности наблюдения в первую очередь требуется увеличение базиса стереоскопического рассматривания. На практике очень часто для этой цели используют бинокли и стереотрубы.

Бинокулярное зрение человека создает особые возможности для получения как черно-белых, так и цветных объемных изображений за счет эффекта бинокулярного смешения цветов. Эффект бинокулярного смешения цветов заключается в следующем. Если на правый глаз человека воздействует излучение одного цвета, а на левый попадает излучение

другого цвета, то в сознании наблюдателя возникает ощущение нового цвета, промежуточного между воздействующими. Бинокулярное смещение подчиняется общим законам оптического смещения цветов[1].

## **1.2. Физические основы стереоскопического восприятия**

Получить представление об объемности окружающего мира человеку позволяет ряд явлений: геометрическая и воздушная перспектива, тени и блики на поверхностях объектов, относительные размеры объектов. Изобразительные приемы, моделирующие эти явления, используются художниками с давних пор для передачи объемности трехмерных предметов, нарисованных на плоскости.

Природа наделила человека бинокулярным зрением - парой глаз, расположенных на расстоянии 60-70 мм. За счет этого человек видит мир одновременно с двух точек наблюдения. В результате изображения, получаемые левым и правым глазом, слегка отличаются. Эти два изображения принято называть стереопарой. Анализируя различия между изображениями стереопары, мозг человека получает информацию об объеме и удаленности наблюдаемых объектов (рис.1.1).

Кажущееся смещение рассматриваемого объекта, вызванное изменением точки наблюдения, называется параллаксом и является главным фактором в восприятии трехмерности мира.

Все способы, которые широко используются для создания стереоэффекта в видео, используют принцип отдельного просмотра -- левому глазу человека демонстрируется левое изображение стереопары, правому -- правое. Различия заключаются в том, каким образом достигается сепарация (разделение) изображений стереопары. Большинство современных устройств стереовизуализации и в кино, и в телевидении основаны на методах, известных более 100 лет. [2,3]

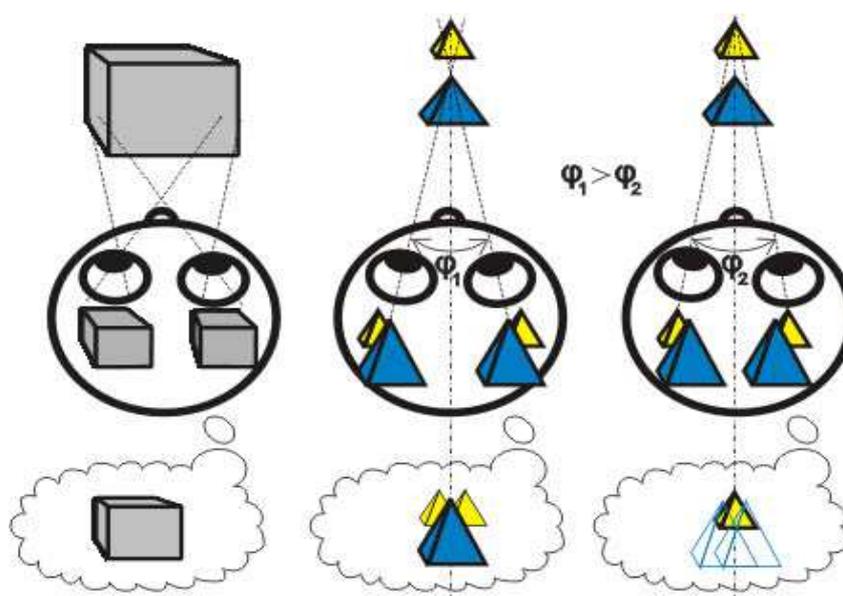


Рис.1.1. Параллак: каждый глаз видит предмет по-своему; мозг оценивает разницу и формирует объемный образ

### 1.3. Методы передачи и показа стереоизображений.

**Анаглифному методу** показа 150 лет. Метод предложен Д. Альмейда и Дюко дю Ороном в 1858 году. Реализован в кино Луи Люмьером в 1935-м. Анаглифный метод (от греч. *anaglyphos* -- рельефный) состоит в окрашивании изображений стереопары в дополнительные цвета. Оба кадра стереопары формируют одно изображение. Разделение левого и правого кадра происходит с помощью цветных очков, окрашенных в соответствующие цвета. Анаглифный метод используется и в кинопоказе, и в телевизионных трансляциях. Этот метод работает практически на любых цветных телевизорах и мониторах. Достоинство метода -- простота и дешевизна реализации, недостаток -- потеря части цветов и необходимость использования очков.[4]

**Поляризационному методу** стереопроекции около 120 лет. Предложен Ж. Андертоном в 1891 году. Получил широкое распространение после

изобретения в 1935-м году Е.Лэндом поляроидной пленки. Левый и правый кадр проецируются одновременно, но свет поляризуется (линейно или циркулярно) в разных направлениях. Просмотр осуществляется с помощью очков, имеющих соответствующие светофильтры. Поляризационный метод получил широкое распространение в кинопрокате благодаря четкому разделению стереопары, сохранению цветности; недостатки -- необходимость использования дорогостоящего оборудования, специальных устройств визуализации и очки, которые зритель должен надевать. Используется в кинотеатрах IMAX и др. [4]

**Растровому стерео** более 110 лет. Впервые метод безочкового стерео с применением параллельного светопоглощающего растра предложен одновременно Бертъе и Лизегангом в 1896 году. Впервые в мире для демонстрации стереокино этот метод был предложен в СССР С. Ивановым и А. Андриевским и реализован под руководством Б. Иванова в 1942-м. Первый в мире кинотеатр с растрово-линзовым экраном "Стереокино" был открыт в Москве в 1947-м. Растр выглядел в виде ряда непрозрачных вертикальных полос. Свет проходил в прозрачные участки между полосами, каждому глазу зрителя показывался необходимый фрагмент изображения. Размеры экрана составляли 3x3 м. [4]

Подобные устройства "безочковой" объемной визуализации называются **автостереоскопическими**. Этот метод имеет различные конструктивные реализации: барьерный, линзовый вариант. В настоящее время в основном используется линзово-растровый (lenticular) вариант конструкции экранов. Для показа через растр исходная стереопара кадров "нарезается" на вертикальные полоски, которые затем чередуются так, чтобы под каждой линзой оказалась пара полос: одна от левого кадра, другая -- от правого. Такое "полосатое" изображение называют кодированным. Принцип действия линзово-растрового экрана показан на рис.1.2. Поток света, исходящий от кодированного изображения, проходя через линзы,

разделяется таким образом, что левый глаз наблюдателя видит левое изображение стереопары, правый глаз -- правое.

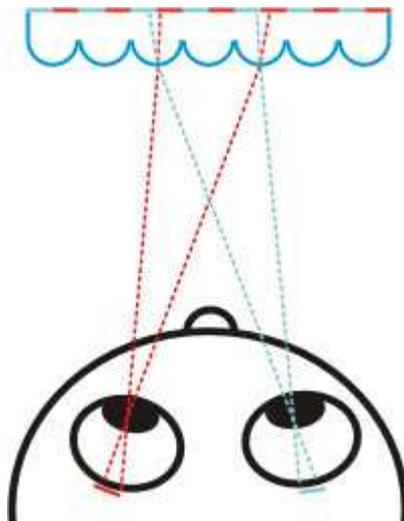


Рис.1.2. Схема разделения кодированного изображения стереопары с помощью линзового растра. Левое изображение условно обозначено красным цветом, правое – голубым

Наибольший эффект от линзово-растрового способа показа достигается, когда показываются не два кадра стереопары, а ряд кадров, сделанных с небольшим смещением по горизонтали (многокурсовая съемка). В этом случае при просмотре образуется широкая зона стереовидения, в которой наблюдатель может перемещаться, поочередно наблюдая сцену с разных ракурсов. Появляется возможность как бы заглянуть за объекты переднего плана. Это придает натуральность наблюдаемому стереоизображению. В фотографии для съемки серии кадров используют специальные стереофотокамеры с рядом объективов (рис.1.3), или специальные штативы, позволяющие при съемке перемещать камеру в горизонтальном направлении (рис.1.4).

Достоинство растрового метода заключается в том, что устройство сепарации объединено с самим изображением и зрителю нет необходимости надевать какие-либо очки для просмотра. Кроме того, формирование объемного изображения из серии кадров, снятых с различных точек зрения, позволяет придать большую реалистичность сцене.

Недостаток в том, что для качественного воспроизведения объемного изображения требуется гораздо больше данных. Если для анаглифного и поляризационного методов достаточно двух кадров стереопары, то для растрового желательно иметь одновременно 9-12 кадров.



Рис.1.3. Многообъективный стереофотоаппарат



Рис.1.4. Штатив Triaxes StereoRail для стереопарной и многоракурсной фото-видеосъемки

#### **1.4. Основные особенности голографического телевидения**

Голография - одно из замечательных достижений современной науки и техники. Голограммы обладают уникальным свойством - восстанавливать полноценное объемное изображение реальных предметов.

Голография — это метод записи волнового фронта, рассеянного объектом на некотором регистраторе (например, на плоской фотопластинке), и последующего восстановления записанного волнового фронта. Она позволяет получать с помощью одного измерительного прибора, одновременно очень

большую и, как правило, непрерывную информацию об объекте измерения. В отличие от обычной фотографии на фотопластинке (голограмме) записывается не изображение объекта, а волновая картина рассеянного объектом света. Голограмма получается в результате интерференции разделенного на две части монохроматического потока электромагнитного (или акустического) излучения: рассеянного телеграфируемым объектом и прямого (опорного) пучка, падающего на голограмму, минуя объект. Интерференционная картина, зарегистрированная на проявленной фотопластинке в результате сложения волновых фронтов, отображается на ней в виде совокупности интерференционных полос с различной плотностью почернения. Наибольшая плотность почернения соответствует волновым фронтам, пришедшим в фазе (где поля складываются), а наименьшая — волновым фронтам, пришедшим в противофазе. Таким образом, отображаемая на голограмме картина волновых фронтов в общем случае не имеет сходства с реальным объектом и тем не менее содержит информацию об объекте.

При восстановлении записанного на фотопластинке волнового поля голограмма просвечивается только опорным лучом. В результате возникают два видимых объемных изображения голографируемого объекта — мнимое и действительное. При фотографировании мнимого изображения фотоаппарат можно фокусировать на отдельные детали объекта, расположенные на различных расстояниях от плоскости голограммы. Действительное изображение в различных его сечениях может регистрироваться непосредственно на фотопластинку без применения фотоаппарата.

Голограммы обладают рядом интересных свойств. Так, например, волна от каждой точки диффузно отражающего объекта (либо прозрачного объекта, освещенного через диффузный “рассеиватель”) распределяется по всей голограмме. Если такую голограмму разбить на куски, то по любому из них можно восстановить изображение всего объекта. Интересным свойством восстановленных голографических изображений является возможность их взаимодействия с реальными объектами, освещенными тем же источником, что и

голограмма, либо с другими голографическими изображениями. На этом свойстве основаны голографическая интерферометрия, пространственная фильтрация и распознавание образов. Не менее интересной является возможность регистрации ряда голограмм на одну фотопластинку при помощи нескольких опорных пучков, падающих на нее под различными углами. Вращая такую фотопластинку при восстановлении, можно наблюдать десятки кадров быстро протекающих процессов.

Благодаря возможностям, свойственным голографии, голографический метод находит многочисленные практические применения. Большинство этих применений относится к технике измерений различных стационарных и динамических объектов. Из практических применений голографии в оптическом диапазоне частот в первую очередь следует отметить объёмные измерения при помощи стереоскопических и интерферометрических методов.

Стереоскопические методы позволяют определять, так же как это делается в фотограмметрии, форму объекта по его объёмному голографическому изображению и координаты характерных точек объекта. Такие измерения можно производить методом «реальной марки», то есть с помощью фотодатчика, автоматически перемещающегося в области действительного изображения объекта. Для увеличения точности и удобства измерения на поверхности объёмного изображения создают систему линий путем последовательной записи на одной и той же пластинке двух голограмм с незначительным различием в длине волны источника излучения либо с двумя близкими по углу с сигнальными лучами.[6]

В настоящее время различными компаниями начаты активные разработки голографических установок. Уже существует немалое количество таковых, но полностью действующей и готовых выйти на рынок не так уж и много. Японские фирмы гиганты вкладывают огромные деньги в разработку голографических систем и предсказывают что к 2020 году голографические телевизоры и мониторы начнут вытеснять “обычные телевизоры”.

Но и в наши дни есть установки достойные внимания, так например компания Hologube уже представляла действующую голографическую установку (рис.1.5.), размер проецируемого изображения составлял 20

дюймов. Инженеры довели установку до совершенства — размер изображения подрост на 50 дюймов.

Каждая установка оснащается 40 Гб твердотельным накопителем, который способен обработать 18 часов несжатого видео, а вся операторская работа с ним сводится к одному-единственному выключателю. Контент можно подгружать с USB- флеш накопителя или внешнего винчестера.

Проектор, создающий голограммы имеет яркость 600 кд/м<sup>2</sup> и разрешающую способность 1080 x 1920 пикселей. «Мозг» машины состоит из двухъядерного процессора Intel с частотой 2,8 ГГц. В качестве операционной системы выступает Windows 7.



Рис.1.5. Голографическая установка от Hologube

Также недавно на выставке CES-2011 (Consumer Electronics Show) в Лас-Вегасе показано устройство, способное конвертировать обычные двумерные изображения и видео в голограммы. Прототип носит название HoloAd Diamond и представлен компанией InnoVision Labs. Устройство ранее уже презентовалось на выставке Computex, однако разработчики

продолжают совершенствовать технологию и как свидетельствуют посетители выставки: "Голограммы в рабочем пространстве HoloAd выглядят лучше, чем большинство объемных изображений, на 3D-устройствах, которые им доводилось видеть до этого".

Конструктивно HoloAd представляет собой призму, преломляющую световой поток от нескольких проекторов, что позволяет зрителю рассматривать голограмму с любой точки. В отличие от абсолютного большинства действующих 3D-устройств HoloAd не требует от пользователя надевать трехмерные очки.

На CES-2011 InnoVision привезла две модели HoloAD Diamond (Рис.1.6.): DS3\_King имеет разрешение 1280x1024 пикселей, потребляет мощность 450 Вт младшая модель голопроектора носит имя DS3\_Queen и при разрешении 640x480 потребляет 200 Вт.



Рис.1.6. Голографические проекторы HoloAD Diamond: DS3 King (справа) и DS3 Queen (слева).

### **1.5. Основные требования предъявляемые к стереотелевидению**

При построении систем стереотелевидения, нужно учитывать ряд требований, которые можно разделить на следующие группы:

#### **С точки зрения пользователя (зрителя):**

1. Устройство воспроизведения должно создавать реалистичное ощущение объемности изображения.
2. Просмотр должен осуществляться естественно, без напряжения, для просмотра не должны требоваться дополнительные устройства (например, шлем или специальные очки). Он должен быть доступен как для одного наблюдателя, так и для нескольких зрителей одновременно.
3. Устройство визуализации должно «уметь» показывать как стереоскопические, так и обычные изображения.
4. Устройство визуализации должно быть достаточно компактным и удобным для размещения в жилых помещениях.

#### **С точки зрения разработчиков системы:**

1. Объем данных, необходимых для показа стереоскопического изображения, не должен существенно превосходить объем данных, передаваемых для обычного изображения.
2. Способ передачи данных должен быть совместим с существующими стандартами и технологиями.

Для выполнения выше указанных требований, разработчики стереотелевизионных систем телевидения пошли по пути моделирования аппарата глубинного зрения человека. Детальное исследование различных принципов построения таких систем показало, что в телевизионной системе, в которой эквивалентом глаз наблюдателя являются оптические устройства (объективы), практически единственным возможным с точки зрения реа-

лизации является использование свойств бинокулярного зрения. Поэтому для получения трехмерных изображений в стереотелевизионной системе требуется решить следующие задачи:

1. Осуществить передачу по каналу связи видеосигналов, соответствующих двум изображениям (стереопаре) одного и того же объекта, полученным с двух позиций или ракурсов, аналогичных позициям наблюдения левого и правого глаз зрителя.

2. Обеспечить зрителю раздельное рассматривание левым и правым глазом соответствующих изображений воспроизводимой стереопары на приемном конце стереотелевизионной системы.

### **1.6. Анализ методов построения стереоскопических телевизоров и мониторов телевизоры**

В настоящее время существует большое количество реализаций стереоскопических мониторов. Практически у всех известных марок (LG, Philips, Sharp и др.) есть модели стерео мониторов и телевизоров, основанные на принципе линзового растра. Это можно объяснить тем, что данные устройства достаточно хорошо отвечают всем требованиям из обозначенных выше. Разработка линзово-растровых стерео мониторов началась еще в прошлом веке, однако действительно хорошего эффекта и определенного коммерческого успеха удалось добиться лишь сравнительно недавно, с распространением стандарта высокого разрешения (HD). Это связано с тем, что для формирования кодированного многоракурсного изображения требуется разрешение более высокое, чем для каждого из исходных кадров по отдельности: под каждую линзу должны войти элементы всех исходных кадров. Только с появлением возможности передавать и декодировать видео высокого разрешения количества пикселей стало достаточно, чтобы увеличить качество воспроизводимого стерео (3D) эффекта.

Одним из ярких примеров стерео мониторов являются жидкокристаллические мониторы фирмы Zalman (рис. 1.7), в которых для формирования стереоскопического изображения применяется технология с чересстрочной круговой поляризацией. Суть этой технологии заключается в следующем: кадр для одного глаза выводится только на четные строчки, кадр для другого — только на нечетные, свет от четных и нечетных строк имеет разнонаправленную круговую поляризацию, соответственно для просмотра используются пассивные очки, пропускающие свет от четных строк в один глаз и не пропускающие свет от этих строк в другой глаз, и наоборот. В результате глаза видят разные ракурсы, и картинка получается стереоскопической.

Рассмотрим основные технические характеристики монитора Zalman ZM-M215W:

- тип матрицы TN;
- диагональ 55 см (21,5 дюйма);
- отношение сторон 16:9;
- разрешение 1920×1080 пикселей;
- яркость 300 кд/м<sup>2</sup>;
- контрастность - динамическая 10 000:1;
- Углы обзора 170° (гор.) и 160° (верт.), в стереоскопическом режиме: 90° (гор.) и 10—12° (верт.).
- видеовходы - DVI (с HDCP) и VGA, аудиовход - гнездо 3,5 мм миниджек, совместимые видеосигналы, до 1920×1080 пикселей при 60 Гц,
- акустическая система, встроенные стереофонические громкоговорители,
- размеры монитора 531×382×200 мм,
- масса монитора 4 кг,
- потребляемая мощность не более 40 Вт и не более 1 Вт в режиме ожидания,

- напряжение питания 100-240 В, 50/60 Гц.

К недостатку данного метода получения стереопары можно отнести то, что требуются специальные поляризационные очки, что не совсем удобно для зрителя.



Рис.1.7. Стереоскопический ЖК- монитор Zalman ZM-M215W с чересстрочной круговой поляризацией.

Среди выпускающих стереотелевизоры компаний можно выделить телевизоры японской фирмы Toshiba которые занимают немалую часть мирового рынка. Особо можно выделить телевизоры серии VL863 (рис.1.8.), выполненные с использованием LED подсветки и 200 Гц технологии Active Vision M400 для компенсации динамических искажений. Active Vision M400

работает на внутренней частоте 400 Гц, а частота обновления экранного изображения составляет 200 Гц.

Рассмотрим основные технические характеристики монитора Toshiba VL863:

- Боковая LED подсветка, 1080p, 200 Гц
- Поляризационная 3D технология
- Технология Active Vision M400
- Видеообработка + Resolution (более точная передача мелких деталей в 3D и 2D (HD и SD))
- DLNA 1.5: видеосервисы в интернет, домашняя медиасеть
- Воспроизведение медиафайлов через порт USB
- Трех стандартный тюнер: DVB-T, DVB-C и DVB-S.



Рис.1.8. Телевизор фирмы Toshiba серии VL863

Одно из основных достоинств телевизоров Toshiba из серии VL863 – поляризационная 3D технология, за счет поляризационных очков, в которых глаза гораздо меньше устают, а на экранном изображении отсутствуют мерцания и ореолы. С этих телевизоров из серии VL863 доступен ряд новых

музыкальных и видеосервисов в интернете, а также портал новостей, игровая площадка и некоторые другие сервисы Toshiba.

Недостатками телевизоров этой серии является: они в два раза снижают экранное разрешение, использование стерео-очков.

Самым главным недостатком всех существующих на данный момент стереомониторов и стереотелевизоров является использование так называемых стерео-очков. Наибольшее распространение в массовом телевидении на сегодняшний день получили очки с активным жидкокристаллическим затвором (Рис.1.9.).



Рис. 1.9. Очки с активным ЖК – затвором

Работают они до смешного просто: телевизор попеременно показывает кадры для правого и левого глаза, одновременно посылая по инфракрасному каналу импульсы синхронизации. Очки с инфракрасным приемником оснащены ЖК - транспарантами в стеклах, которые поочередно открываются и закрываются. Так что когда на экране «левый кадр», открыта шторка для левого глаза и закрыта для правого и наоборот. То есть в данном случае мы имеем дело с временным разделением стереопар. Очевидный недостаток данного метода: для того чтобы передать один полный стерео-кадр, приходится посылать два полукадра. Это приводит либо к тому, что частота полных кадров снижается вдвое, либо для поддержания частоты кадров

приходится вдвое увеличивать видеопоток. И, за счет того, что в очках одновременно открыт только один затвор, эффективная яркость потока сквозь них снижается вдвое, а это, естественно, сказывается на восприятии телевизионной картинки.

### 1.7. Формат 2D+Z для передачи стереопар по каналам связи

Как было описано выше, при формировании стереоизображений необходима многокурсовая видеосъемка, для которой требуется либо специальная камера с большим количеством объективов, либо ряд камер и устройство, обеспечивающее их синхронную работу. Надо учесть также, что возникает задача хранения большого количества данных -- видеопотоков с каждой камеры. Даже с учетом того, что современные методы цифрового видеосжатия позволяют эффективно учитывать временную и пространственную избыточность, объем данных при многокурсовой видеосъемке возрастет многократно.

Один из эффективных способов решения проблемы большого объема данных состоит в использовании так называемого формата 2D+Z [12]. Любому обычному плоскому (двухмерному -2D) изображению можно сопоставить информацию об удаленности каждого пикселя от наблюдателя (Z-координату). Такое представление изображения называют "формат 2D+Z", а плоскость координат Z -- "картой глубины".



Рис.1.10. Оригинальное изображение и карта глубины

Ее можно представить в виде монохромного изображения. В карте глубины градациями серого обозначается удалённость точек изображения от наблюдателя. На рис.1.10. показан пример оригинального изображения и карты глубины.

Формат 2D+Z является продолжением концепции представления информации об изображении по компонентам, поскольку и в аналоговом, и в цифровом телевидении изображение формируется из сигнала яркости и двух цветоразностных составляющих. Добавление еще одного компонента, характеризующего "объемность" изображения, является вполне логичным развитием и хорошо согласуется с принципами совместимости. Действительно, в настоящее время черно-белые телевизоры успешно работают, воспринимая только яркостной компонент телевизионного изображения, в то время как цветные телевизоры используют все данные. При трансляции видео, содержащего информацию об объеме изображения, дополнительные данные могут быть использованы теми устройствами визуализации, которые умеют их правильно интерпретировать и игнорированы остальными. Использование формата 2D+Z позволяет осуществить передачу стереоскопического видео с увеличением потока данных всего на 25-30%. Таким образом, удовлетворяется требование приемлемого объема данных.

Однако 2D+Z -- это не моногракурсная серия и даже не стереопара. Чтобы показать объемное изображение, необходимо выполнить расчет серии кадров. Восстановление стереоскопического изображения происходит путем интерполяции исходного изображения с учетом карты глубины. Полученная серия кадров затем демонстрируется с использованием растрового дисплея (рис.1.11.) [13].

Для обеспечения передачи сигналов стереотелевидения в формате 2D+Z используется стандарт вещательного телевидения MPEG-2, дополненный многоракурсным профилем (multiview), принятый в 1996 году и позволяющий кодировать и передавать изображения с двух и более камер.



Рис.1.11. Трансформация 2D+Z изображения в серию кадров и показ на устройстве объемной визуализации

Также спецификация формата MPEG-4, части 2, определяющая способ кодирования видеообъектов, позволяет стандартным способом передавать и обычное 2D изображение, и соответствующую ему карту глубины (Z) [12]. Аналогичные возможности есть и в MPEG-4, части 10 (AVC). Причем стандарты определяют возможность кодировать плоскость Z как дополнительные данные, которые могут быть проигнорированы устройствами, не ожидающими их появления. При этом наличие Z никак не повлияет на декодирование основного изображения. Форматы MPEG-2 и MPEG-4 (AVC) являются основными в цифровом телевидении, поэтому уже есть достаточная база для стандартной трансляции 3D видеоданных. Надо отметить, что работа над стандартизацией продолжается, и принятие очередных добавлений ожидается в ближайшем будущем [13].

### **1.8. Анализ существующих приемных устройств стереотелевидения**

Уже имеющиеся в настоящее время наработки позволяют приступить к непосредственной реализации систем стереоскопического вещания в интернет сетях (IPTV). В таких сетях есть возможность предоставлять услугу 3D индивидуально, а не транслировать поток на тысячи абонентов, из которых только несколько процентов пока имеют 3D-мониторы. Рядом мировых производителей мониторов выпускаются модели, позволяющие

показывать объемные изображения. В частности, Philips промышленно выпускает 3D мониторы, основанные на растровом принципе. Входными данными таких мониторов является обычное изображение и карта глубины (формат 2D+Z). Данные мониторы получили распространение и успешно используются для демонстрации рекламы в крупных торгово-выставочных помещениях[12,13]. Есть информация об их применении в тестовых системах 3D IPTV. Недостатком является необходимость специальной обработки изображения перед передачей на монитор. В настоящее время обработка выполняется с помощью компьютера и специального программного обеспечения. Использование компьютера не всегда удобно и ограничивает сферу применения мониторов такого типа.

Как было отмечено выше, 2D+Z видеоданные могут быть переданы в виде, сжатом в соответствии с общепринятым стандартом MPEG-2 или AVC. Декодирование стандартных потоков может быть выполнено и с помощью компактных устройств декодирования цифрового видео (set top box -- STB). Однако выпускаемые многими мировыми производителями STB не генерируют необходимую управляющую информацию для правильной интерпретации данных о глубине[13]. Российской компанией "Элекард" (Elecard) выпускается серия STB на базе DSP-процессоров Philips Nexperia и TI DaVinci. Особенность этих устройств в том, что они сочетают в себе свойства аппаратного декодера (малый размер, низкое потребление мощности в пределах 6-8 Ватт, надежность), а также гибкость программного обеспечения (легкость наращивания функционала). Архитектура этих устройств позволяет менять встроенное в них программное обеспечение. Это дает возможность легко наращивать функциональность устройств, не меняя при этом аппаратную часть и, например, предусмотреть в партии устройств возможность работы с объемным изображением.

Разработана специальная версия программного обеспечения для STB, которая выполняет формирование служебной информации, необходимой для показа видео в формате 2D+Z на 3D мониторе. Рабочий прототип устройства

показан на рис.1.8. Рисунок иллюстрирует декодирование потока MPEG-2 1920x1080 (HD) формата 2D+Z в реальном времени. Все изображение составляет ширину 1920, но на 3D мониторе отображается только его левая часть, а правая часть несет информацию о глубине[13].

При переключении STB в режим объемной визуализации в изображение добавляется управляющая информация, которая обеспечивает объемную визуализацию на автостереоскопических дисплеях. Такой 3DSTB позволяет расширить сферу применения устройств стереоскопической визуализации. Ecard 3DSTB имеют аналоговые выходы для подключения к бытовым телевизорам и DVI/HDMI интерфейсы для подключения к цифровым устройствам. По сути, это реальная возможность создать доступные для большого числа абонентов услуги стереоскопического телевидения по IP-сетям (IPTV) и в перспективе обеспечить реализацию стереоскопического телевизионного вещания. Кроме того, компактность устройства 3DSTB облегчает использование стереоскопических мониторов для оформления и демонстрации рекламной информации в магазинах и других общественных местах.



Рис.1.12. Прототип Ecard 3DSTB. Декодирование MPEG-2 1080 HD видеопотока в формате 2D+Z.

IPTV-сети с использованием Ecard STB SD разрешения развертываются в городах Екатеринбург, Челябинск, Красноярск, Уфа,

Москва и др. Прототип Elecard 3DSTB изготовлен на основе разработки для серийного производства HD версии Elecard STB. Тестирование ведется с использованием мониторов Philips 3D Wow display.

### 1.9. Особенности подготовки стерео видеоматериалов

Построение системы объемного телевидения невозможно без достаточного количества 3D видеоматериалов, средств конвертации в различные форматы и соответствующих кодеков. Многие мировые киностудии уже стали снимать новые фильмы в формате стереопары, то есть сразу двумя камерами (рис.1.13.).



Рис.1.13. Камера для 3D видеосъемки

Такая съемка позволяет демонстрировать стереоскопические фильмы в кинотеатрах и на мониторах, работающих с использованием поляризационной технологии. Однако двух кадров недостаточно для демонстрации объемного видео на автостереоскопических устройствах. Как было отмечено выше, формат 2D+Z представляется наиболее приемлемым вариантом с точки зрения применимости для реконструкции стереоизображения и размера передаваемых данных. Поэтому актуально решение задачи преобразования стереопары в формат 2D+Z. Математически это задача нахождения относительного расстояния до объектов по двум изображениям. Уже существуют программные продукты, позволяющие

выполнить расчет  $Z$  (карты глубины), например, для стереопары фотографий карту глубины позволяет автоматически найти программа **Triaxes StereoTracer**[13], для видео -- **BlueBox** от фирмы **Philips 3D Solutions**[13]. Несмотря на наличие уже существующих средств расчета  $2D+Z$ , эта область предоставляет широкие возможности для исследований и разработки новых продуктов.

Еще более сложной задачей является преобразование большого количества  $2D$  материалов в формат объемной визуализации. Разработки в этой области ведут многие компании мира, в том числе российская компания "**Триаксес Вижн**" (*Triaxes Vision*), основанная на базе компаний "Триаксес" и "Элекард" для разработки системы цифрового объемного телевидения  $3DTV$ .

Проект, представленный "Триаксес Вижн" на конкурс Фонда содействия развитию предприятий в научно-технической сфере, по оценкам экспертов, занял первое место в Сибирском Федеральном округе[13]. Проект включает решение следующих задач:

- разработка математических алгоритмов и программ преобразования  $2D$  видео в  $3D$  ( $2D+Z$ );
- реализация кодирования  $3D$  информации в требуемый формат;
- обеспечение совместимости форматов  $3D$  видеокодирования с используемым в настоящее время и планируемым к запуску в 2015 году оборудованием цифрового телевизионного вещания;
- проектирование схемы передачи и декодирования на приемном конце;
- вывод  $3D$  видео на монитор (телевизор).

В настоящее время в рамках проекта уже разработаны модификации стандартных MPEG-2 и MPEG-4 (AVC) видеокодеков, предназначенные для компрессии  $3D$  видеоданных[13].

## Выводы

В результате изучения существующих методов и средств построения стереотелевизионных систем, и способов воспроизведения видео формата 3D, было установлено следующее:

- Все существующие технологии воспроизведения стереоскопического изображения применяют технологию показа с чересстрочной круговой поляризацией. Суть этой технологии заключается в следующем: кадр для одного глаза выводится только на четные строчки, кадр для другого — только на нечетные, свет от четных и нечетных строк имеет разнонаправленную круговую поляризацию, соответственно для просмотра используются пассивные очки, пропускающие свет от четных строк в один глаз и не пропускающие свет от этих строк в другой глаз, и наоборот. В результате глаза видят разные ракурсы, и картинка получается стереоскопической.
- Для создания 3D видео необходимо специальное оборудование, то есть специальная видеокамера с двумя и более объективами.
- Создание полноценной голографической установки возможно, но из-за сложности технологии, голографические “телевизоры” появятся не раньше 2020 года.
- В настоящее время существует большое количество моделей стереотелевизионных систем разработанных зарубежными компаниями. Сейчас разработчики стереотелевизоров трудятся над тем, чтобы 3D телевидение стало ещё лучше и доступнее для пользователей.
- Для передачи данных подходящих как для стереотелевизоров так и для обычных ТВ приемников отлично подходит формат 2D+Z. В этом формате любому обычному плоскому (двухмерному -2D) изображению сопоставляется информация об удаленности каждого пикселя от наблюдателя (Z-координату). Такое представление изображения называют "формат 2D+Z", а плоскость координат Z – "картой глубины". Все

видеоданные этого формата могут быть переданы в виде, сжатом в соответствии с общепринятым стандартом MPEG-2 или AVC. Декодирование стандартных потоков может быть выполнено и с помощью компактных устройств декодирования цифрового видео (set top box -- STB).

- В настоящее время не все STB приставки могут декодировать и обрабатывать данные формата 2D+Z, следовательно создание такой приставки это немаловажный этап в развитии стереотелевидения.
- Основные требования предъявляемые для улучшения существующих стереотелевизионных систем почти не изменились с начала появления первых из них:
  1. Создание “без очковой” системы без искажения изображения под различными углами просмотра.
  2. Устройство визуализации должно «уметь» показывать как стереоскопические, так и обычные изображения.
  3. Устройство визуализации должно быть достаточно компактным и удобным для размещения в жилых помещениях.
  4. Устройство воспроизведения должно создавать реалистичное ощущение объемности изображения.
  5. Уменьшение себестоимости 3D телевизоров.

Исходя из собранной информации разработка стереотелевизионной системы это наиболее перспективное направление в телевизионной промышленности. Но для Республики Узбекистан существующие стереотелевизоры и приставки для просмотра 3D видео, производимые зарубежными фирмами, из-за большой стоимости, безусловно являются дорогим удовольствием (минимальная стоимость таких телевизоров составляет около 1400 \$, а приставок около 400 \$). Это означает что разработка стереотелевизионной системы для узбекского покупателя это немаловажный шаг для дальнейшего развития технологий в этой сфере, и возможный выход на международный рынок современных ТВ систем.

## **2. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ПРИСТАВКИ СТЕРЕОТЕЛЕВИЗИОННОЙ СИСТЕМЫ.**

### **2.1.ОБЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ.**

Как уже говорилось выше для создания и существования полноценной стереотелевизионной системы необходимы следующие технологии:

1. Технология для создания качественного 3D видео. Так как в настоящее время при создании таких материалов большая часть выполняется за счёт компьютерных технологий, то качество изображения должно быть высоким.

2. Для передачи сигналов стерео ТВ требуются каналы связи с низким уровнем помех и ошибок. Для этого лучше всего подходят сеть Ethernet, технология IPTV с поддержкой технология HDMI 1.4. Но для использования формата 2D+Z подходит и обычная телевизионная сеть, так как 2D+Z видеоданные могут быть переданы в виде, сжатом в соответствии с общепринятым стандартом MPEG-2 или AVC.

3. Необходимо устройство способное не только принимать сигнал из любой среды передачи и декодировать его, но и успешно конвертировать его(т.к. для конвертации формата 2D+Z нужны специальные и программные ресурсы).

4. Нужен телевизионный (STB) приемник способный показывать не только 2D видео, но и 3D виде высокого качества.

Исходя из выше описанных особенностей объемного ТВ можно привести его структурную схему, представленную на рис.2.1, которая включает в себя следующие функциональные блоки:

- 1.Создание 3D видео материалов
- 2.Подготовка 3D видео к передаче (кодирование)
- 3.Среда для передачи кодированного сигнала (большим плюсом этой среды будет поддержка интерфейса HDMI 1.4).
- 4.Приём передаваемого сигнала.

5. Декодирование полученного сигнала в 2D или 3D видео.

6. Отображение синтезированного изображения на экране телевизора.

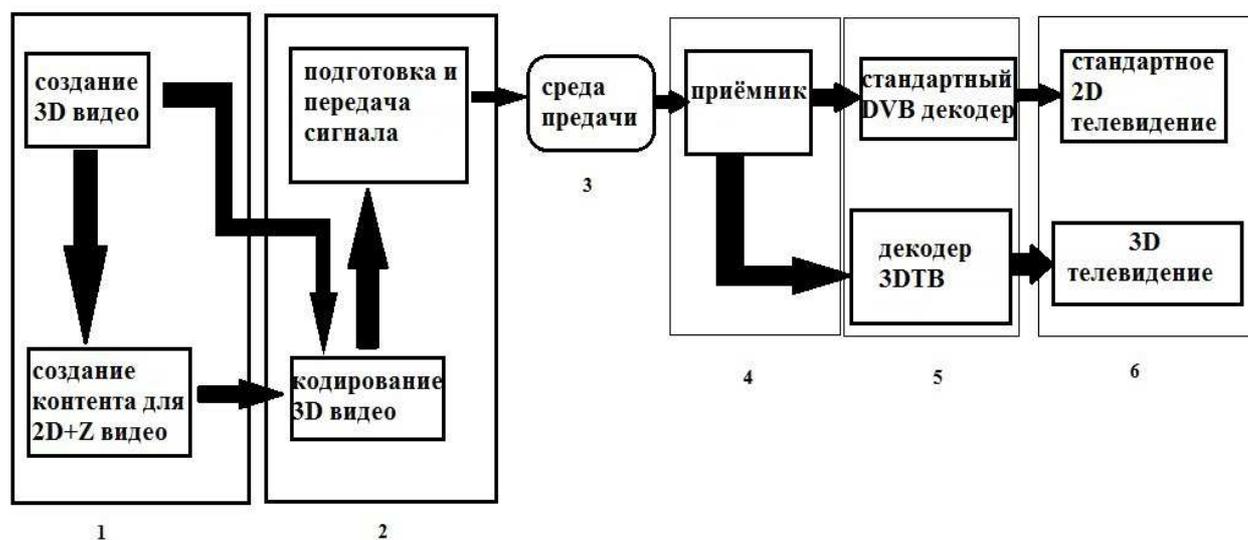


Рис.2.1.Обобщенная структурная схема стереотелевидения.

В Европе и Америке массовое распространение получили приставки, поддерживающие транспортный поток закодированный в MPEG-2 стандарте. В России планируется вещание в более перспективном стандарте H.264, который предоставляет больший уровень компрессии при аналогичном качестве видео изображения.

В большинстве 3D телевизоров нет так называемого 2D+Z конвертора, так как они созданы для прямого приема сигнала 2D или 3D видео, и их тюнеры не отвечают. За декодирование и конвертацию этого формата отвечают внешние приставки – STB. Но немногие существующие STB приставки способны на конвертацию формата 2D+Z.

В настоящее время наблюдается развитие STB в сторону мультимедийных функций. Так, сегодня некоторые модели STB имеют возможность записывать выбранные телевизионные программы, проигрывать с различных источников видео- и музыкальные файлы, просматривать фотографии, осуществлять выход в Интернет. Существуют STB как для просмотра только незакодированных каналов (Free To Air FTA), так и с поддержкой различных систем условного доступа

(Conditional access systems CAS). В настоящее время на рынке цифрового вещания представлено достаточно большое число таких систем. Среди них наибольшую популярность приобрели VIACCESS, IRDETO, CONAX, MEDIAGUARD и NAGRAVISION. Необходимо также отметить региональные системы условного доступа, которые получили широкое применение на территории стран СНГ: CryptOn, DVCrypt, NordE, MSA, DRE. Для большинства обычных пользователей цифровых телекоммуникационных систем CAS воплощаются или в виде смарт-карт, или в виде CAM-модулей (Conditional access module), которые вставляются в соответствующий разъём STB и позволяют пользователю получать доступ к различным информационным сервисам: телеканалам, радиоканалам, Интернет-ресурсам, телеконференциям, «видео по требованию» (VoD) и другим.

## **2.2. Выбор и обоснование элементной базы.**

Ориентация на массовый рынок потребительской электроники заставляет производителей чипсетов для STB-устройств максимально интегрировать периферию на кристалле для удешевления себестоимости электронных компонентов и финальной стоимости устройства. Обычно процессор цифровой телевизионной приставки совмещает в себе несколько процессорных ядер: ядро общего назначения, на котором выполняются задачи графического пользовательского интерфейса и задачи управления, а также специализированные со-процессоры для обработки и декодирования транспортных видео и аудио потоков.

Рассмотрим продукцию для построения приставок стерео ТВ наиболее известных фирм производителей:

ST (американская фирма) — мировой лидер в данной отрасли. В настоящее время эта компания предлагает следующие процессоры:

- STi5105 — высокопроизводительный декодер стандартного разрешения с поддержкой MPEG-2;

- STi5107 — высокопроизводительный декодер стандартного разрешения для интерактивных цифровых приставок MPEG-2;
- STi5188 — STi5188 — высокопроизводительный декодер высокого разрешения для цифровых приставок DVB-S с поддержкой открытых каналов MPEG-2;
- STi5197 — высокопроизводительный декодер высокого разрешения цифровых приставок MPEG-2 с интегрированным DVB-C демодулятором;
- STi5202 — высокопроизводительный декодер стандартного разрешения стандартного разрешения (SDTV) с поддержкой H.264/AVC и MPEG-2;
- STi5205 — бюджетный декодер стандартного разрешения (SDTV) с поддержкой H.264/AVC и MPEG-2;
- STi5267 — бюджетный декодер стандартного разрешения (SDTV) с интегрированным DVB-T/C демодулятором;
- STi7141 — декодер высокого разрешения для интерактивных цифровых кабельных приставок;
- STi7105 — высокопроизводительный декодер H.264 HDTV с поддержкой высокого разрешения;
- STi7167 — высокопроизводительный декодер H.264 HDTV с интегрированным демодулятором DVB-T/DVB-C;
- STi7106 — высокопроизводительный декодер H.264 HDTV декодер с поддержкой высокого разрешения
- STi7108 — высокопроизводительный декодер H.264 HDTV для цифровых приставок с аппаратной поддержкой 3D-графики;
- STi7200 — высокопроизводительный декодер HDTV для цифровых приставок с поддержкой одновременного декодирования двух потоков H.264 или VC-1.

Все процессоры ST для цифровых ТВ приставок базируются на общей архитектуре ST40 (разновидность известной архитектуры SH4) для

процессора общего назначения с частотой от 200 до 450 МГц. Аудио и видео со-процессоры основаны на закрытой собственной архитектуре ST231. Имеется большое количество отладочных плат и референс дизайнов от производителя с поддержкой Linux, WinCE и собственной специализированной RTOS с кодовым названием OS21 и дополнительными компонентами OSPlus.

**NationalChip** — компания, ориентированная на китайский и азиатские рынки, имеет в своём инвентаре наборы микросхем для приставок с MPEG2-видео и стандартным разрешением:

- GX1xxx — демодулятор с поддержкой IC серий (DVB-T, DVB-S, DVB-C, DTMB+DVB-C, ABS-C);
- GX3xxx, GX2xxx — video post-processing and MPEG2 decoder IC series;
- GX6xxx — demodulator, video post processing, MPEG2 decoder System-on-Chip series.

Intel, известный производитель компьютерных процессоров и чипсетов, предлагает семейство мультимедийных однокристальных процессоров, представленных в таблице 2.1.

Все медиапроцессоры имеют в своем составе аппаратный декодер видео с возможностью декодирования до двух HD-сигналов одновременно (CE3100, CE4100), сигнальный цифровой процессор для декодирования аудио, а также интерфейсы для подключения двух смарт-карт.

Для своей разработки я выбрал процессор Американской фирмы STMicroelectronics – Sti7167, поскольку в своём составе он имеет аппаратные возможности по декодированию звука и видео (MPEG-2 ISO, IES, MPEG-4 AVC h/264). Кроме этого этот чип имеет встроенный демодулятор DVB-T/C.

Таблица 2.1.

## Семейство мультимедийных однокристальных процессоров фирмы Intel

Тип	Ядро	Основные характеристики
CE2110	ARM/XScale, 1 ГГц	2D/3D Graphics Accelerator, 2xUSB, 2xSATA, 2xDDR2, PCI, H.264, MPEG2, Transport Stream Input
CE3100	Pentium M, 800 МГц	2D/3D Graphics Media Accelerator, 2xUSB, 2xSATA, 3xDDR2, 2xPCIe, HDMI 1.3a, VC1/WM9, H.264, MPEG2, Ethernet, Transport Processor 4x TS In/1x TS Out
CE4100	Atom, 1.2 ГГц	2D/3D Graphics Media Accelerator, 2xUSB, 2xSATA, 2xDDR3, HDMI 1.3a, VC1/WM9, H.264, MPEG2, Ethernet, Transport Processor 2x TS In

Поддержка операционных систем Linux, Windows CE и OS21. Также к основным особенностям чипа STi7167 можно отнести:

- Декодирование видео высокого разрешения (H264/VC-1/MPEG2)
- Декодирование видео стандартного разрешения (H264/VC-1/ AVC)
- Мультисканальное декодирование звука (MPEG1,2/MP3, DD/DD+, AAC/AAC+, WMA9/WMA 9Pro)
- CPU 450 MHz
- 32-х битная DDR1/DDR2 совместимая память.
- Обширная совместимость с носителями информации USB 2.0 и e-SATA, а также с сетью Ethernet.
- Отличная защищённость и устойчивость.

Микропроцессор STi7167 предназначен для работы в STB приставках, которые используют продвинутое HD декодирование (H264/VC-1/MPEG2), и

совместимые с форматами DVB, ISMA, ATIS-IIF, SCTE.

Основные характеристики микропроцессора STi7167 представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2.

Основные характеристики микропроцессора STi7167

Свойства	Достоинства
Комбинирует программируемый (конфигурируемый) DVB-C/T демодулятор с декодируемыми и отображаемыми функциями	Небольшой размер процессора позволяет сэкономить место на плате, снизить габариты STB приставки и её стоимость
Архитектура процессора ST40-300, ЦПУ 450 MHz, кэш 32 К	Обработка до 800 операций в секунду, поддержка ОС Linux, OS21
Система декодирования видео "Delta" от фирмы STMicroelectronics на процессоре ST231	Декодирование улучшенных HD стандартов для MPEG2, H264 и VC-1. Декодирование сетевых стандартов видео таких как Flash, DivX и Real
Поддержка технологий USB 2.0, SATA-e, Ethernet	Подключение высокоскоростных внешних устройств, таких как Flash накопители, переносные жесткие диски HDD, подключение к домашней сети или к Wi-Fi.
Низкая энергопотребность	Низкая энергопотребляемость в ждущем режиме, поддержка изменений в конфигурации энергопотребления
Поддержка как 2D, так и 3D видео графики на экране размером 1080 на 60	И самое главное позволяет просматривать на HD телевизорах и мониторах 3D фильмов

В качестве тюнера был выбран тюнер STV4100 компании STMicroelectronics специально созданный для STB приставок. Он отличается малыми габаритами и затратами электроэнергии, а также небольшой ценной.

Основные характеристики тюнера STV4100:

- Диапазон входящих частот 174-230 MHz и 470-870 MHz
- Полностью интегрированная система VCO (voltage control oscillator - генератор, управляемый напряжением)
- Гармонический фильтр помех
- Программируемый фильтр каналов от 6 до 8 MHz
- Малое число компонентов
- Малое энергопотребление - 625 мВ
- Работа при температуре от -10 до 70 градусов С.
- Поддержка технологий iDTV, PCTV и отличная совместимость с процессором STi7167

Для своей разработки я выбрал сверх скоростную динамическую память ОЗУ фирмы Etron Tech EM638325. EM638325 SDRAM, является быстродействующей синхронизированной динамической оперативной памятью (DRAM), объемом 64 Мб. Внутренне он представляет собой 512Кx32 DRAM, связанных с помощью синхронного интерфейса (все сигналы фиксируются на положительном фронте сигнального синхрогенератора, CLK). Каждый 512Кx32 байтовый блок памяти организуется, как 2048 строк на 256 столбцов по 32 байта. Доступы “записи” и “считывания” SDRAM направлены на распаковку; доступы начинаются в выбранном месте и продолжается для программируемого числа мест в программируемой последовательности. Доступы начинаются с регистрации команды “Активизация банка” и затем с последующим выполнением команд “записи” и “считывания”.

### **Основные параметры микросхемы EM638325.**

- Тактовая частота 285/250/183/166/143/125 МГц.
- Синхронный режим
- Внутренняя конвейерная архитектура
- Четыре внутренних блока памяти (512 x32 байта x 4 блока).
- Программируемый режим:
  - 2 или 3 времени ожидания строба адреса столбца
  - длительность пакета импульсов: 1, 2, 4, 8, или полная страница
  - вид импульса: прямолинейный или чередующийся
  - сигнал “считывания” и “записи” импульса
- Функция остановки распаковки
- Автоматическое обновление и самообновление
- 4096 циклов регенерации (обновления) за 64 мсек.
- Напряжение питания +3.3В ±0.3В
- Корпус: 10x11мм, 86 выводов на тонком корпусе типа SOT, ширина шага вывода 0.5 мм.

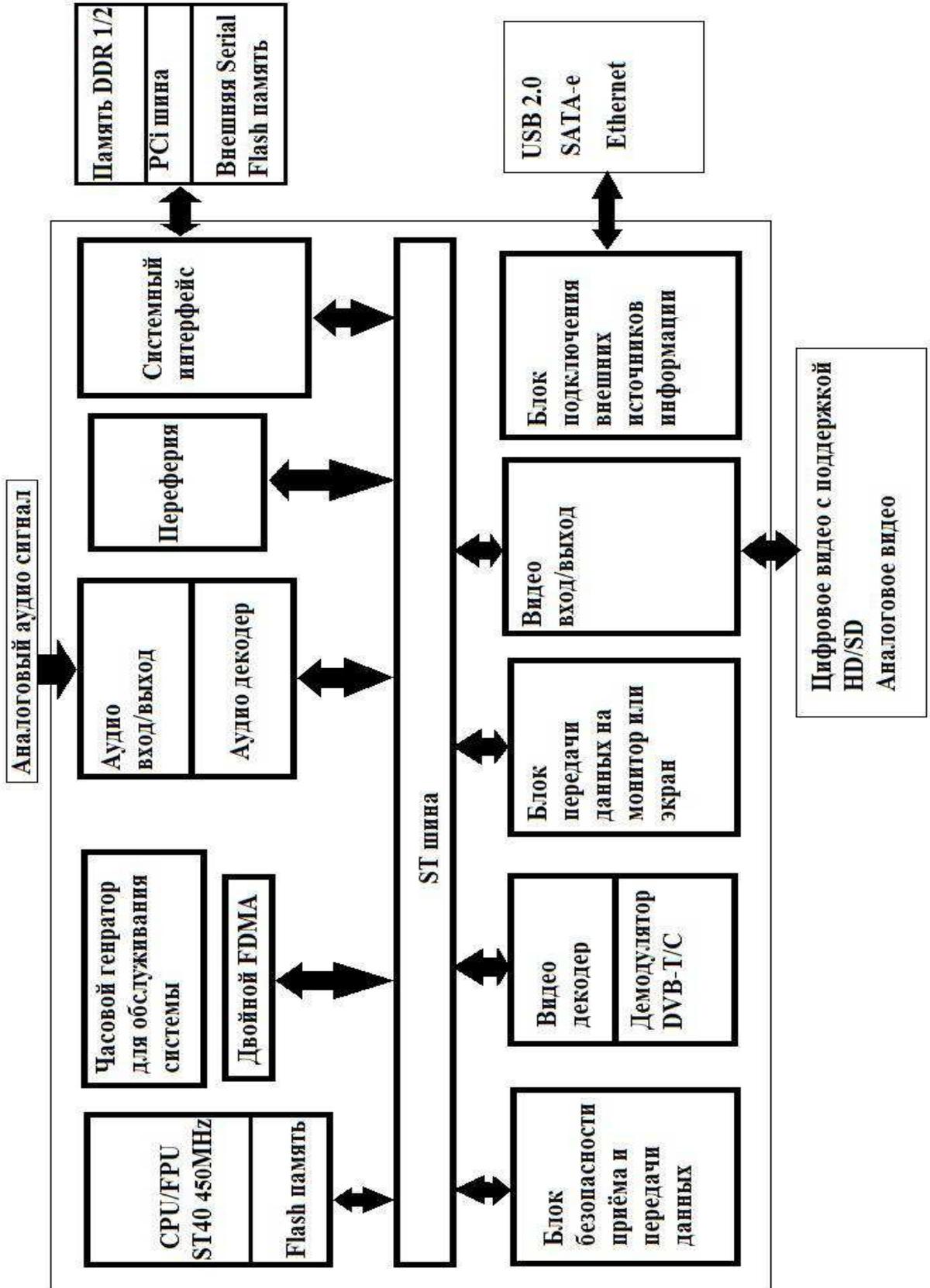


Рис 2.2. Структурная схема процессора Sti7167

### **2.3. Разработка обобщенной структурной схемы стереотелевизионной STB приставки**

В соответствии с выбранной элементной базой STB приставка будет состоять из следующих компонентов:

- Из тюнера и DVB демодулятора, который получает сигнал с антенны либо кабеля. Он конвертирует и демодулирует сигнал в транспортный MPEG поток.
- Декодер фильтрует входящий DVB поток, а именно разделяет транспортный поток на аудио и видео потоки. Могут быть и дополнительные потоки, такие как телетекст и субтитры.
- Если в DVB потоке присутствует карта глубины, то он передаётся на декодер для формата 2D+Z.
- Разделенные потоки отправляются на соответствующие декомпрессоры аудио и видео данных.
- CPU отвечает за работу всей системы, управляет и координирует все процессы.
- Панель управления – настройка и управление STB приставкой.
- I/O панель – панель ввода-вывода для внешних источников информации, таких как USB флэш накопители, внешние жесткие диски e-SATA, и для сетей Ethernet.

Обобщенная структурная схема устройства построенного с учетом указанных компонентов, а также с поддержкой приёма и декодирования формата 2D+Z приведена на рисунке 2.2.

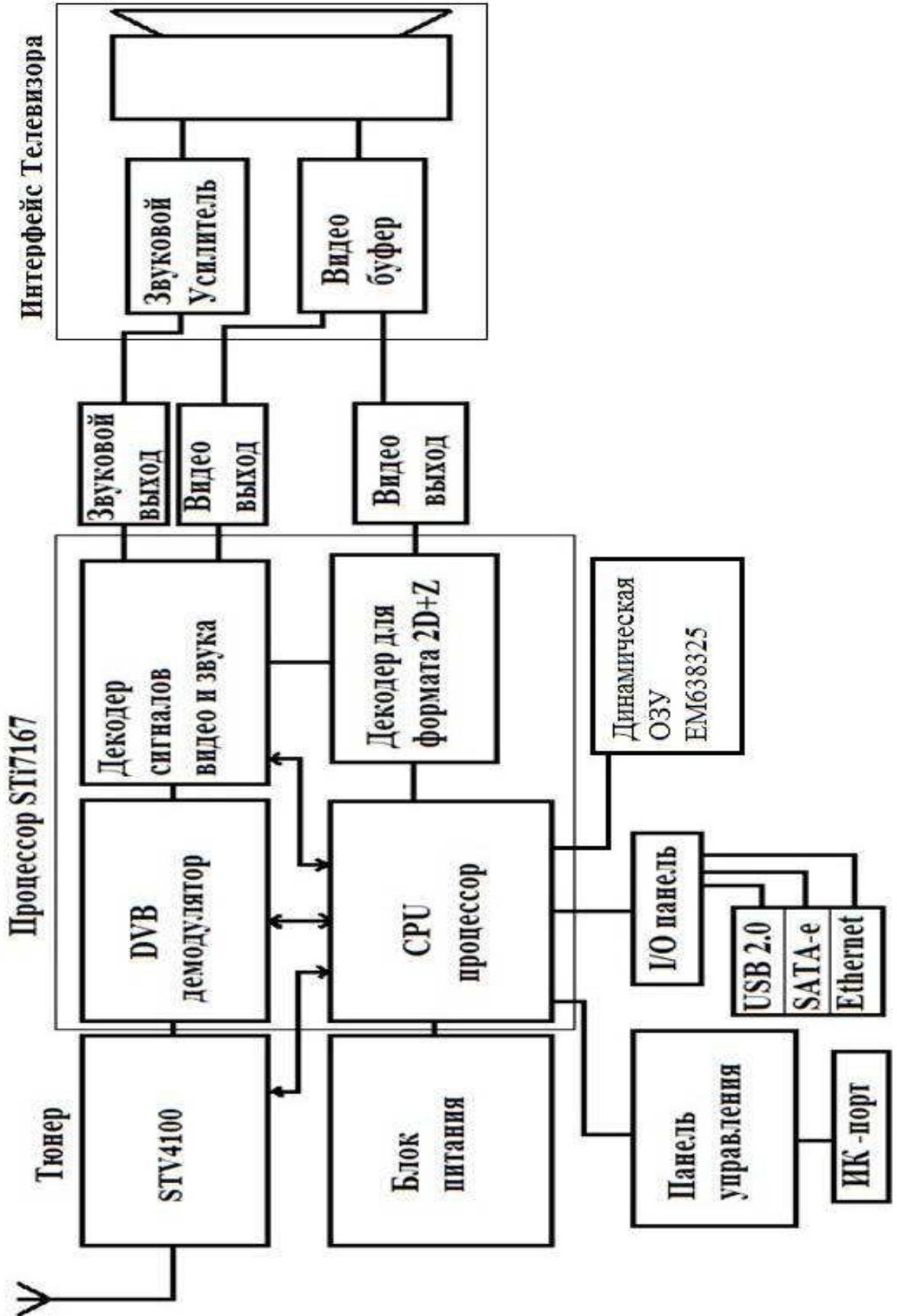


Рис 2.3. Обобщенная структурная схема 3D ТВ приставки.

## Выводы

В настоящий момент стереотелевизионные STB приставки получают всё большее распространение на мировых рынках. В первой главе были представлены некоторые образцы существующих моделей как стереотелевизоров так и STB-приставок, с описанием их основных характеристик, особенностей. Из данных первой главы можно с легкостью сделать вывод о дороговизне существующих стереотелевизионных систем, как для приёма так и отображения 3D ТВ. Поэтому целью моего дипломного проекта является не просто разработка микропроцессорного устройства приёма и декодирования, а создание устройства оптимально сочетающего в себе высокую функциональность и доступность.

По итогам второй главы, была разработана структурная схема проектируемого устройства. STB – приставка для 3D ТВ системы состоит из следующих компонентов:

- Тюнер.
- DVB демодулятор.
- Декодер обычного 2D ТВ сигнала.
- Декодер для формата 2D+Z.
- Декомпрессоры аудио и видео данных.
- CPU.
- Панель управления.
- I/O панель

На основании анализа существующих технологий создания STB-приставок, было установлено, что для создания таковой нужны элементы малой стоимости но достаточно производительные, чтобы приставка не уступала зарубежным аналогам. Поэтому при подборе элементной базы первоочередной задачей стал выбор многофункционального процессора и соответствующего оборудования (тюнер, оперативная память), которое

могло бы быть согласовано с ним. При выборе каждого отдельного элемента учитывались их функциональные возможности, технические особенности и стоимость.

В качестве процессора был выбран St17167 Американской компании STMicroelectronics. Он отличается от других своих аналогов большой производительностью, большим количеством функциональных возможностей, размерами и самое главное ценной.

В качестве тюнера был выбран тюнер STV4100 компании STMicroelectronics специально созданный для STB приставок. Он отличается малыми габаритами и затратами электроэнергии, а также небольшой ценной.

В качестве оперативно запоминающего устройства (ОЗУ) будет использована сверхскоростная динамическая память фирмы Etron Tech EM638325. EM638325 SDRAM, является быстродействующей синхронизированной динамической оперативной памятью (DRAM), объемом 64 Мб.

Подводя итоги по второй главе, стоит отметить, что была разработана структурная схема, а также осуществлен подбор основной элементной базы, что является важнейшим этапом проектирования устройства.

### **3. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ STB – ПРИСТАВКИ СТЕРЕОТЕЛЕВИЗИОННОЙ СИСТЕМЫ.**

В предыдущих главах был произведен обзор существующих устройств, способов и форматов передачи и показа 3D видео и была обозначена структурная схема устройства. На основании выбранной элементной базы в данной главе будет разработана принципиальная схема устройства. Ввиду этого задачей первостепенной важности является рассмотрение выбранных микросхем и назначение их выводов.

#### **3.1. Описание центрального процессора STi7167**

Микропроцессор STi7167 осуществляет не только управление всей системой приставки, но и непосредственно декодирование сигнала, а также его обработку и конвертацию. Благодаря своей функциональности и поддержке операционной системы Linux, микропроцессор STi7167 легко поддается программированию и настройке.

Это позволяет не только уменьшить размеры всей приставки, но и понизить энергозатраты всей системы, так как уменьшается количество элементов. Также значительно снижаются затраты на создание всей системы.

Рассмотрим назначение выводов микрочипа STi7167, приведённых на рис.3.1.

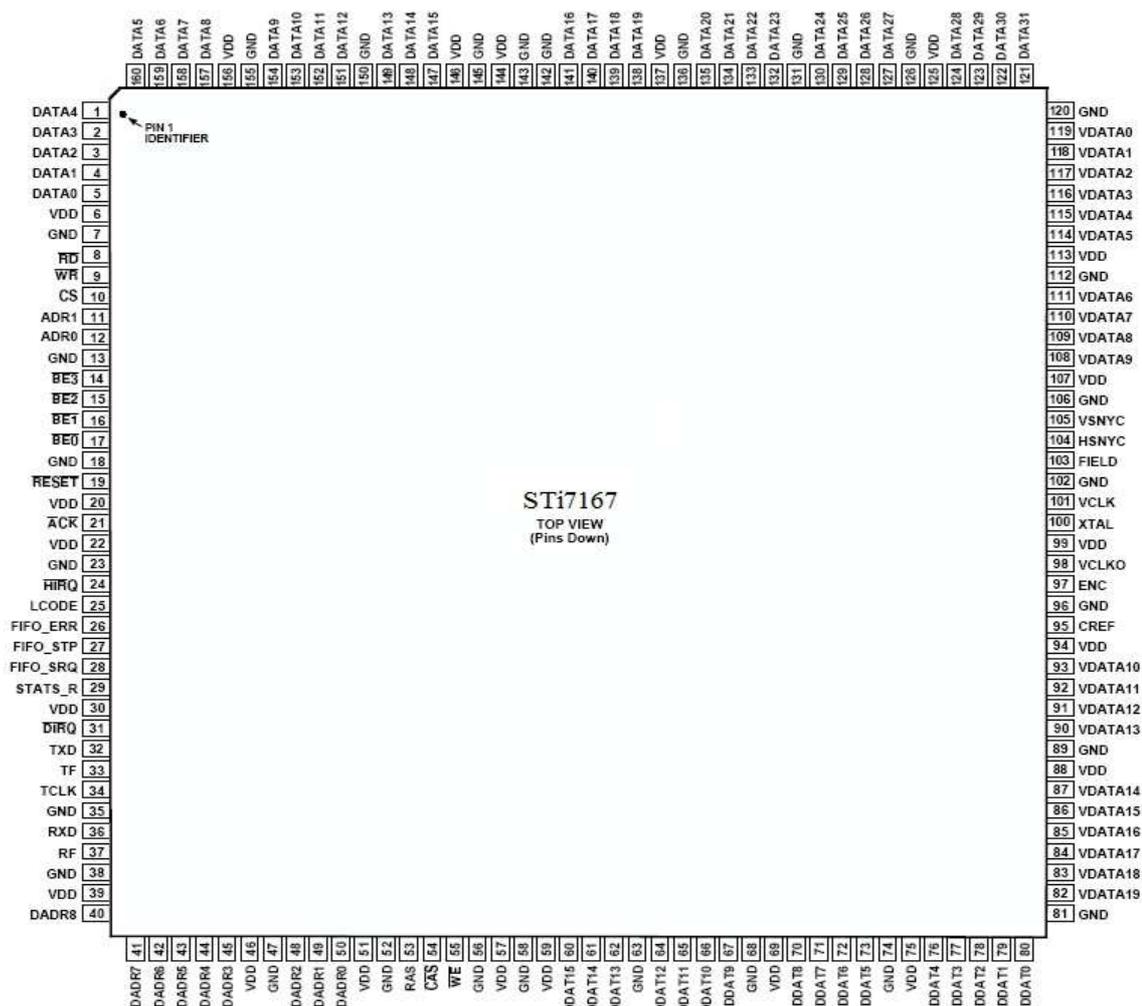


Рис.3.1.Расположение выводов микрочипа STi7167.

## Назначение выводов микрочипа STi7167.

№ вывода	Название вывода	Тип вывода	Описание
101	VCLK	вх.	Вход управления кристалла.
100	XTAL	вх.	Управление микроконтроллера
98	VCKLKO	вых.	Регистр контроля режимов.
<b>Выводы видеointерфейса</b>			
105	VSYNC	вх./вых.	Кадровая синхронизация или кадровый гасящий импульс. Вывод функционирует следующим

			<p>образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Выход HI во время не активных строк видео и LO в других случаях</li> <li>• Вход на нем HI также идентифицирует неактивные видео строки</li> </ul>
104	HSYNC	вх./вых.	<p>Строчная синхронизация или строчный гасящий импульс. Вывод функционирует следующим образом:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Выход HI во время не активных строк видео и LO в других случаях</li> <li>• Вход на нем HI также идентифицирует неактивные видео строки</li> </ul>
103	FIELD	вх./вых.	<p>Кадровая синхронизация. Идентифицирует видео строки кадра.</p>
97	ENC	вых.	<p>Кодер-декодер.</p>
82-87, 90-93, 108-111, 114-119	VDATA	вх./вых.	<p>Видеоданные</p>
95	CREF	вх./вых.	<p>Вывод адреса синхрогенератора для интерфейса телевизора.</p>

60-62, 64-67, 70-73, 76-80	DDAT	ВХ./ВЫХ.	Шина данных динамической памяти.
40-45, 48-50	DADR	ВЫХ.	Адресная шина динамической памяти.
53	RAS	ВЫХ.	Вывод адреса строки в динамической памяти.
54	CAS	ВЫХ.	Вывод адреса столбца в динамической памяти.
55	WE	ВЫХ.	Активизация записи в динамическую память.
<b>Выводы серийных портов и синхронизация</b>			
<b>Интерфейс выводов процессора цифровой обработки сигнала</b>			
32	TXD	ВЫХ.	Передача серийных данных.
36	RXD	ВХ.	Прием серийных данных.
34	TCLK	ВЫХ.	Серийные данные синхрогенератора.
33	TF	ВЫХ.	Последовательная передача кадровой синхронизации.
37	RF	ВХ.	Прием кадровой синхронизации.
31	DIRQ	ВЫХ.	Прерывание процессора цифровой обработки сигнала.
<b>Интерфейс выводов хоста</b>			
1-5,121-124, 127-30, 132-35, 138-141,	DATA	ВХ./ВЫХ.	Шина данных хоста.

147-149, 151-154, 157-160			
11,12	ADR	вх.	Адресная шина хоста.
14-17	BE0-BE3	вх.	Выводы активации хоста байт.
10	CS	вх.	Хост выбора чипа.
9	WR	вх.	Хост записи.
8	RD	вх.	Хост считывания.
21	ACK	вых.	Хост подтверждения.
26	FIFO_ERR	вых.	Сигнализатор об ошибке невозможности подключения соединения с источником сжатых данных.
28	FIFO_SRQ	вых.	Сигнализатор о запросе обслуживания в случае ошибки.
27	FIFO_STP	вых.	Сигнализатор отставания данных
29	STATS_R	вых.	Обновление, расчет и считывания новых данных с хоста или интерфейса процессора цифровой обработки сигналов.
25	LCODE	вых.	Последние сжатые данные.
24	HIRQ	вых.	Запрос на прерывание хоста.
19	RESET	вх.	Сброс параметров STi7167.
<b>Выводы электропитания</b>			
7,13,18,2 3,35,38,4	GND	вх.	Земля

7,52,56,5 8,63,68,7 4,81,89,9 6, 102,106, 112, 126,131, 136,142, 143,145, 150,155			
6,20,22,3 0, 39,46,51, 57,59,69, 75,88,94, 99,107, 113,125, 137,144, 146, 156	VDD	ВХ.	Напряжение питания +5 В, постоянный ток .

### 3.2. Описание сверхскоростной динамической памяти EM638325

EM638325 обеспечивает программную “запись” и “считывание” длины пакета 1, 2, 4, 8 или полной страницы, с выбором прекращения распаковки. Функция автоматической предварительной зарядки может быть активирована, чтобы обеспечить самосинхронизацию предварительной зарядки строки, что производится в конце последовательности распаковки.

Функции обновления (автоматической или самообновления) очень легки в использовании.

Система имеющая программируемый режим регистра, может выбирать более подходящие режимы для того чтобы довести до максимума производительность системы. Эти компоненты очень хорошо совместимы с приложениями, требующими память большой емкости.

Рассмотрим назначение выводов микросхемы EM638325. Они приведены на рис 3.2. и в таблице 3.2.

VDD	1	86	VSS
DQ0	2	85	DQ15
VDDQ	3	84	VSSQ
DQ1	4	83	DQ14
DQ2	5	82	DQ13
VSSQ	6	81	VDDQ
DQ3	7	80	DQ12
DQ4	8	79	DQ11
VDDQ	9	78	VSSQ
DQ5	10	77	DQ10
DQ6	11	76	DQ9
VSSQ	12	75	VDDQ
DQ7	13	74	DQ8
NC	14	73	NC
VDD	15	72	VSS
DQM0	16	71	DQM1
/WE	17	70	NC
/CAS	18	69	NC
/RAS	19	68	CLK
/CS	20	67	CKE
NC	21	66	A9
BS0	22	65	A8
BS1	23	64	A7
A10/AP	24	63	A6
A0	25	62	A5
A1	26	61	A4
A2	27	60	A3
DQM2	28	59	DQM3
VDD	29	58	VSS
NC	30	57	NC
DQ16	31	56	DQ31
VSSQ	32	55	VDDQ
DQ17	33	54	DQ30
DQ18	34	53	DQ29
VDDQ	35	52	VSSQ
DQ19	36	51	DQ28
DQ20	37	50	DQ27
VSSQ	38	49	VDDQ
DQ21	39	48	DQ26
DQ22	40	47	DQ25
VDDQ	41	46	VSSQ
DQ23	42	45	DQ24
VDD	43	44	VSS

Рис.3.2. Выводы микропроцессора EM638325.

Таблица 3.2.

## Назначение выводов микропроцессора EM638325.

Название вывода	Тип вывода	Описание
68 CLK	вх.	Синхрогенератор. Синхрогенератор выбирается системой синхронизации. Все входные сигналы SDRAM располагаются на положительном фронте синхрогенератора. Синхрогенератор также контролирует выходы регистров.
СКЕ	вх.	Активизация синхронизации. Синхронизация активируется (в режиме HIGH) и не активируется (в режиме LOW) системой синхронизации. Если СКЕ устанавливается в состоянии ниже синхронизации синхрогенератора (настройка и время задержки тоже, что и на других выходах), то внутренняя синхронизация переводится в состояние ожидания до следующего цикла синхронизации и положение выходов и адресный пакет не используется пока СКЕ остается ниже допустимого уровня. Когда все банки в состоянии незанятости, дезактивация синхрогенератора контролирует ввод режимов ослабления и самообновления. СКЕ является синхронизированным за исключением случаев, когда оборудование находится в режиме ослабления и самообновления, где СКЕ становится асинхронным пока не выйдет в тот же самый режим. Входные буферы, включая СКЕ, не активированы во время режимов ослабления и самообновления, обеспечивающие низкую потребляемую мощность.
BS0, BS1	вх.	Выбор банка данных. BS0 и BS1 определяет к какому банку команд (“активизация банка”, “запись”, “считывание”, “предварительная зарядка банка”) будет обращен. BS также используется для того чтобы запрограммировать 11-ый бит режима и специального режима регистров.

A0-A10	вх.	<p>Адресные входы. Адресные входы используются во время команд “активизация банка” (адрес строки A0-A10) и “запись”/”считывание” (адрес столбца A0-A7 с A10 определяющий автоматическую предварительную зарядку) для того чтобы выбирать одно место из 256К свободных в соответствующем банке. Во время команды “предварительной зарядки”, A10 используется для того, чтобы определить все ли банки были предварительно заряжены (A10=HIGH). Адресные входы также обеспечивают набор операций во время команд настройки режима регистра и специальной настройки режима регистра.</p>
CS#	вх.	<p>Выбор чипа. CS# активирует (в выбранном состоянии LOW) и не активирует (в выбранном состоянии HIGH) командный декодер. Все команды скрыты, когда CS# выбирает состояние HIGH. CS# обеспечивает выбор к внешнему банку системы. Это является частью кода команды.</p>
RAS#	вх.	<p>Строб адреса строки. Сигнал RAS# осуществляет работу команд в сочетании с сигналами CAS# и WE# и фиксируются в положительном фронте синхрогенератора. Когда RAS# и CS# принимает состояние “LOW” ,а CAS# принимает состояние “HIGH” ,то команда “активизации банка” или команда “предварительной зарядки” выбирается сигналом WE#. Когда WE# принимает значение “HIGH” , команда “активизации банка” выбирается и банк определяется BS во включенном активном состоянии. Когда WE# принимает значение “LOW” , команда “предварительной зарядки” выбирается и банк определяется BS, подключенного в состоянии незанятости после работы “предварительной зарядки”.</p>
CAS#	вх.	<p>Строб адреса столбца. Сигнал CAS# осуществляет работу команд в сочетании с сигналами RAS# и WE# и фиксируется в положительном фронте синхрогенератора. Когда RAS# удерживается в состоянии “HIGH” и CS# принимает состояние “LOW” ,</p>

		доступ столбца начинается с принятия CAS# в состоянии "LOW". Затем команда "записи" или "считывания" выбирается принятием WE# в состоянии "LOW" или "HIGH".
WE#	вх.	Активизация записи. Сигнал WR# осуществляет работу команд в сочетании с сигналами RAS# и CAS# и фиксируется в положительном фронте синхрогенератора. Вход WE# используется для выбора команд "активизации банка" и "предварительной зарядки" и команд "записи" и "считывания".
DQM0-DQM3	вх.	Входные и выходные данные маски. DQM0-DQM3 являются специальными битовыми, неустойчивыми вх./вых. управлениями буферами. Вх./вых буферы устанавливаются в состоянии с большим атомным номером, когда DQM выбран в состоянии "HIGH". Входные данные скрыты, когда DQM выбран в состоянии "HIGH" во время записи одного цикла. Выходные данные скрыты, когда DQM выбран в состоянии "HIGH" во время записи одного цикла. DQM3 маскируют DQ31-DQ24, DQM2 маскируют DQ23-DQ16, DQM1 маскируют DQ15-DQ8 и DQM0 маскируют DQ7-DQ0.
DQ0-DQ31	вх./вых.	Входные и выходные данные. Входные и выходные данные DQ0-31 синхронизированы с положительными фронтами синхрогенератора. Вх./выходы являются байтово-немаскируемыми во время записей и считывания.
NC	-	Не подключается
V <sub>DDQ</sub>		Обеспечивается изоляция питания к вх./ вых. данных для улучшения помехоустойчивости
V <sub>SSQ</sub>		Обеспечивается изоляция земли к вх./ вых. данным для улучшения помехоустойчивости
V <sub>DD</sub>		Питание +5 В
V <sub>SS</sub>		Земля

### 3.2. Описание тюнера STV4100

Тюнер STV4100 был специально разработан для использования в STB-приставках нового поколения. Благодаря своим размерам и простоте он является одним из лучших в своём классе.

Рассмотрим назначение выводов тюнера STV4100. Они приведены на Рис 3.3. И в таблице 3.3.

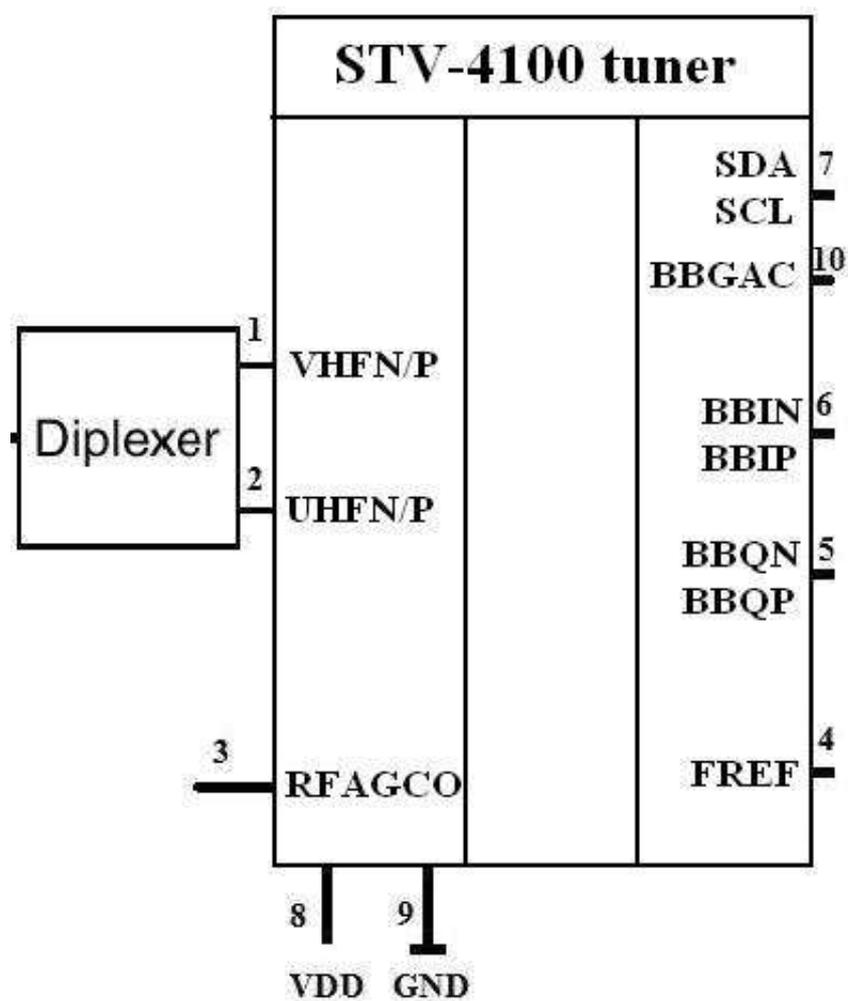


Рис. 3.3. Выводы тюнера STV4100

Таблица 3.3.

## Назначение выводов тюнера STV4100

Название вывода	Тип вывода	Описание
VHFN/P 1	ВХ.	Видео сигнал с депликсера (антенны)
UHFN/P 2	ВХ.	Звуковой сигнал с депликсера (антенны)
RFAGCO 3	ВЫХ.	Передаёт разницу сигналов RF EQ BIAS
FREF 4	ВЫХ.	Передаёт извлечённый сигнал
BBQN, BBQP 5,6	ВЫХ.	Выходы Q сигнала (N-,P+)
BBIN, BBIP 7,8	ВЫХ.	Выходы обычного сигнала (N-,P+)
SDA, SCL 9,10	ВХ./ВЫХ.	Сигнал для декодера
BBAGC 11	ВХ.	Аналоговый сигнал
VDD 12	ВХ.	Питание +5 В
GND 13	ВХ.	Земля

### 3.4. Разработка принципиальной схемы стерео телевизионной STB-приставки

Принципиальная схема разработки приведена на рис.3.4. и содержит следующие компоненты:

1. Тюнер STV 4100 - является многофункциональным устройством способным принимать и обрабатывать не только цифровой, но и аналоговый сигнал. (MPEG-2 ISO, IEC, MPEG-4 AVC h/264).

2. Микропроцессор STi7167 – это многофункциональный процессор, разработанный для STB – приставок нового поколения. В своём составе он имеет аппаратные возможности по декодированию сигналов звука и видео, поступающих с тюнера. STi7167 способен декодировать формат 2D+Z. Кроме этого этот чип имеет встроенный демодулятор DVB-T/C и аналого-цифровой преобразователь.

3. Динамическая память EM638325 - является быстродействующей синхронизированной динамической оперативной памятью (DRAM), объемом 64 Мб. Внутренне он представляет собой 512Кх32 DRAM, связанных с помощью синхронного интерфейса (все сигналы фиксируются на положительном фронте сигнального синхрогенератора, CLK). Каждый 512Кх32 байтовый блок памяти организуется, как 2048 строк на 256 столбцов по 32 байта.

- Тюнер STV 4100 подключённый по типовой схеме. Элементы VHFN и UHFN обеспечивают поступление видео и звукового сигнала на тюнер. Элемент FREF передаёт извлечённый аудио и видео сигнал на декодирующую часть микропроцессора. Элемент RFAG посылает дополнительную информацию о получаемом сигнале. Выводы BBQN, BBQP, BBIN и BBIP отвечают за передачу сигналов синхронизации. SDA и SCL передают сигнал на декодер. Данный элемент отвечает за обработку сигнала, а также преобразование аналогового сигнала в цифровой.

- Микропроцессор STi7167 включённый по типовой схеме. Элементы DDAT0,...,DDAT15 – это шина данных динамической памяти, по которым передаётся обрабатываемый или конвертируемый сигнал. Выводы VDATA10,...,VDAT19 отвечают за передачу полученного в результате обработки на микропроцессоре видео и аудио данных (на интерфейс телевизора, или компьютера). Элементы TXD, RXD, TF, VSYNC, HSYNC и

FIELD отвечают за синхронизацию видео и аудио сигнала, кадровую и строчную синхронизацию. Элемент ENC вход, выход декодера. Вывод VCLK отвечает за подключение внешних накопителей информации, в данном случае это USB 2.0, e-SATA, Ethernet. DDAR0,...,DDAR8 адресная шина данных для динамической памяти. CREF отвечает за синхронизацию сигнала с интерфейсом телевизора. XTAL отвечает за подключение интерфейса управления. RAS и CAS это выходы адреса строки и столбца в динамической памяти.

- Динамическая память EM638325 подключённая по типовой схеме. Выводы A0,...,A9 это адресные входы, используемые для записи и считывания информации. Выводы CLK, SKE отвечают за синхронизацию видео и аудио сигнала, кадровую и строчную синхронизацию. Элементы B0 и B1 определяет к какому банку данных идёт запрос с ЦП. WE отвечает за активизацию записи данных на динамической памяти. DQ0,...,DQ15 и DQ23,...,DQ31 входные и выходные видеоданные данные. DQM0,...,DQM3 входные и выходные данные маски.

- Система управления: ИК пульт и ИК приёмник, панель управления приставкой подключены к выводу XTAL на процессоре STi7167.

- I/O панель с разъемами USB 2.0, e-SATA и Ethernet подключена к элементу VCLK на процессоре STi7167.

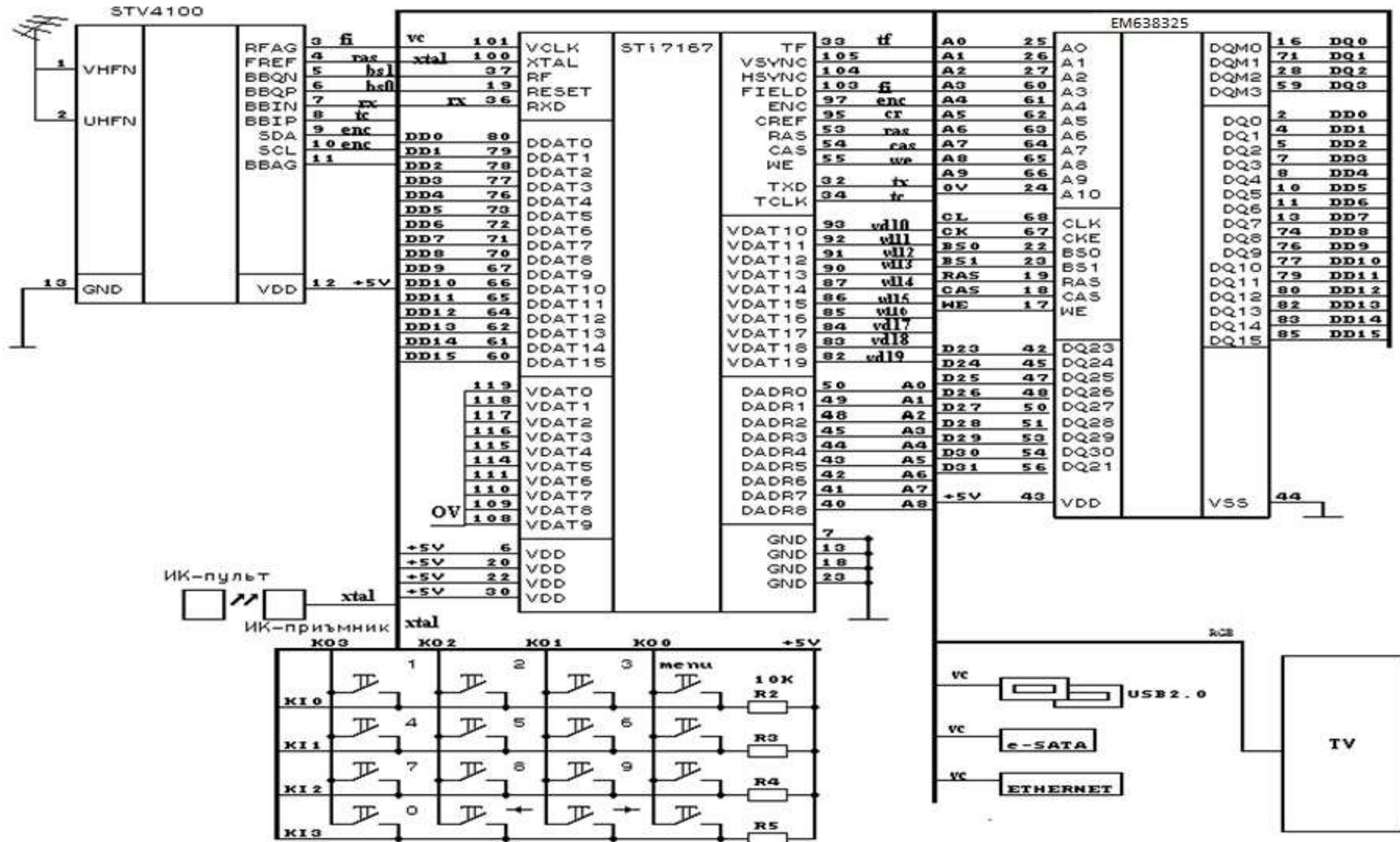


Рис 3.4. Принципиальная схема стерео телевизионной STB-приставки

## Выводы

В результате работы, проведенной в третьей главе, был произведен анализ конструктивного устройства микропроцессоров:

- Центральный процессор STi7167 - отвечающий за обработку, декодирование и конвертацию данных. Также он отвечает за управление всей системой.
- Динамическая память EM638325 - отвечает за временное хранение обрабатываемых данных.
- Тюнер STV4100 – многофункциональное устройство приёма данных, с поддержкой приёма не только цифровых, но и аналоговых сигналов.

Подробно рассмотрено расположения выводов микросхем, а также произведено описание их назначения.

Основываясь на разработанной структурной схеме, с учетом расположения и назначения выводов каждой микросхемы была спроектирована принципиальная схема устройства.

Разработанное устройство может работать в следующих режимах:

1. 2D ТВ – стандартный режим
2. 2D+Z – стереотелевизионный режим
3. Просмотр 3D фильмов с переносных носителей информации, или из сети Ethernet
4. Также устройство способно принимать и преобразовывать аналоговый сигнал в цифровой.
5. Поддержка таких технологий вещательного ТВ как MPEG2-4 и HDMI

Устройство обладает высокой функциональностью, мобильностью, малыми габаритами, легкостью эксплуатации и предназначен для использования в бытовой сфере. Отдельно хотелось бы отметить стоимость

устройства, которая с учетом всех используемых компонентов составляет 550\$. Это обстоятельство делает данное устройство весьма конкурентоспособным, так как при условии равной функциональности, стоимость подобных устройств на рынке в настоящий момент составляет минимум 1500\$.

## 4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 4.1. Электромагнитные излучения (ЭМИ)

#### 4.1.1. Источники ЭМИ высоких, ультра- и сверхвысоких частот

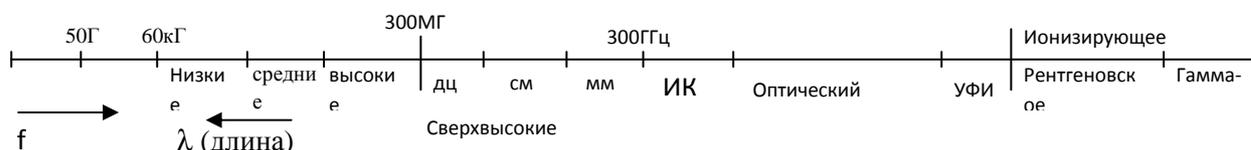


Схема 4.1. Шкала частот электромагнитных волн

Электромагнитными излучениями пронизано все окружающее пространство. Человек является источником ЭМИ слабой интенсивности. В природе существуют естественные источники ЭМИ.

Природные источники ЭМ полей: 1) атмосферное электричество; 2) радио излучение Солнца и галактик (реликтовое излучение, равномерно распространенное во Вселенной); 3) Электрическое и магнитное поля Земли (грозы - испускание низких ЭМИ).

Проблема вредного воздействия ЭМИ на человека возникла во 2 половине XX века в связи с возросшей ролью техногенных источников ЭМИ. Техногенные источники ЭМИ:

1) на производстве:

- устройства для индукционной и диэлектрической обработки различных материалов (печи, плавильни);
- источники для ионизации газов, поддержания разряда при сварке, получения плазмы;
- устройства для сварки и прессования синтетических материалов;
- линии электропередач, особенно высоковольтные;
- распределительные устройства;
- измерительные устройства и т.д.;

2) в быту: проводка;

3) радиостанции, ТВ станции, блоки передатчиков, антенные системы.

### 4.1.2. Характеристики (параметры) ЭМИ

Основными характеристиками электромагнитного излучения принято считать частоту, длину волны и поляризацию.

Длина волны прямо связана с частотой через (групповую) скорость распространения излучения. Групповая скорость распространения электромагнитного излучения в вакууме равна скорости света, в других средах эта скорость меньше. Фазовая скорость электромагнитного излучения в вакууме также равна скорости света, в различных средах она может быть как меньше, так и больше скорости света. В большинстве случаев (обычно) скорость — и групповая, и фазовая — распространения электромагнитного излучения в веществе отличается от таковых, в вакууме очень незначительно.

Описанием свойств и параметров электромагнитного излучения в целом занимается электродинамика, хотя свойствами излучения отдельных областей спектра занимаются определенные более специализированные разделы физики (отчасти так сложилось исторически, отчасти обусловлено существенной конкретной спецификой, особенно в отношении взаимодействия излучения разных диапазонов с веществом, отчасти также спецификой прикладных задач). К таким более специализированным разделам относятся оптика (и ее разделы) и радиофизика. Жестким электромагнитным излучением коротковолнового конца спектра занимается физика высоких энергий; в соответствии с современными представлениями (Стандартная модель) при высоких энергиях электродинамика перестает быть самостоятельной, объединяясь в одной теории со слабыми взаимодействиями, а затем — при еще более высоких энергиях — как ожидается — со всеми остальными калибровочными полями.

Существуют различающиеся в деталях и степени общности теории, позволяющие смоделировать и исследовать свойства и проявления электромагнитного излучения. Наиболее фундаментальной из

завершенных и проверенных теорий такого рода является квантовая электродинамика, из которой путём тех или иных упрощений можно в принципе получить все перечисленные ниже теории, имеющие широкое применение в своих областях. Для описания относительно низкочастотного электромагнитного излучения в макроскопической области используют, как правило, классическую электродинамику, основанную на уравнениях Максвелла, причём существуют упрощения в прикладных применениях. Для оптического излучения (вплоть до рентгеновского диапазона) применяют оптику (в частности, волновую оптику, когда размеры некоторых частей оптической системы близки к длинам волн; квантовую оптику, когда существенны процессы поглощения, излучения и рассеяния фотонов; геометрическую оптику — предельный случай волновой оптики, когда длиной волны излучения можно пренебречь). Гамма-излучение чаще всего является предметом ядерной физики, с других — медицинских и биологических — позиций изучается воздействие электромагнитного излучения в радиологии. Существует также ряд областей — фундаментальных и прикладных — таких, как астрофизика, фотохимия, биология фотосинтеза и зрительного восприятия, ряд областей спектрального анализа, для которых электромагнитное излучение (чаще всего — определенного диапазона) и его взаимодействие с веществом играют ключевую роль. Все эти области граничат и даже пересекаются с описанными выше разделами физики. Некоторые особенности электромагнитных волн с точки зрения теории колебаний и понятий электродинамики:

- наличие трёх взаимно перпендикулярных (в вакууме) векторов: волнового вектора, вектора напряжённости электрического поля  $E$  и вектора напряжённости магнитного поля  $H$ .
- электромагнитные волны — это поперечные волны, в которых вектора напряжённостей электрического и магнитного полей колеблются *перпендикулярно* направлению распространения волны, но они

существенно отличаются от волн на воде и от звука тем, что их можно передать от источника к приёмнику в том числе и через вакуум.

#### **4.1.3. Воздействие ЭМИ на человека.**

Зависит от факторов:

- 1) частота колебаний;
- 2) значения напряженности электрического и магнитного полей (до 300 МГц) и плотности потока энергии (СВч, ИКИ и тд) - речь о силе воздействия;
- 3) размеры облучаемой поверхности тела;
- 4) индивидуальные особенности организма;
- 5) комбинированные действия с другими факторами среды.

Воздействие ЭМИ 2-х видов:

- 1) тепловое
- 2) специфическое.

Тепловое воздействие (механизм) - в электрическом поле молекулы и атомы поляризуются, а полярные молекулы (вода) ориентируются по направлению ЭМ поля; в электролитах возникают ионные токи, то есть нагрев тканей. Электролиты составляют основной процент от веса человека.

Диэлектрики: сухожилия, хрящи, кости - возможен нагрев за счет поляризации. Чем больше напряженность поля, тем сильнее нагрев. До определенного порога избыточная теплота отводится от тканей за счет механизма терморегуляции. Начиная с этой величины - возможность организма отводить тепло исчерпывается и начинается нагрев. Слабая терморегуляция (где много жидкости, но слабо развита кровеносная система): хрусталик глаза, глаз, мозг (ткань головного мозга), печень, почки и т.д.

Специфическое воздействие ЭМ полей сказывается при интенсивностях, значительно меньших теплового порога. ЭМ поля изменяют ориентацию белковых молекул, тем самым, ослабляя их биохимическую

активность. В результате наблюдается изменение структуры клеток крови, изменения в эндокринной системе, а также ряд трофических заболеваний (нарушение питания тканей: ломкость ногтей, волос и т.д.), нарушение ЦНС, сердечно - сосудистой системы; при низких дозах есть опасность воздействия на иммунитет.

#### **4.1.4.Нормирование ЭМИ**

Осуществляется в зависимости от диапазона частот. При нормировании учитывается:

- 1) диапазон частот;
- 2) значения напряженности электрического и магнитного полей и энергетическая нагрузка.

Если в течение рабочего времени человек подвергается воздействию ЭМИ не должна превышать 1 мВт/кв.см. По офиц. данным неблагоприятные воздействия ЭМ поля проявляются при напряженностях магнитного поля, начиная с 160 - 200 Ампер/метр. Токи промежуточных частот не превышают 25 А/м. В зависимости от времени нахождения человека в поле промежуточной частоты, устанавливается предельное значение напряженности электрического поля (8 часов - не > 5 кВ)

#### **4.1.5.Защита от ЭМИ**

Способы защиты:

- 1) уменьшение мощности источника - уменьшение параметров излучения в самом источнике (защита количеством) - основные поглотители - графит, резина и т.д.;
- 2) экранирование источника излучения (рабочего места);
- 3) выделение зоны излучения (зонирование территории);
- 4) Установление рациональных режимов эксплуатации установок;

- 5) применение сигнализации;
- 6) Защита расстоянием (особенно эффективна для СВч) формула
- 7) Защита временем (от тока пром. частоты)
- 8) Средства индивидуальной защиты (спец. костюмы).

#### 4.1.6. Диапазоны электромагнитного излучения

Электромагнитное излучение принято делить по частотным диапазонам (см. таблицу). Между диапазонами нет резких переходов, они иногда перекрываются, а границы между ними условны. Поскольку скорость распространения излучения (в вакууме) постоянна, то частота его колебаний жёстко связана с длиной волны в вакууме.

Название диапазона		Длины волн, $\lambda$	Частоты, $\nu$	Источники
Радиоволны	Сверхдлинные	более 10 км	менее 30 кГц	Атмосферные явления. Переменные токи в проводниках и электронных потоках (колебательные контуры).
	Длинные	10 км — 1 км	30 кГц — 300 кГц	
	Средние	1 км — 100 м	300 кГц — 3 МГц	
	Короткие	100 м — 10 м	3 МГц — 30 МГц	
	Ультракороткие	10 м — 1 мм	30 МГц — 300 ГГц <sup>†</sup>	
Инфракрасное излучение		1 мм — 780 нм	300 ГГц — 429 ТГц	Излучение молекул и атомов при тепловых и электрических воздействиях.
Видимое (оптическое) излучение		780 — 380 нм	429 ТГц — 750 ТГц	
Ультрафиолетовое		380 — 10 нм	$7,5 \times 10^{14}$ Гц — $3 \times 10^{16}$ Гц	Излучение атомов под воздействием ускоренных электронов.
Рентгеновские		10 нм — 5	$3 \times 10^{16}$ — $6 \times 10^{19}$ Гц	Атомные процессы при воздействии ускоренных заряженных частиц.

	пм		
Гамма	менее 5 пм	более $6 \times 10^{19}$ Гц	Ядерные и космические процессы, радиоактивный распад.

## 4.2. Электробезопасность

### 4.2.1. Общие сведения

**Электробезопасность** — система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, связанной с влиянием электрического тока и электромагнитных полей. Электробезопасность включает в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия. Правила электробезопасности регламентируются правовыми и техническими документами, нормативно-технической базой. Знание основ электробезопасности обязательно для персонала, обслуживающего электроустановки и электрооборудование.

Для обеспечения электробезопасности необходимо строгое выполнение ряда организационно-технических мероприятий установленных правилами устройства электроустановок, правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Электробезопасность в помещении обеспечивается техническими способами и средствами защиты, а так же организационными и техническими мероприятиями.

Существуют следующие способы защиты, применяемые отдельно или в сочетании друг с другом: защитное заземление, зануление, защитное отключение, электрическое разделение сетей разного напряжения,

применение малого напряжения, изоляция токоведущих частей, выравнивание потенциалов.

В электроустановках (ЭУ) напряжением до 1000В с изолированной нейтралью и в электроустановках постоянного тока с изолированной средней точкой применяют защитное заземление в сочетании с контролем изоляции или защитное отключение.

В этих электроустановках сеть напряжением до 1000В, связанную с сетью напряжением выше 1000В через трансформатор, защищают от появления в этой сети высокого напряжения при повреждении изоляции между обмотками низшего и высшего напряжения пробивным предохранителем, который может быть установлен в каждой фазе на стороне низшего напряжения трансформатора.

В электроустановках напряжением до 1000В с глухо заземленной нейтралью или заземленной средней точкой в ЭУ постоянного тока применяется зануление или защитное отключение. В этих ЭУ заземление корпусов электроприемников без их заземления запрещается.

Защитное отключение применяется в качестве основного или дополнительного способа защиты в случае, если не может быть обеспечена безопасность применением защитного заземления или зануления или их применение вызывает трудности.

При невозможности применения защитного заземления, зануления или защитного отключения допускается обслуживание ЭУ с изолирующих площадок.

#### **4.2.2. Защитное отключение**

Устройство защитного отключения (УЗО) состоит из чувствительного элемента, реагирующего на изменение контролируемой величины, и исполнительного органа, отключающего соответствующий участок сети.

Чувствительный элемент может реагировать на потенциал корпуса, ток замыкания на землю, напряжение и ток нулевой последовательности, оперативный ток. В качестве выключателей могут применяться контакторы, магнитные пускатели, автоматические выключатели с независимым расцепителем, специальные выключатели для УЗО.

Назначение УЗО — защита от поражения электрическим током путем отключения ЭУ при появлении опасности замыкания на корпус оборудования или непосредственно при касании токоведущих частей человеком.

УЗО применяется в ЭУ напряжением до 1000 В с изолированной или глухозаземленной нейтралью в качестве основного или дополнительного технического способа защиты, если безопасность не может быть обеспечена путем применения заземления или зануления или если заземление или зануление не могут быть выполнены по некоторым причинам.

УЗО обязательно для контроля изоляции и отключения ЭУ при снижении сопротивления изоляции в ЭУ специального назначения, например, в подземных горных выработках (реле утечки).

Примером УЗО является защитно-отключающее устройство типа ЗОУП—25, предназначенное для отключения и включения силовых трехфазных цепей при напряжении 380В и токе 25А в системах с глухозаземленной нейтралью, а также для защиты людей при касании токоведущих частей или корпусов оборудования, оказавшихся под напряжением.

### **4.2.3. Электрическое разделение сетей**

Электрическое разделение сетей осуществляется через специальный разделительный трансформатор, который отделяет сеть с изолированной или глухозаземленной нейтралью от участка сети, питающего электроприемник. При этом связь между питающей сетью и сетью приемника осуществляется через магнитные поля, участок сети приемника и сам приемник не

связываются с землей. Разделительный трансформатор представляет собой специальный трансформатор с коэффициентом трансформации, равном единице, напряжением не более 380В, с повышенной надежностью конструкции и изоляции. От трансформатора разрешается питание не более одного приемника с током не более 15 А. В качестве разделительных трансформаторов могут быть использованы трансформаторы понижающие со вторичным напряжением не более 42 В, если они удовлетворяют требованиям к разделительному трансформатору.

#### **4.2.4. Использование малого напряжения**

Малое напряжение (не более 42В между фазами и по отношению к земле) применяется для ручного инструмента, переносного и местного освещения в любых помещениях и вне их. Оно применяется также в помещениях с повышенной опасностью и особо опасных для питания светильников местного стационарного освещения, если они расположены на высоте менее 2,5 м. Распространено в применении напряжение 36В, а в замкнутых металлических емкостях должно применяться напряжение не более 12 В.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящий момент времени существует не малое количество стереотелевизионных систем, как для приёма, так и для показа 3D видео материалов. Но только немногие из них могут одновременно принимать, декодировать сигнал и показывать 3D видео материалы. Но такие системы не только многофункциональны, но и несравненно дороже, чем отдельные системы для приёма и показа стереотелевизионных материалов.

В данной выпускной квалификационной работе был проведен анализ существующих методов и средств построения стереотелевизионных систем, устройств приема и показа стереоизображений, были составлены структурная и принципиальная схема микропроцессорного устройства приёма и декодирования стереоизображения и описан принцип его работы.

В результате изучения существующих методов и средств построения стереотелевизионных систем, и способов воспроизведения видео формата 3D, было установлено следующее:

- Все существующие технологии воспроизведения стереоскопического изображения применяют технологию показа с чересстрочной круговой поляризацией. Суть этой технологии заключается в следующем: кадр для одного глаза выводится только на четные строчки, кадр для другого — только на нечетные, свет от четных и нечетных строк имеет разнонаправленную круговую поляризацию, соответственно для просмотра используются пассивные очки, пропускающие свет от четных строк в один глаз и не пропускающие свет от этих строк в другой глаз, и наоборот. В результате глаза видят разные ракурсы, и картинка получается стереоскопической.
- Для создания 3D видео необходимо специальное оборудование, то есть специальная видеокамера с двумя и более объективами.
- Создание полноценной голографической установки возможно, но из-за сложности технологии, голографические “телевизоры” появятся не

раньше 2020 года.

- В настоящее время существует большое количество моделей стереотелевизионных систем разработанных зарубежными компаниями. Сейчас разработчики стереотелевизоров трудятся над тем, чтобы 3D телевидение стало ещё лучше и доступнее для пользователей.
- Для передачи данных подходящих как для стереотелевизоров так и для обычных ТВ приемников отлично подходит формат 2D+Z. В этом формате любому обычному плоскому (двухмерному -2D) изображению сопоставляется информация об удаленности каждого пикселя от наблюдателя (Z-координату). Такое представление изображения называют "формат 2D+Z", а плоскость координат Z – "картой глубины". Все видеоданные этого формата могут быть переданы в виде, сжатом в соответствии с общепринятым стандартом MPEG-2 или AVC. Декодирование стандартных потоков может быть выполнено и с помощью компактных устройств декодирования цифрового видео (set top box -- STB).
- В настоящее время не все STB приставки могут декодировать и обрабатывать данные формата 2D+Z, следовательно создание такой приставки это немаловажный этап в развитии стереотелевидения.
- Основные требования предъявляемые для улучшения существующих стереотелевизионных систем почти не изменились с начала появления первых из них:
  1. Создание "без очковой" системы без искажения изображения под различными углами просмотра.
  2. Устройство визуализации должно «уметь» показывать как стереоскопические, так и обычные изображения.
  3. Устройство визуализации должно быть достаточно компактным и удобным для размещения в жилых помещениях.
  4. Устройство воспроизведения должно создавать реалистичное ощущение объемности изображения.

## 5. Уменьшение себестоимости 3D телевизоров.

Была разработана структурная схема проектируемого устройства. STB – приставка для 3D ТВ системы состоит из следующих компонентов:

- Тюнер.
- DVB демодулятор.
- Декодер обычного 2D ТВ сигнала.
- Декодер для формата 2D+Z.
- Декомпрессоры аудио и видео данных.
- CPU.
- Панель управления.
- I/O панель

На основании анализа существующих технологий создания STB-приставок, было установлено, что для создания таковой нужны элементы малой стоимости но достаточно производительные, чтобы приставка не уступала зарубежным аналогам. Также была изучена доступная техническая литература и документация фирм изготовителей на основные комплектующие изделия.

Поэтому при подборе элементной базы первоочередной задачей стал выбор многофункционального процессора и соответствующего оборудования (тюнер, оперативная память), которое могло бы быть согласовано с ним. При выборе каждого отдельного элемента учитывались их функциональные возможности, технические особенности и стоимость.

В качестве процессора был выбран St17167 Американской компании STMicroelectronics. Он отличается от других своих аналогов большой производительностью, большим количеством функциональных возможностей, размерами и самое главное ценной.

В качестве тюнера был выбран тюнер STV4100 компании STMicroelectronics специально созданный для STB приставок. Он отличается малыми габаритами и затратами электроэнергии, а также небольшой ценной.

Помимо перечисленных составляющих необходимым при проектировании является блок ОЗУ, основной функцией которого является кратковременное хранение информации и изменение содержимого в ходе выполнения процессором вычислительных операций с данными.

Был произведен анализ конструктивного устройства микропроцессоров STi7167, EM638325 и тюнера STV4100. Подробно рассмотрено расположения выводов микросхем, а также произведено описание их назначения.

Основываясь на разработанной структурной схеме, с учетом расположения и назначения выводов каждой микросхемы была спроектирована принципиальная схема устройства.

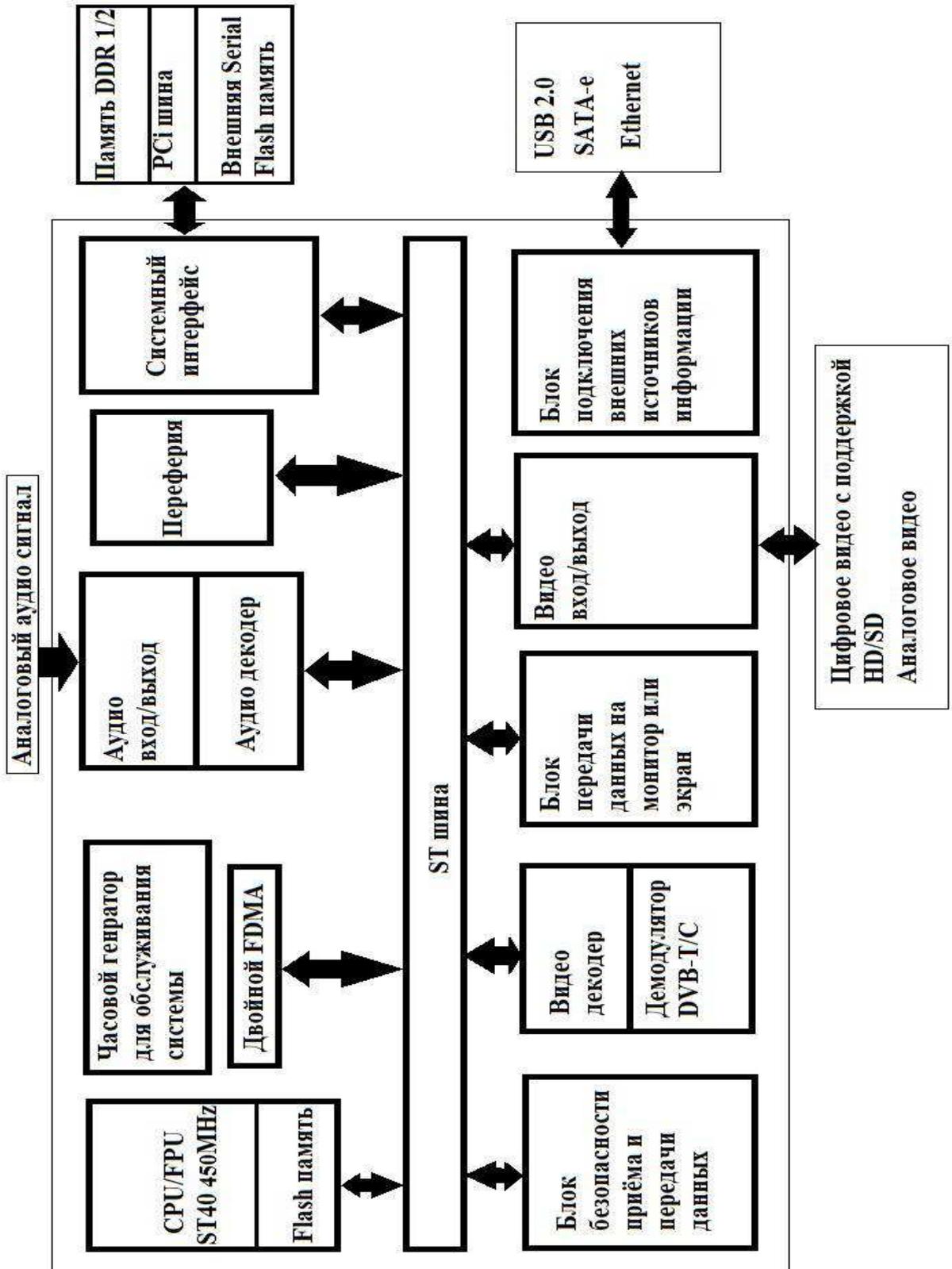
На этом этапе разработку устройства сжатия изображения можно считать завершенной и следует отметить некоторые на мой взгляд принципиально важные параметры устройства. Разработанное устройство может работать в следующих режимах:

1. 2D ТВ – стандартный режим
2. 2D+Z – стереотелевизионный режим
3. Просмотр 3D фильмов с переносных носителей информации, или из сети Ethernet
4. Приём и преобразование аналоговых сигналов в цифровые.

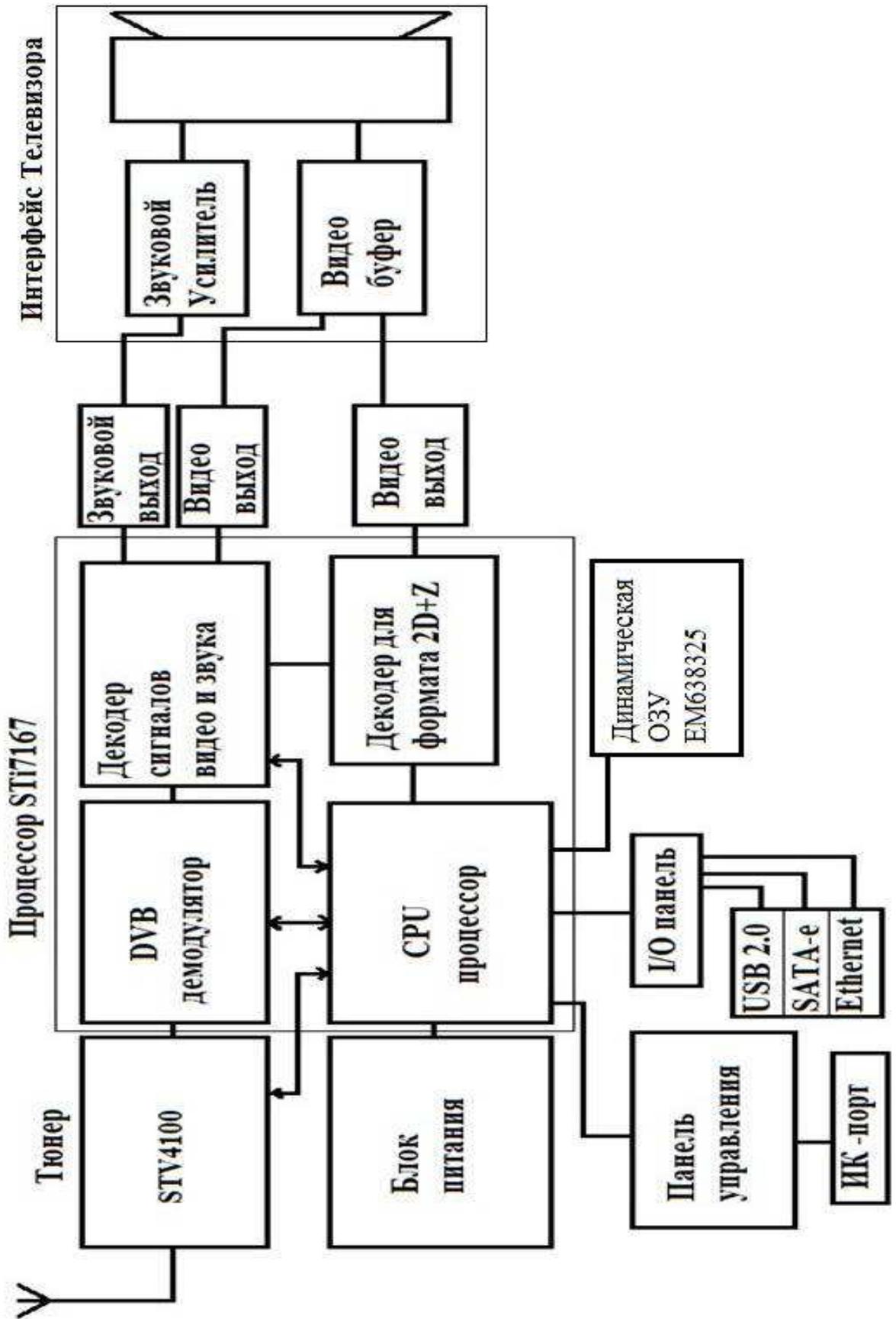
## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Валюс Н. А.** - Стереоскопия. — М.: Изд-во АН СССР, 1962 г.—379 с.
2. **П. В. Шмакова** - Телевидение (общий курс). М.: Связь, 1970 г. —540 с.
3. **Шмаков П. В., Колин К. Т., Джакония В. Е.** - Стереотелевидение. — М.: Связь, 1968 г. — 207 с.
4. **Мамчев Г. В.** - О разрешающей способности стереотелевизионных систем. — Техника кино и телевидения, 1976 г, с. 56—59.
5. **Копылов П. М., Тачков А. Н.** - Телевидение и голография. М.: Связь, 1976г. — 168 с.
6. **Голография, принципы действия, применение**  
[www.holography.ru/mainrus.htm](http://www.holography.ru/mainrus.htm)
7. **Перспективы развития Стереотелевидения**  
<http://www.world-of-tv.net/content/category/14/30/54/>
8. **Основы стереотелевидения. Мир телевидения 2011.**  
<http://www.world-of-tv.net/content/view/109/54/>
9. **Каталог 3D телевизоров**  
<http://www.televizor-3d.ru/category/3d-televizory>
10. **Даташит для тюнера STV4100**  
<http://www.st.com/internet/com/stv4100.pdf.html>
11. **Даташит для процессора STi7167**  
[http://www.datasheet4u.net/datasheet/S/T/I/STI7167\\_STMicroelectronics.pdf.html](http://www.datasheet4u.net/datasheet/S/T/I/STI7167_STMicroelectronics.pdf.html)
12. **Даташит для динамической ОЗУ EM638325**  
<http://search.datasheetcatalog.net/key/EM638325>
13. **Формат 2D+Z, его основные свойства и принципы действия**  
<http://www.en.wikipedia.org/wiki/2D-plus-depth>
14. **Применение формата 2D+Z в ТВ системах** [www.dimenco.eu/2dz/](http://www.dimenco.eu/2dz/)

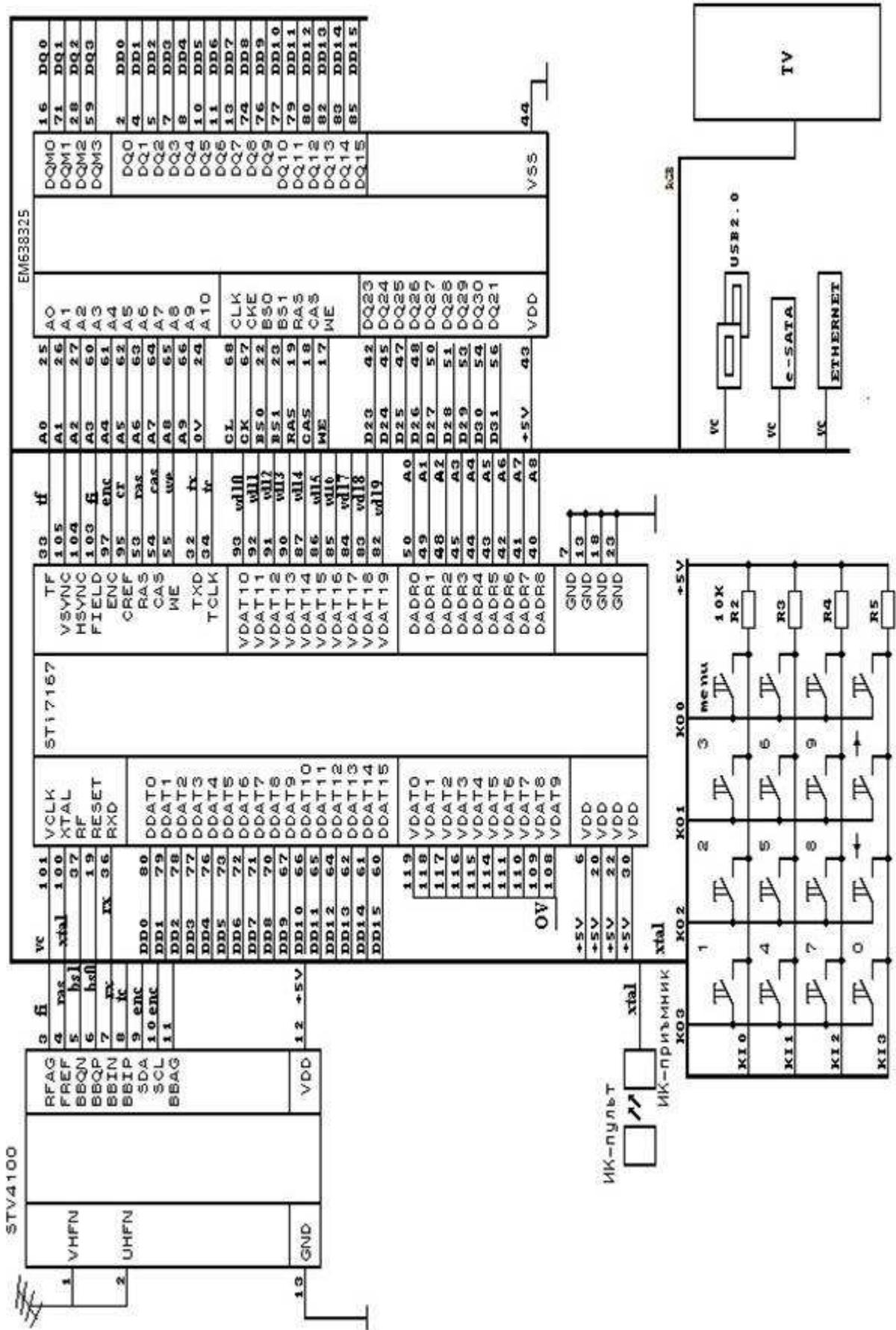
## **ПРИЛОЖЕНИЕ**



Структурная схема процессора Sti7167



Обобщенная структурная схема 3D ТВ приставки.



Принципиальная схема стерео телевизионной STB-приставки