

65
210 86

4471



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Торговое и рекламное оборудование»

**В. Н. Жуковец
А. А. Павликова
И. М. Савосько**

**СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ, ПЕРЕДАЧИ
И РЕГИСТРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ**

*Методическое пособие
по выполнению курсовой работы*

**Минск
БНТУ
2013**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Торговое и рекламное оборудование»

В. Н. Жуковец
А. А. Павликова
И. М. Савосько

СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ, ПЕРЕДАЧИ И РЕГИСТРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ

**Методическое пособие по выполнению курсовой работы
для студентов специальности 1-52 04 01
«Производство экспозиционно-рекламных объектов»**

Минск
БНТУ
2013

УДК 659.13/16:378.147.091.313(075.8)

~~ББК 76.006.5я7~~

Ж86

Рецензенты:

И. И. Гируцкий, В. В. Казаченок

Жуковец, В. Н.

Ж86 Средства создания, передачи и регистрации информации : методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов специальности 1-52 04 01 «Производство экспозиционно-рекламных объектов» / В. Н. Жуковец, А. А. Павликова, И. М. Савосько. – Минск : БНТУ, 2013. – 64 с.

ISBN 978-985-550-315-7.

Методическое пособие содержит указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Средства создания, передачи и регистрации информации» для студентов специальности 1-52 04 01 «Производство экспозиционно-рекламных объектов». Приведены основные теоретические положения, описана методика выполнения разделов курсовой работы.

УДК 659.13/16:378.147.091.313(075.8)

ББК 76.006.5я7

ISBN 978-985-550-315-7

© Жуковец В. Н.,
Павликова А. А.,
Савосько И. М., 2013
© Белорусский национальный
технический университет, 2013

Введение

В данной курсовой работе перед студентом ставится задача выбора и расстановки телекоммуникационных средств внутри помещения, в котором предполагается нахождение определенного числа посетителей. Эти посетители будут составлять аудиторию, на которую должно направляться информационное воздействие. Информирование аудитории будет осуществляться средствами как звукового, так и визуального воздействия. Информационное воздействие может иметь характер выполнения функций оповещения (например, аудиовизуальные сообщения на автовокзале о движении автобусов), рекламы товаров и услуг, социальной рекламы.

В расчетно-пояснительной записке разработке подлежат пункты:
Введение.

1. Информационный поиск по теме задания.
2. Разработка схемы на основе заданной логической функции.
3. Подбор и расстановка средств звукового воздействия.
4. Подбор и расстановка средств визуального воздействия.
5. Выбор параметров волоконно-оптической линии связи.
6. Трехмерное моделирование интерьера помещения.

Заключение.

Литература.

Графическая часть курсовой работы включает в себя пункты:

1. Схема передачи сигнала согласно логической функции – А3.
2. Расположение средств телекоммуникации в помещении – А3.
3. Трехмерное изображение интерьера помещения – А3.

В последующих разделах учебно-методического пособия будут даны указания по выполнению перечисленных пунктов расчетно-пояснительной записки.

Описание разделов расчетно-пояснительной записки

Во **введении** студент должен привести общее описание помещения, которое получил в задании, и дать схему его общей планировки. Возможен выбор следующих видов помещений для размещения средств аудиовизуального воздействия: павильон, конференц-зал, вестибюль административного здания, выставочный стенд, помещение финансового учреждения, зал ожидания автовокзала и т. д.

1. Информационный поиск по теме задания

В данном разделе студент осуществляет поиск информации по литературным источникам с целью раскрытия содержания заданной темы в объеме около 6–8 страниц записки. Примерный перечень тем информационного поиска:

1. Этапы развития мобильной телефонной связи.
2. Этапы развития телевидения.
3. Этапы развития волоконно-оптических каналов связи.
4. Этапы развития беспроводных каналов связи.
5. Этапы развития криптографии и криптоанализа.
6. Этапы развития цветной фотографии.
7. Элементная база различных поколений ЭВМ.
8. Разновидности операционных систем персональных ЭВМ.
9. Особенности организации работы суперЭВМ.
10. Организация работы системы интерактивного телевидения.
11. Системы безналичных платежей.
12. Электронная система управления дорожным движением.
13. Системы электронного документооборота.
14. Технологии обработки звучания человеческого голоса.
15. Идентификация личности по биометрическим данным.
16. Системы глобальной спутниковой навигации.
17. Системы счисления.
18. Цифровое кодирование аналогового сигнала.
19. Принципы построения микропроцессоров.
20. Электронная цифровая подпись.
21. Электронно-лучевые индикаторы.
22. Электролюминисцентные индикаторы.
23. Светодиодные индикаторы.
24. Газоразрядные индикаторы.
25. Жидкокристаллические индикаторы.
26. Плазменные индикаторы.
27. Основные виды цифровой фотоаппаратуры.
28. Компьютерная обработка цифрового изображения.
29. Мультимедийные проекторы.
30. Семплерные технологии и звуковые библиотеки.

2. Разработка схемы на основе заданной логической функции

В этом разделе студент описывает основные характеристики логических элементов, приводит схему технической реализации заданной логической функции, примеры представления чисел в различных системах счисления. Объем раздела – 4–5 страниц.

Логическими элементами (ЛЭ) называются функциональные устройства, с помощью которых реализуются элементарные логические функции [1, 7]. Они используются для построения сложных преобразователей цифровых сигналов комбинационного типа. В комбинационных устройствах отсутствует внутренняя память. Сигналы на их выходах в любой момент однозначно определяются сочетаниями сигналов на входах и не зависят от предыдущих состояний схемы. Современные логические элементы выполняются в виде микросхем различной степени сложности.

В алгебре логики оперируют фундаментальным понятием «высказывание», под которым понимают какое-либо утверждение о любом предмете. При этом высказывания оценивают только с точки зрения их истинности или ложности без каких-либо промежуточных градаций.

Если высказывание соответствует истине, оно имеет значение истинности, равное единице, а если не соответствует, то нулю. Поэтому все переменные в алгебре логики принимают только два значения: 1 или 0, а любые математические действия над этими переменными обеспечивают получение результатов в виде 1 либо 0.

Логические элементы дают возможность изображать логические переменные с помощью электрических сигналов (напряжения или тока). Обычно наличие сигнала соответствует цифре 1, а его отсутствие – 0.

Высказывания бывают простыми и сложными. Если значение истинности не зависит от других высказываний, оно называется **простым**. Если же значение истинности зависит от значений истинности составляющих его высказываний, то оно называется **сложным**.

Например, логический элемент «И» реализует функцию логического умножения (конъюнкции), смысл которого заключается в том, что сложное высказывание истинно только в том случае, если истинны все составляющие его простые высказывания. Этот элемент

выполняют в виде устройства, имеющего несколько входов и один выход. Сигнал логической единицы появляется на выходе такой схемы только в том случае, если на все входы поданы сигналы, соответствующие единице.

Функцию логического умножения записывают в виде

$$F = X \wedge Y \wedge Z \text{ или } F = X Y Z,$$

где X, Y, Z – логические переменные, которые могут иметь только два значения: 1 или 0.

На структурных схемах логический элемент, выполняющий функцию «И», обозначают в виде прямоугольника, внутри которого имеется символ & (and).

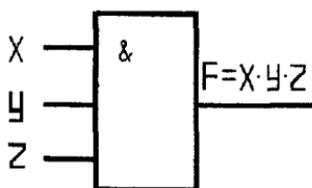
Логический элемент «ИЛИ» реализует функцию логического сложения (дизъюнкции). При логическом сложении сложное высказывание истинно, если будет истинным, хотя бы одно из составляющих его простых высказываний. Элемент, выполняющий функцию «ИЛИ», имеет несколько входов и один выход. Сигнал логической единицы появляется на выходе такого устройства в том случае, если хотя бы на один из входов подана логическая единица.

Функцию логического сложения записывают в виде

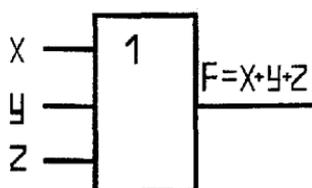
$$F = X \vee Y \vee Z \text{ или } F = X + Y + Z,$$

где X, Y, Z – логические переменные, которые могут иметь только два значения: 1 или 0.

Схему «ИЛИ» обозначают прямоугольником с символом 1 внутри него.



Логический элемент И



Логический элемент ИЛИ

Рисунок 1 – Обозначения логических элементов «И», «ИЛИ»

Логический элемент «НЕ» реализует функцию логического отрицания (инверсии). Смысл отрицания заключается в том, что сигнал, соответствующий логической единице, появляется на выходе устройства тогда, когда на вход подан сигнал логического нуля. Если же на вход подан сигнал логической единицы, то на выходе получим логический ноль. В соответствии с выполняемой операцией инверсии элемент «НЕ» иногда называют инвертором.

Логическое отрицание обычно обозначают сплошной линией над соответствующими логическими переменными, например:

$$F = \overline{X}.$$

Инверсия по выходу (входу) обозначается кружком (O) в контуре прямоугольника, изображающем схему.

Инверсию логического произведения двух величин называют штрихом Шеффера:

$$F = \overline{X \cdot Y} \text{ или } F = X|Y.$$

Инверсию логической суммы двух величин называют стрелкой Пирса:

$$F = \overline{X + Y} \text{ или } F = X \downarrow Y,$$

При проектировании устройств с логическими элементами пользуются аксиомами и законами булевой алгебры.

Аксиомы:

- 1) $0 \cdot 0 = 0$; 2) $1 \cdot 0 = 0 \cdot 1 = 0$; 3) $1 \cdot 1 = 1$;
- 4) $1 + 1 = 1$; 5) $0 + 1 = 1 + 0 = 1$; 6) $0 + 0 = 0$.

Законы:

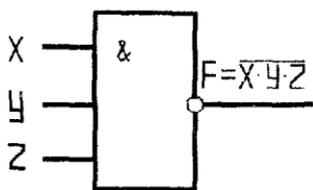
- 1) переместительный $X_1 \cdot X_2 = X_2 \cdot X_1$;
- 2) сочетательный $X_1 \cdot (X_2 \cdot X_3) = (X_1 \cdot X_2) \cdot X_3 = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$;
- 3) повторения (тавтологии) $X_1 \cdot X_1 = X_1$, $X_1 + X_1 = X_1$;
- 4) обращения: если $X_1 = X_2$, то $\overline{X_1} = \overline{X_2}$;
- 5) двойной инверсии $\overline{\overline{X_1}} = X_1$;

- 6) нулевого множества $X_1 \cdot 0 = 0$, $X_1 + 0 = X_1$;
- 7) универсального множества $X_1 \cdot 1 = X_1$, $X_1 + 1 = 1$;
- 8) дополнительности $X_1 \cdot \overline{X_1} = 0$, $X_1 + \overline{X_1} = 1$;
- 9) распределительный $X_1 \cdot (X_2 + X_3) = X_1 \cdot X_2 + X_1 \cdot X_3$;
- 10) поглощения $X_1 + X_1 \cdot X_2 = X_1$, $X_1 \cdot (X_1 + X_2) = X_1$;
- 11) склеивания $(X_1 + X_2) \cdot (X_1 + \overline{X_2}) = X_1$, $X_1 \cdot X_2 + X_1 \cdot \overline{X_2} = X_1$;
- 12) инверсии $\overline{X_1 \cdot X_2} = \overline{X_1} + \overline{X_2}$, $\overline{X_1 + X_2} = \overline{X_1} \cdot \overline{X_2}$.

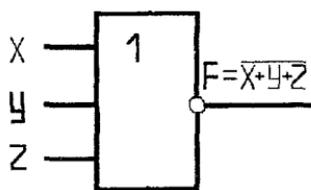
На принципиальных схемах логические элементы изображают прямоугольником (основное поле), в верхней части которого указан символ функции (& или 1). Входы показывают с левой стороны, а выходы – с правой.

По способу кодирования информации различают потенциальные и импульсные логические элементы. Информация, обрабатываемая потенциальными логическими элементами, характеризуется отличающимися потенциальными уровнями. Если логической единице соответствует высокий потенциальный уровень, а логическому нулю – низкий, то такую логику называют положительной (позитивной). Наоборот, если логической единице соответствует низкий потенциальный уровень, а логическому нулю – высокий, то говорят об отрицательной (негативной) логике. В импульсных логических элементах с позитивной логикой логической единице отвечает наличие импульса, а логическому нулю – его отсутствие.

В настоящее время элементы, реализующие различные логические функции, выпускаются в виде интегральных микросхем (ИМС). Логические ИМС объединяют в серии. В основе каждой серии лежит базовый элемент, представляющий собой электрическую схему, выполняющую логические операции «И-НЕ» (элемент Шеффера) или «ИЛИ-НЕ» (элемент Пирса). От параметров базового элемента в значительной степени зависят свойства и функциональные возможности разрабатываемой серии логических микросхем. Применение элементов Шеффера и Пирса в качестве базовых объясняется тем, что при реализации сложных логических функций технически удобнее использовать не простейшие элементы «И», «ИЛИ», «НЕ», а более универсальные «И-НЕ», «ИЛИ-НЕ».



Логический элемент И-НЕ



Логический элемент ИЛИ-НЕ

Рисунок 2 – Обозначения логических элементов «И-НЕ», «ИЛИ-НЕ»

При выполнении данного раздела будут рассматриваться логические элементы с тремя входами и одним выходом. В качестве образца выполнения представим построенную электронную схему из логических элементов «И-НЕ», «ИЛИ-НЕ», которая реализует логическую функцию $F = X_1 \cdot X_2 + \overline{X_2 + X_3}$.

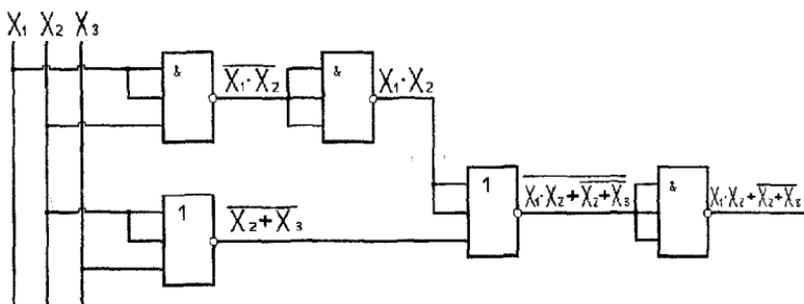


Рисунок 3 – Схема на основе заданной логической функции

В элементной базе логических устройств могут использоваться различные системы счисления. Под системой счисления понимается способ представления любого числа с помощью некоторого алфавита символов, называемых цифрами [5]. Все системы счисления делятся на позиционные и непозиционные системы.

Непозиционными системами являются такие системы счисления, в которых каждый символ сохраняет свое значение независимо от места его положения в числе. Примером непозиционной системы счисления является римская система. К недостаткам таких систем относятся наличие большого количества знаков и сложность выполнения арифметических операций.

Система счисления называется позиционной, если одна и та же цифра имеет различное значение, определяющееся позицией цифры в последовательности цифр, изображающей число. Это значение меняется в однозначной зависимости от позиции, занимаемой цифрой, по некоторому закону. Примером позиционной системы счисления является десятичная система, используемая в повседневной жизни.

Количество p различных цифр, употребляемых в позиционной системе, определяет название системы счисления и называется **основанием системы счисления** – " p ". Например, в десятичной системе используются десять цифр: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Эта система имеет основанием число 10.

В ЭВМ применяют позиционные системы счисления с недесятичным основанием: двоичную, восьмеричную, шестнадцатеричную. В аппаратной основе ЭВМ лежат двухпозиционные элементы, которые могут находиться только в двух состояниях: одно обозначается 0, а другое – 1. Поэтому основной системой счисления, применяемой в ЭВМ, является двоичная система.

Двоичная система счисления. Используются две цифры: 0 и 1.

Восьмеричная система счисления. Используется восемь цифр: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Употребляется в ЭВМ как вспомогательная система для записи информации в сокращенном виде. Для представления одной цифры восьмеричной системы используются три двоичных разряда (триады).

Шестнадцатеричная система счисления. Для изображения чисел употребляется 16 цифр. Первые десять цифр этой системы обозначаются цифрами от 0 до 9, а старшие шесть – латинскими буквами: 10-А, 11-В, 12-С, 13-Д, 14-Е, 15-F. Шестнадцатеричная система используется для записи информации в сокращенном виде. Для представления одной цифры шестнадцатеричной системы счисления используется четыре двоичных разряда (тетрады).

Таблица 1 – Основные системы счисления

Двоичная (основание 2)	Восьмеричная (основание 8)		Десятичная (основание 10)	Шестнадцатеричная (основание 16)	
		триады			тетрады
0	0	000	0	0	0000
1	1	001	1	1	0001

Окончание таблицы 1

Двоичная (основание 2)	Восьмеричная (основание 8)	Десятичная (основание 10)	Шестнадцатеричная (основание 16)
	2	2	2
	3	3	3
	4	4	4
	5	5	5
	6	6	6
	7	7	7
		8	8
		9	9
			A
			B
			C
			D
			E
			F

Приведем пример перевода числа из десятичной системы счисления в двоичную, восьмеричную и шестнадцатеричную системы:

$$491_{10} = 1 \cdot 2^8 + 1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = \\ = 111101011_2;$$

$$491_{10} = 7 \cdot 8^2 + 5 \cdot 8^1 + 3 \cdot 8^0 = 753_8;$$

$$491_{10} = 1 \cdot 16^2 + 14 \cdot 16^1 + 11 \cdot 16^0 = 1 \cdot 16^2 + E \cdot 16^1 + B \cdot 16^0 = 1EB_{16}.$$

3. Подбор и расстановка средств звукового воздействия

В данном разделе студент выполняет подбор и расстановку средств звукового воздействия на примере типового решения для оснащения конференц-зала. Помимо перечисления видов звукового оборудования, приводятся их подробные технические характеристики. Объем раздела – 14–15 страниц записки.

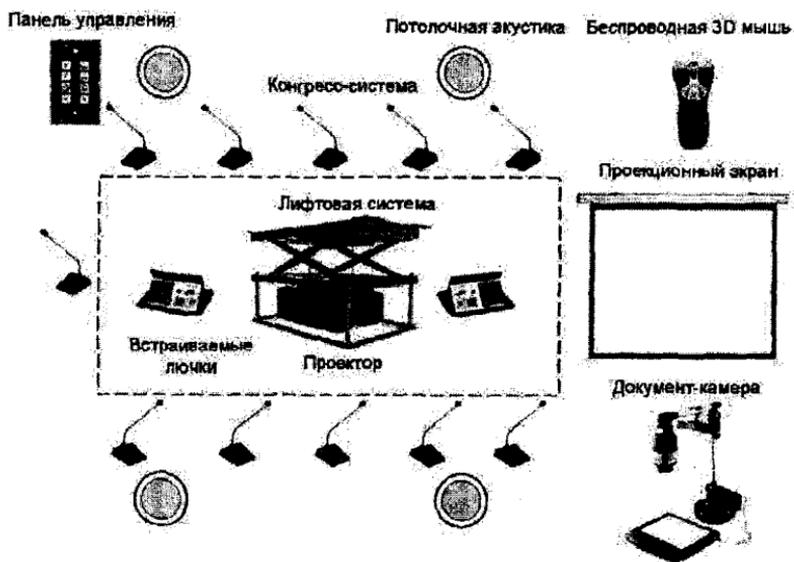


Рисунок 4 – Типовое решение для оснащения конференц-зала

Данное решение включает в себя следующие компоненты:

1. Видеопроектор.
2. Проекционный экран.
3. Лифтовая система для проектора.
4. Конгресс-система.
5. Документ-камера.
6. Беспроводная 3D мышь.
7. Встраиваемые лючки.
8. Встраиваемая потолочная акустика.
9. Панель управления.
10. Коммутационное оборудование.
11. Крепления для проектора и кабельная проводка.

Данная подборка оборудования, включающая в себя конгресс-систему для конференц-зала, предназначена для проведения встреч и дискуссий, решения определенных вопросов путем голосования, демонстрации различных материалов с бумажных и электронных носителей, документации собраний на устройства записи [2].

При подборе оборудования следует сопоставлять его акустические характеристики с особенностями помещения [4]. Звуковые

волны в закрытых помещениях, многократно отражаясь от границ, образуют сложное поле колебательного движения воздуха. Законы распределения колебательной скорости частиц воздуха, добавочного давления и потока акустической энергии в закрытых помещениях определяются не только свойствами источника звука, но также геометрическими размерами, формой помещения и способностью стен, потолка и пола поглощать акустическую энергию. Звуковое поле помещения в каждой точке пространства можно представить как совокупность волн, приходящих непосредственно от источника, и волн, попадающих в данную точку не по прямому пути, а после одного или нескольких отражений.

Коэффициенты поглощения зависят от частоты звуковых волн и определяются главным образом упругими свойствами материала. В звуковом диапазоне частот коэффициенты поглощения неупругих материалов больше, чем упругих. Например, бетон, штукатурка на кирпичной стене имеют коэффициенты поглощения 0,015–0,025, тогда как облицовка из сосны – 0,061. Толстый ковер, шторы из мягких тканей хорошо поглощают звук, для них коэффициент поглощения гораздо больше, чем для твердых покрытий (например, коэффициент поглощения при 512 Гц ковровой ткани равен 0,30).

В больших помещениях со слабым звукопоглощением стен легко наблюдать явление послезвучания. После прекращения действия источника звук исчезает не мгновенно, а постепенно замирая. Явление послезвучания называют реверберацией, время замирания звука – временем реверберации. В акустике принято измерять время реверберации как время, прошедшее с момента выключения источника до момента, когда уровень плотности звуковой энергии уменьшается на 60 дБ или когда плотность акустической энергии в данной точке помещения уменьшается в 10^6 раз. Это время называют стандартным временем реверберации.

3.1. Организация громкоговорящей технологической связи

Основные требования к организации систем служебной связи конференц-зала административного здания можно обосновать, исходя из особенностей применения аппаратуры в условиях работы конкретной организации. Например, громкоговорящая технологическая связь должна обладать [4]:

1. Гибкостью и возможностью быстрой замены устаревших образцов аппаратуры новой техникой без капитальной перестройки линейных устройств.

2. Транспортальностью оперативных пультов связи, что вызвано необходимостью их перемещения с одного места рабочего помещения на другое.

3. Унифицированными комплектами аппаратуры технологической связи для возможности выбора оптимального числа направлений связи.

4. Надежностью в эксплуатации, простотой и удобством в обслуживании, чтобы любой сотрудник, даже не имеющий специальной технической подготовки, мог пользоваться пультом и всей системой связи.

Кроме того, комплект аппаратуры технологической громкоговорящей связи учреждения должен обеспечить выполнение следующих видов работ:

1. Двусторонней оперативной индивидуальной связи, когда нужно работать в режиме одновременных действий «говорю и слушаю» (дуплекс) или последовательной передачи сообщений «говорю или слушаю» (симплекс).

2. Односторонней передачи информации от главного абонента к нескольким подчиненным (циркулярно).

3. Оперативного совещания, когда абоненты находятся на своих рабочих местах. В этом режиме главный абонент через центральный пульт выборочно дает слово одному из абонентов, а остальные слушают.

В существующих системах технологической громкоговорящей связи планируются основные и вспомогательные направления связи. Преимущество включения в абонентную сеть предоставляется главному абоненту, начальнику подразделения (каждому рядовому абоненту дается право с помощью светового или звукового сигнала вызвать на переговоры главного абонента). Если какой-либо канал занят, то это отмечается на пульте абонента красным световым сигналом.

Рассмотрим примерные варианты основных направлений связи для каждого главного абонента [4]. Для организации двусторонней громкоговорящей связи по системе дуплекс или симплекс применяются следующие типы схем связи (рисунок 5):

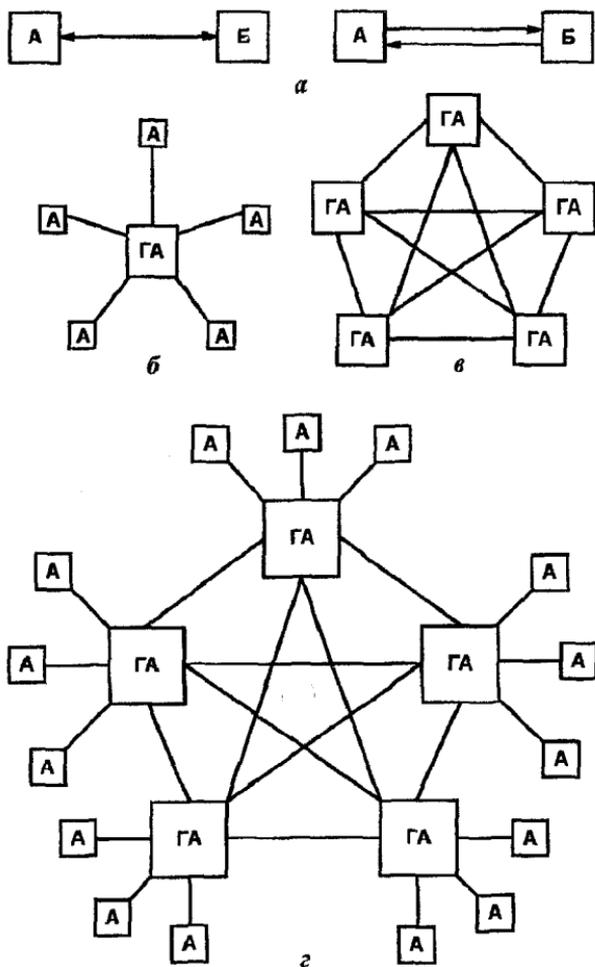


Рисунок 5 – Схемы технологической связи:
a – парная схема; *б* – радиальная схема;
в – звездно-кольцевая схема; *г* – комплексная схема

1. Парная схема (рисунок 5, *a*), когда два абонента имеют равные права на вызов, что аналогично установлению связи с помощью телефонных аппаратов.

2. Радиальная схема (рисунок 5, *б*), когда предпочтение по ведению переговоров отдано главному абоненту (ГА), а подчиненные

абоненты (А) могут выйти на связь только после предварительной посылки светового или звукового сигнала на главный пульт и желания главного абонента выслушать сообщение.

3. Звездно-кольцевая схема (рисунок 5, в), когда все абоненты, включенные в схему, имеют равные возможности установления связи (каждый с каждым или один со всеми).

4. Комплексная схема (рисунок 5, г), когда используются преимущества звездно-кольцевой и радиальной схем. В этом варианте главные абоненты связаны между собой по звездно-кольцевой, а подчиненные с каждым главным – по радиальной схеме.

При организации громкоговорящей технологической связи между основными подразделениями учреждения, принимающими активное участие в решении поставленной задачи, целесообразно использовать комплексную схему связи, которая позволяет абонентам получать или передавать команды и распоряжения с минимальной затратой времени.

3.2. Расчет системы громкого оповещения

Упрощенная методика. Для качественного озвучивания помещения, трансляции сообщений количество и мощность громкоговорителей необходимо выбирать исходя из геометрических размеров помещения, учитывая при этом только полезную площадь, т. е. ту, где находятся слушатели [3, 6]. Также следует помнить, что наилучшее качество озвучивания получается при использовании потолочных громкоговорителей, так как это позволяет добиться более равномерного звука. Для равномерного озвучивания помещения требуется установить громкоговорители так, чтобы зоны их воздействия располагались с некоторым перекрытием. Для правильного расчета необходимо учитывать, что зона действия P от одного потолочного динамика имеет радиус R , равный разности между высотой помещения a и высотой от пола до ушей слушателя b (рисунок 6).

Чтобы выполнить подбор необходимого количества громкоговорителей, исходя из площади помещения и высоты потолков, ниже приводится таблица 2.

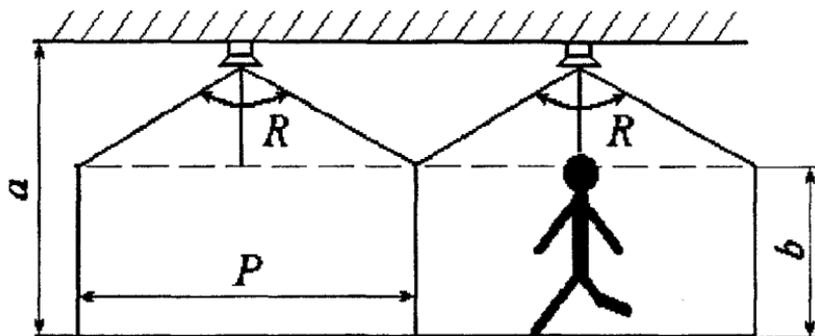


Рисунок 6 – Схема расчета количества и мощности громкоговорителей

Таблица 2 – Определение количества громкоговорителей

Высота потолка, м	Полезная площадь помещения, м ²						
	25	35	50	80	100	150	200
3	4	5	7	11	14	20	27
3,5	2	3	4	6	8	11	15
4	1	2	3	4	5	7	10
4,5	1	1	2	3	4	5	7
5	1	1	2	2	3	4	5
5,5	1	1	1	2	2	3	4
6	1	1	1	1	2	3	3

Пример. Требуется рассчитать по упрощенной методике [3, 6] количество и мощность громкоговорителей для магазина торговой площадью 150 м² и высотой потолков 4,5 м.

Для определения количества громкоговорителей воспользуемся таблицей 2. Очевидно, что требуется 5 громкоговорителей.

Для определения суммарной мощности громкоговорителей воспользуемся номограммой (рисунок 7): при уровне звука порядка 95,5 дБ суммарная мощность составит 13,5 Вт. Поэтому выберем 5 громкоговорителей по 3 Вт (их суммарная мощность составит 15 Вт).

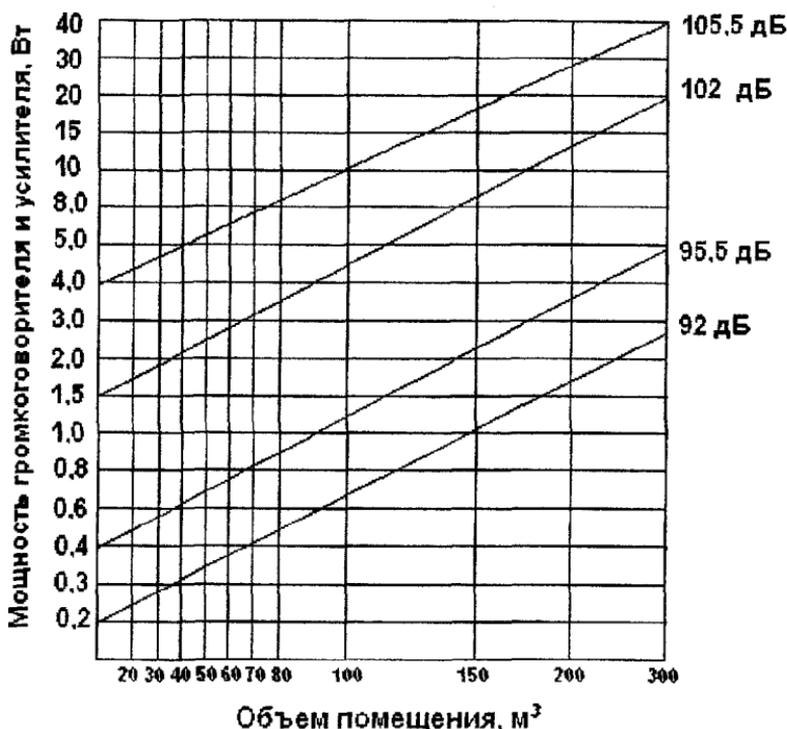


Рисунок 7 – Номограмма расчета суммарной мощности громкоговорителей

Примечание. При расчете следует учитывать, что если в помещении имеются окна, двери, то мощность громкоговорителей выбирается на 1 Вт больше на каждую дверь или окно.

Если невозможно установить потолочные громкоговорители, можно установить настенные по следующим рекомендациям:

1. Следует устанавливать громкоговорители на высоте 1,5 м для сидящих и 2–2,2 м для стоящих слушателей.

2. Если ширина помещения менее 5 м, то громкоговорители устанавливаются по длине помещения с шагом 4–6 м, избегая углов.

3. Если ширина помещения больше 5 м, то громкоговорители располагают на противоположных стенах в шахматном порядке с шагом 8–12 м.

Уточненная методика. Места установки оповещателей должны выбираться не из расчета удобства монтажа или дизайнерских со-

ображений, а из расчета достижения максимальной слышимости и разборчивости передаваемой информации. Выбор количества и мощности оповещателей в конкретном помещении напрямую зависит от таких основных параметров, как уровень шума в помещении (таблица 3), размеры помещения и звуковое давление устанавливаемых оповещателей.

Таблица 3 – Среднестатистические данные по уровню шумов

Назначение помещений	Типичные уровни шума L , дБА
Лечебные учреждения Гостиницы Учебные заведения	55–65
Офисы Склады Административные учреждения Магазины	65–70
Рестораны Вокзалы и аэропорты Супермаркеты	70–75
Производство Спортивные и концертные комплексы	75–80

Энергетической характеристикой оповещателя является мощность (Вт), которую он потребляет от трансляционной линии (мощность включения). Этот параметр используется, в первую очередь, для того, чтобы рассчитать необходимую мощность усилителя. Следует учесть, что громкость звука не зависит напрямую от мощности включения.

Для определения уровня звукового давления полезного сигнала, который должен быть обеспечен в помещении, необходимо к допустимому уровню звука постоянного шума в помещении прибавить 15 дБ:

$$SPL_{\text{СУМ}} = SPL_{\text{ШУМ}} + 15 \text{ дБ},$$

где $SPL_{\text{ШУМ}}$ – допустимый уровень звука постоянного шума в помещении.

Необходимо помнить, что допустимый уровень звука постоянно-го шума в помещениях различного назначения не одинаков. Он определяется либо путем замеров, либо исходя из санитарных норм.

Пример. Определить количество оповещателей для торгового зала, их мощность по уточненной методике [3, 6] при потолочной и настенной установке согласно таблице 4. Длина помещения – 30 м, ширина – 20 м, высота потолка – 4 м.

Таблица 4 – Уровень звукового давления (дБ) на расстоянии 1 м

Модель речевого оповещателя	Мощность включения в трансляционную линию, Вт						
	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8
Потолочный	88,1	90,8	93,8	96	98,8	–	–
Настенный	88	91	94	97	100	103	106

Необходимый уровень звукового давления, который должен развивать оповещатель в точке проводимого измерения, рассчитывается по формуле

$$SPL_{\text{оп}} = SPL_{\text{сум}} - 20 \cdot \lg(1/L),$$

где L – расстояние от оповещателя до точки измерения, м.

Так как в нашем помещении высота потолка, на котором будут установлены оповещатели, равна 4 м, то $L = 4 \text{ м} - 1,5 \text{ м} = 2,5 \text{ м}$.

Теперь, исходя из данных, приведенных в таблице 3, найдем $SPL_{\text{сум}}$:

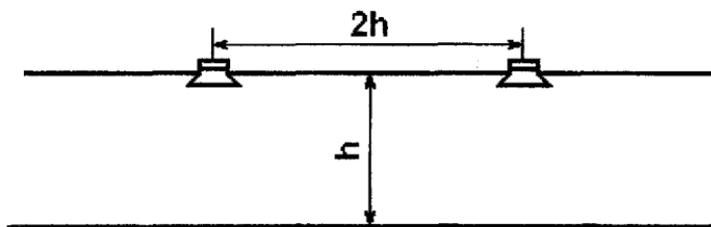
$$SPL_{\text{сум}} = SPL_{\text{шум}} + 15 \text{ дБ} = 70 \text{ дБ} + 15 \text{ дБ} = 85 \text{ дБ}.$$

Отсюда получаем

$$SPL_{\text{оп}} = SPL_{\text{сум}} - 20 \cdot \lg(1/L) = 85 \text{ дБ} - 20 \cdot \lg(1/2,5) = 91,85 \text{ дБ}.$$

Произведя данный расчет, выбираем из таблицы 4 необходимую нам мощность включения. Этим значением будет 0,5 Вт (для уровня звукового давления 93,8 дБ).

Далее выполним определение необходимого количества оповещателей и выберем схему их расстановки (рисунок 8).



h - высота потолка

Рисунок 8 – Расчетная схема

Площадь озвучивания одним потолочным оповещателем $S_{\text{оп}}$ примерно равна

$$S_{\text{оп}} = 4 \cdot h^2.$$

Подставив известное нам значение высоты потолка, получим

$$S_{\text{оп}} = 4 \cdot h^2 = 4 \cdot (4 \text{ м})^2 = 64 \text{ м}^2.$$

Теперь определим необходимое количество оповещателей N . Для этого надо площадь помещения $S_{\text{пом}}$ разделить на $S_{\text{оп}}$:

$$S_{\text{пом}} = 30 \text{ м} \cdot 20 \text{ м} = 600 \text{ м}^2,$$

$$N = S_{\text{пом}} / S_{\text{оп}} = 600 \text{ м}^2 / 64 \text{ м}^2 = 9,375 \approx 9 \text{ шт.}$$

Для расстановки потолочных оповещателей можно руководствоваться схемой на рисунке 9.

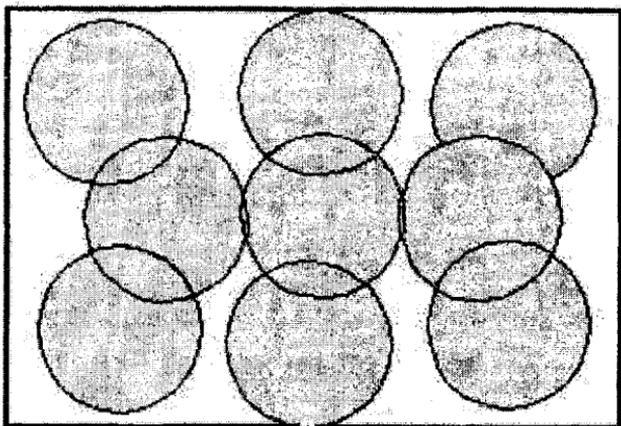


Рисунок 9 – Схема расстановки потолочных оповещателей

Итак, для обеспечения необходимой слышимости оповещения и разборчивости сигналов нам необходимо при потолочной установке установить 9 оповещателей суммарной мощностью в 0,5 Вт.

При настенной установке расчеты, связанные с определением необходимого количества оповещателей, и мощности их включения несколько отличаются от предыдущего примера. Требуется обеспечить в помещении уровень звукового давления $SPL_{\text{СУМ}} = 85$ дБ. Для вычисления площади озвучивания одним настенным оповещателем воспользуемся формулой

$$S_{\text{оп}} = L \cdot (L/1,5),$$

где L – расстояние от оповещателя до дальней точки измерения по оси оповещателя, м; $(L/1,5)$ – ширина озвучивания по фронту оповещателя, м.

Уровень звукового давления $SPL_{\text{оп}}$ от оповещателя зависит от положения перемычки мощности включения (таблица 5).

Таблица 5 – Уровень звукового давления (дБ) на расстоянии 1 м

Модель оповещателя	Положение перемычки мощности включения		
	Высокое	Среднее	Низкое
АН-24WP	111	105	100

Поскольку $SPL_{\text{оп}} = SPL_{\text{сум}} - 20 \cdot \lg(1/L)$, после преобразований получаем расчетные формулы

$$K = (SPL_{\text{оп}} - SPL_{\text{сум}}) / 20,$$

$$L = 10^K.$$

Определим значения L для каждого из трех вариантов значений $SPL_{\text{оп}}$ согласно таблице 5:

При $SPL_{\text{оп}} = 111$ дБ получаем $K_1 = 1,3$; $L_1 = 19,95$ м.

При $SPL_{\text{оп}} = 105$ дБ получаем $K_2 = 1$; $L_2 = 10$ м.

При $SPL_{\text{оп}} = 100$ дБ получаем $K_3 = 0,75$; $L_3 = 5,62$ м.

Теперь, используя полученные результаты, находим $S_{\text{оп}}$:

При $SPL_{\text{оп}} = 111$ дБ получаем $S_{\text{оп1}} = L_1 \cdot (L_1/1,5) = 265,3 \text{ м}^2$,

При $SPL_{\text{оп}} = 105$ дБ получаем $S_{\text{оп2}} = L_2 \cdot (L_2/1,5) = 66,7 \text{ м}^2$,

При $SPL_{\text{оп}} = 100$ дБ получаем $S_{\text{оп3}} = L_3 \cdot (L_3/1,5) = 21,1 \text{ м}^2$.

Из полученных выше результатов видно, что чем больше $SPL_{\text{оп}}$, тем большую площадь с необходимым уровнем $SPL_{\text{сум}}$ оповещатель сможет озвучить. Соответственно, нам потребуется количество оповещателей:

$$N_1 = S_{\text{пом}} / S_{\text{оп1}} = 600 \text{ м}^2 / 265,3 \text{ м}^2 = 2,3 \approx 2 \text{ шт.},$$

$$N_2 = S_{\text{пом}} / S_{\text{оп2}} = 600 \text{ м}^2 / 66,7 \text{ м}^2 = 9 \text{ шт.},$$

$$N_3 = S_{\text{пом}} / S_{\text{оп3}} = 600 \text{ м}^2 / 21,1 \text{ м}^2 = 28,5 \approx 29 \text{ шт.}$$

Итак, для обеспечения необходимой слышимости оповещения и разборчивости сигналов следует при настенной установке (рисунок 10) установить 2 оповещателя суммарной мощностью около 32 Вт в первом случае, 9 оповещателей суммарной мощностью около 8 Вт во втором случае, 29 оповещателей суммарной мощностью 2 Вт в третьем случае (см. таблицу 4).

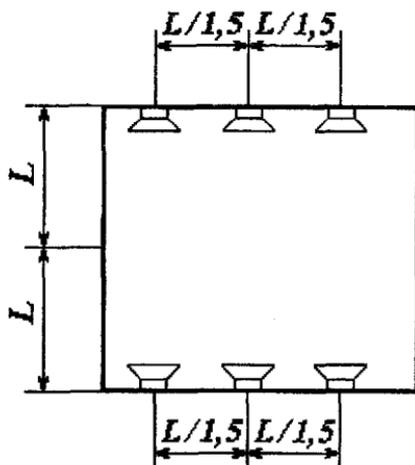


Рисунок 10 – Пример расстановки настенных оповещателей

3.3. Расчет мощности акустической системы конференц-зала

Анализ акустических условий в конференц-зале начинают с оценки соотношений между высотой, шириной и длиной помещения. Напомним, что оптимальным вариантом принято считать соотношение, соответствующее пропорции «золотого сечения» [4]:

$$H : B : L = 3 : 5 : 8,$$

где H , B и L – усредненные размеры внутреннего помещения конференц-зала, имеющего форму параллелепипеда.

Предположим, имеется помещение, внутренний объем которого равен $V = 2737 \text{ м}^3$, число мест $n = 396$. Форма зала – параллелепипед высотой $H = 8,5 \text{ м}$, шириной $B = 14 \text{ м}$, длиной $L = 23 \text{ м}$. Оптимальность геометрических размеров конференц-зала, имеющего форму параллелепипеда, оценивается пропорцией «золотого сечения». Коэффициент пропорциональности X зависит от объема помещения и произведения высоты, ширины и длины согласно следующей пропорции:

$$V = (3 \cdot X) \times (5 \cdot X) \times (8 \cdot X) = 120 \cdot X^3.$$

Отсюда получаем

$$X = \sqrt[3]{V/120} = \sqrt[3]{2737 \text{ м}^3 / 120} = 2,836 \text{ м}.$$

Определим составные части пропорции, поделив исходные значения высоты, ширины и длины конференц-зала на коэффициент пропорциональности:

$$H/X = 8,5 \text{ м} / 2,836 \text{ м} = 3;$$

$$B/X = 14 \text{ м} / 2,836 \text{ м} = 4,94;$$

$$L/X = 23 \text{ м} / 2,836 \text{ м} = 8,11.$$

Проведенные вычисления показывают, что пропорции размеров помещения находятся в пределах нормы, отличаясь от требований «золотого сечения» менее чем на 5 %.

При расчете удельного объема $V_{\text{УД}}$, приходящегося на одного участника конференции, предварительно определим свободный объем конференц-зала $V_{\text{СВ}}$, который в нашем случае равен разности объема строительной коробки зала и занятых объемов авансцены, подвесного потолка и пространства под рядами амфитеатра:

$$V_{\text{СВ}} = V - V_3 = 2737 \text{ м}^3 - 150 \text{ м}^3 = 2587 \text{ м}^3.$$

Зная свободный объем помещения $V_{\text{СВ}}$ и число посадочных мест n , найдем удельный объем $V_{\text{УД}}$, который является одним из параметров конференц-зала, характеризующих акустические условия:

$$V_{\text{УД}} = V_{\text{СВ}} / n = 2587 \text{ м}^3 / 396 \text{ чел.} = 6,5 \text{ м}^3 / \text{чел.}$$

Если удельный объем конференц-зала составляет 7–8 м³/чел. при норме 5 м³/чел., то можно считать, что зал имеет завышенный объем, отрицательно влияющий на качество звучания.

Мощность выходного блока канала акустической системы конференц-зала зависит от заданного номинального уровня звукового давления $L_{\text{НОМ}}$, размеров и акустических свойств помещения, степени диффузности звукового поля (косвенно оцениваемого акустическим отношением R), коэффициента полезного действия (КПД) звуковых агрегатов η .

Для упрощения методики расчета при достаточной для практических целей точности принимают следующие допущения:

- звуковое поле в помещении равномерно и диффузно, что соответствует, например, для конференц-зала акустическому отношению $R = 2-4$;

- звуковые агрегаты, смонтированные на порталах, имеют величину КПД $\eta = 1\%$, а коэффициент осевой концентрации излучателей звука – $Q = 10-30$.

Ориентировочный расчет электрической мощности выходного блока канала, необходимой для работы акустической системы в номинальном режиме, проводят в такой последовательности [4]:

1. Вычисляют средний уровень звукового давления в зале в зависимости от среднего значения акустического отношения:

$$L_{\text{СР}} = L_{\text{НОМ}} - 10 \cdot \lg \left(\frac{1 + R_{\text{СР}}}{R_{\text{СР}}} \right).$$

2. Определяют акустическую мощность, зная фонд поглощения в зале для средних частот A и уровень звукового давления $L_{\text{СР}}$:

$$P_{\text{А}} = A \cdot 10^{\frac{L_{\text{СР}} - 96}{10}}.$$

3. Рассчитывают электрическую мощность выходного блока канала звуковоспроизведения:

$$P_{\text{Эл}} = \frac{P_{\text{А}} \cdot 10^{-3}}{\eta \cdot (1 - \alpha_{\text{СР}})},$$

где $\alpha_{\text{СР}}$ – среднее значение коэффициента поглощения в зале на частоте 500 Гц, η – КПД громкоговорителей.

Если помещение конференц-зала имеет объем, не превышающий 2000 м³, то можно использовать упрощенный вариант расчета электрической мощности:

$$P_{\text{Эл}} = \frac{w_0 \cdot c_0 \cdot A \cdot 10^{L_{\text{НОМ}}/10}}{4 \cdot \eta},$$

где $w_0 = 3 \cdot 10^{-15}$ Дж/м³ – плотность звуковой энергии на уровне порога слышимости;

$c_0 = 340$ м/с – скорость распространения звука в воздухе;

$L_{\text{НОМ}}$ – номинальный уровень звукового давления, дБ;

$P_{\text{Эл}}$ – электрическая мощность в Вт.

Расчет электрической мощности канала звуковоспроизведения также можно провести, используя исходные данные:

$$P_{\text{Эл}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СВ}} \cdot 10^{L_{\text{НОМ}}/10}}{\eta \cdot T \cdot 10^{14}},$$

где $V_{\text{СВ}}$ – свободный объем помещения зала, м³;

T – время реверберации зала на частоте 500 Гц, с.

В качестве примера рассчитаем электрическую мощность канала звуковоспроизведения тремя способами, используя акустические данные конференц-зала на 396 мест [4].

Пример. Номинальное звуковое давление $L_{\text{НОМ}} = 100$ дБ; свободный объем зала $V_{\text{СВ}} = 2587$ м³; время реверберации зала на частоте 500 Гц $T = 1,7$ с; суммарный фонд поглощения звуковых волн $A = 223,6$ м²; средний коэффициент поглощения $\alpha_{\text{СР}} = 0,183$; среднее значение акустического отношения $R_{\text{СР}} = 3$; КПД громкоговорителей, установленных на портальной стене, $\eta = 0,01$.

Первый способ. Определим средний уровень звукового давления в диффузном поле при $R_{\text{СР}} = 3$:

$$L_{\text{CP}} = L_{\text{НОМ}} - 10 \cdot \lg \left(\frac{1 + R_{\text{CP}}}{R_{\text{CP}}} \right) = 100 - 10 \cdot \lg \left(\frac{4}{3} \right) = 98,75 \text{ дБ};$$

$$P_{\text{A}} = A \cdot 10^{\frac{L_{\text{CP}} - 96}{10}} = 223,6 \cdot 10^{\frac{98,75 - 96}{10}} = 421,2 \text{ мВт};$$

$$P_{\text{Эл}} = \frac{P_{\text{A}} \cdot 10^{-3}}{\eta \cdot (1 - \alpha_{\text{CP}})} = \frac{421,2 \cdot 10^{-3}}{0,01 \cdot (1 - 0,183)} = 51,6 \text{ Вт.}$$

Второй способ. Электрическая мощность канала звуковоспроизведения:

$$P_{\text{Эл}} = \frac{w_0 \cdot c_0 \cdot A \cdot 10^{L_{\text{НОМ}}/10}}{4 \cdot \eta} = \frac{3 \cdot 10^{-15} \cdot 340 \cdot 223,6 \cdot 10^{100/10}}{4 \cdot 0,01} = 57 \text{ Вт.}$$

Третий способ. Электрическая мощность канала звуковоспроизведения:

$$P_{\text{Эл}} = \frac{4 \cdot V_{\text{СВ}} \cdot 10^{L_{\text{НОМ}}/10}}{\eta \cdot T \cdot 10^{14}} = \frac{4 \cdot 2587 \cdot 10^{100/10}}{0,01 \cdot 1,7 \cdot 10^{14}} = 60,9 \text{ Вт.}$$

Среднее значение мощности, определенное тремя способами:

$$P_{\text{Эл.СР}} = \frac{51,6 + 57 + 60,9}{3} = 56,5 \text{ Вт.}$$

Вывод. Учитывая стандартные значения выходной мощности усилителей комплектов типовой аппаратуры (50, 100, 250 Вт), следует для акустической системы конференц-зала выбрать более мощную аппаратуру (100 Вт), что обеспечит работу выходного канала с запасом по мощности и получение меньших нелинейных искажений сигнала при номинальном уровне звукового давления.

4. Подбор и расстановка средств визуального воздействия

В разделе приводятся характеристики и принцип действия различных средств визуального воздействия, делается выбор между ними с целью организации информационного воздействия на посетителей в помещении [1, 5]. Объем раздела – 6–8 страниц.

Индикаторные приборы. В современной технике широко применяются различные индикаторные приборы, в частности, так называемые знаковые и цифровые индикаторы. Некоторые из них относятся к газоразрядным приборам тлеющего разряда, но существуют и электронные электровакуумные индикаторы. Разработаны и используются также полупроводниковые индикаторные приборы.

Широко распространены **знаковые индикаторы тлеющего разряда.** В баллоне с неоном находятся катоды, выгнутые из проволоки в виде цифр или других знаков и расположенные один за другим. На схеме (рисунок 11, а) приведены для упрощения лишь первые два катода в виде цифр 1 и 2. В цифровых индикаторах имеется 10 катодов в виде цифр от 0 до 9. Анод обычно сделан из проволоочной сетки. При подаче напряжения между анодом и одним из катодов возникает свечение газа (около катода), т.е. виден светящийся знак. Толщина светящейся линии – примерно 1–2 мм. Выпускаются подобные индикаторы с так называемыми сегментными катодами, синтезирующими изображение (рисунок 11, б). Включение этих катодов в той или иной комбинации дает светящееся изображение цифры или какого-то другого знака. В настоящее время выпускается много типов подобных индикаторов на различные знаки.

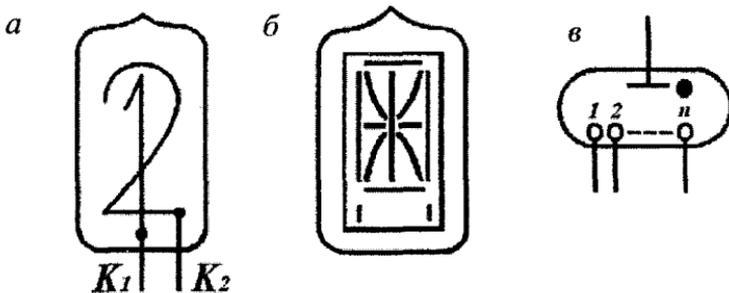


Рисунок 11 – Варианты устройства (а, б) и условное графическое обозначение (в) знакового индикатора тлеющего разряда

Знаковые накальные вакуумные индикаторы дают синтезированное изображение в виде цифр или букв, составленное из накаливаемых проволочек. В баллоне с вакуумом на теплостойкой изоляционной плате расположены вольфрамовые проволочки (нити накала). Один вывод у них делается общий. Подключение к источнику накала той или иной комбинации проволочек дает светящееся изображение цифры или буквы. Свечение желтого цвета возникает при рабочей температуре около 1200 °С. Срок службы составляет десятки тысяч часов.

Вакуумные люминесцентные индикаторы представляют собой многоанодные триоды, имеющие оксидный катод прямого накала, сетку и аноды-сегменты, покрытые люминофором. Включение нескольких анодов в определенной комбинации дает светящийся знак большей частью зеленого цвета.

Электролюминесцентные индикаторы (ЭЛИ) предназначены для отображения различной информации в системах управления и контроля. В них используется явление электролюминесценции, состоящее в том, что некоторые вещества способны излучать свет под действием электрического поля. По устройству ЭЛИ представляет собой плоский конденсатор. На металлический электрод нанесен слой диэлектрика – органической смолы с люминесцирующим порошком, основу которого обычно составляет сульфид или селенид цинка. Добавление к люминофору активаторов позволяет получать различные цвета свечения: зеленый, голубой, желтый, красный, белый. Сверху люминесцирующий слой покрыт электропроводящей прозрачной пленкой. Для предохранения от внешних воздействий служит стеклянная пластинка. Если к электродам приложить переменное напряжение, то под действием электрического поля в слое диэлектрика возникает свечение.

Наиболее распространены буквенно-цифровые сегментные индикаторы. Для изображения цифр они имеют от 7 до 9 сегментов, а индикаторы с 19 сегментами позволяют высвечивать все цифры и буквы русского и латинского алфавитов. Обычно ЭЛИ оформляются в пластмассовых корпусах. Для их питания применяется переменное синусоидальное напряжение 220 В частотой от 400 до 1200 Гц. Линейные размеры высвечиваемых знаков могут быть от единиц до десятков миллиметров, и в зависимости от этого потребляется ток от десятых долей миллиампера до десятков миллиампер. Срок службы ЭЛИ составляет несколько тысяч часов. Рабочая темпера-

тура окружающей среды допускается обычно от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Несомненное достоинство ЭЛИ – малое потребление мощности при относительно высокой яркости изображения, плоская конструкция, высокая механическая прочность, большой срок службы. Недостаток, как и у многих других индикаторов, – необходимость применения довольно сложных систем управления.

Жидкокристаллические индикаторы (ЖКИ) основаны на использовании так называемых жидких кристаллов (ЖК), представляющих собой некоторые органические жидкости с упорядоченным расположением молекул, характерным для кристаллов. В настоящее время известно большое число жидкокристаллических веществ и они изучены достаточно хорошо. Жидкие кристаллы прозрачны для световых лучей, но под действием электрического поля структура их нарушается, молекулы располагаются беспорядочно и жидкость становится непрозрачной.

Эти индикаторы могут иметь различные конструкции и работать либо в проходящем свете, созданном каким-либо специальным источником, либо в свете любого источника (искусственного или естественного), отражающемся в индикаторе. Индикаторы последнего типа (рисунок 12) применяются в наручных электронных часах, микрокалькуляторах и других устройствах. Между двумя стеклянными пластинками 1 и 3, склеенными с помощью полимерной смолы 2, находится слой жидкого кристалла 4 толщиной 10–20 мкм. Пластика 3 покрыта сплошным проводящим слоем (электрод 5) с зеркальной поверхностью. На пластинку 1 нанесены прозрачные слои – электроды А, Б и В, от которых сделаны выводы, не показанные на рисунке. Эти электроды имеют форму цифр, букв или сегментов различных знаков. Если на электроды А, Б и В напряжение не подано, то слой жидкого кристалла прозрачен, световые лучи внешнего освещения проходят через него, отражаются от электрода 5, выходят обратно и никаких знаков не видно. Но если на какой-то электрод (например, А) подано напряжение, то слой жидкого кристалла под этим электродом становится непрозрачным, лучи света не проходят через этот участок, и тогда на фоне виден темный знак.

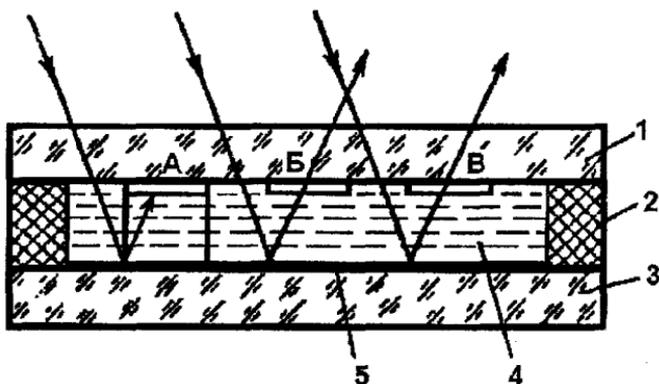


Рисунок 12 – Принцип устройства и работы ЖКИ:
 А, Б, В – знаковые электроды; 1, 3 – стеклянные пластинки;
 2 – полимерная смола; 4 – жидкий кристалл; 5 – электропроводящий слой

Жидкокристаллические индикаторы весьма экономичны. Ток, потребляемый для воспроизведения одного знака, не превышает 1 мкА. Долговечность ЖКИ составляет десятки тысяч часов. Недостаток этих индикаторов – низкое быстродействие. Время появления или исчезновения знака, т. е. время перехода молекул ЖК из упорядоченного расположения в беспорядочное или обратно, доходит до 200 мс. Для управления ЖКИ применяются довольно сложные устройства, обычно на основе интегральных микросхем.

Помимо рассмотренных индикаторных приборов простейшего типа разработаны и выпускаются еще и другие, более сложные.

Дисплеи. Дисплеем называют устройство информационной системы, служащее для визуального изображения информации и связи человека с машиной. Широко применяются дисплеи малого размера, например, в электронных часах или микрокалькуляторах, и дисплеи большого размера. Различные типы дисплеев основаны на использовании разнообразных физических и химических явлений. Все дисплеи можно разделить на две большие группы: **излучающие свет и модулирующие свет.**

Светоизлучающий дисплей должен давать свечение достаточной яркости. Особенно большая яркость необходима, если дисплей применяется при солнечном освещении. Важен цвет свечения: человеческий глаз наиболее чувствителен к желтому и желто-

зеленому цвету. Изображение должно быть контрастным. Чем больше отношение максимальной яркости к минимальной, тем выше контрастность. Желательна широкая диаграмма направленности дисплея, т. е. возможность хорошей видимости изображения под разным углом зрения.

Для управления работой дисплея применяются токи и напряжения различного вида и амплитуды. Всегда желательна возможно меньшая потребляемая мощность. Дисплеи, работающие с устройством на интегральных схемах, должны питаться напряжением не более 30 В. У дисплеев большого размера, потребляющих значительную мощность, важен более высокий КПД. Высокое быстродействие не требуется для дисплеев, так как человеческий глаз не может различать изменения, происходящие быстрее, чем за 0,1 с. Разрешающая способность дисплея оценивается минимальным размером наблюдаемого элемента. Это может быть квадрат со стороной не менее 50 мкм. У многих дисплеев этот элемент больше, причем он зависит от яркости и расстояния от дисплея до наблюдателя.

Некоторые типы дисплеев обладают «памятью», т. е. могут сохранять изображение без потребления или с малым потреблением энергии.

Рассмотрим теперь основные типы **светоизлучающих дисплеев**.

В **электронно-лучевых дисплеях** используются электронно-лучевые трубки. Дисплеи на **светоизлучающих диодах**, как правило, имеют небольшие (несколько сантиметров) линейные размеры и низкое (не более 5 В) напряжение питания.

Дисплеи на **газоразрядных элементах**, иначе **плазменные**, имеют две взаимно перпендикулярные системы электродов в виде проводящих полос. Между электродами инертный газ – неон, или ксенон, или смесь газов. Такие системы иногда называют еще газоразрядными индикаторными панелями (ГИП). Дисплеи с электродами в виде полос могут иметь различное число электродов, например, 512 горизонтальных и столько же вертикальных. Разрешающая способность характеризуется числом линий на 1 мм. Возможно также применение точечных электродов. Неон дает оранжевое свечение. Иногда на подложку, на которой расположены электроды, наносят люминофор, дающий свечение другого цвета. Питание этих дисплеев возможно постоянным или переменным током.

Электролюминесцентные дисплеи составлены из электролюминесцентных индикаторов (ЭЛИ).

Рассмотрим основные типы **светомодулирующих дисплеев**.

Жидкокристаллические дисплеи потребляют малую мощность, дают хорошую видимость изображения даже при высоком уровне внешней освещенности, имеют низкую стоимость, бывают малого (например, в часах) и большого размера.

Электрохромные дисплеи (ЭХД) основаны на использовании электрохромного эффекта, который заключается в том, что некоторые вещества под действием электрического поля или при прохождении тока изменяют свой цвет. В качестве электрохромного вещества чаще всего применяют триоксид вольфрама WO_3 . Его пленка под напряжением приобретает синий цвет. Для этого требуется напряжение всего лишь 0,5–1,5 В. При перемене полярности напряжения пленка приобретает исходный цвет. Эти дисплеи потребляют небольшую мощность и обладают «памятью», т. е. сохраняют цветное изображение некоторое время (минуты и даже часы) без потребления мощности. Однако ЭХД на WO_3 имеют ряд недостатков, в частности, невысокое быстродействие и небольшой срок службы.

Электрофорезные дисплеи (ЭФД) основаны на явлении электрофореза, который состоит в том, что под действием электрического поля в жидкости перемещаются взвешенные частицы (например, частицы пигмента в окрашенной жидкости), притягиваясь к какому-то электроду или отталкиваясь от электрода в зависимости от знака потенциала. Жидкость выбирается с хорошими диэлектрическими свойствами для уменьшения потребляемого тока. Пигмент выбирается по цвету, резко отличному от цвета жидкости. Напряжение для ЭФД составляет десятки вольт. Срок службы может достигать десятков тысяч часов. В течение этого срока могут происходить десятки миллионов переключений. Быстродействие ЭФД невысокое.

5. Выбор параметров волоконно-оптической линии связи

В разделе осуществляется выбор конструктивных параметров и расчет характеристик волоконно-оптической линии связи [2, 7]. Объем раздела – 5–6 страниц записки.

Волоконно-оптические каналы связи, как правило, снабжены защитной кабельной оболочкой. Кабельная оболочка защищает волокна от внешних агрессивных и механических воздействий, спо-

собных привести к повреждению или ухудшению их характеристик. Дополнительные виды защиты от электрических разрядов, замыканий и пламени, важные для медных кабелей, не требуются для диэлектрических волокон. Для оптического кабеля важными характеристиками являются предел его прочности на разрыв, твердость, срок службы, гибкость, защищенность от внешних воздействий, диапазон рабочих температур и внешний вид.

На рисунке 13 представлены основные компоненты простого оптического кабеля с одним волокном. Конструкция кабелей может быть достаточно разнообразной, но общими являются следующие компоненты:

1. Оптическое волокно.
2. Буферная оболочка.
3. Силовой элемент.
4. Внешняя оболочка.

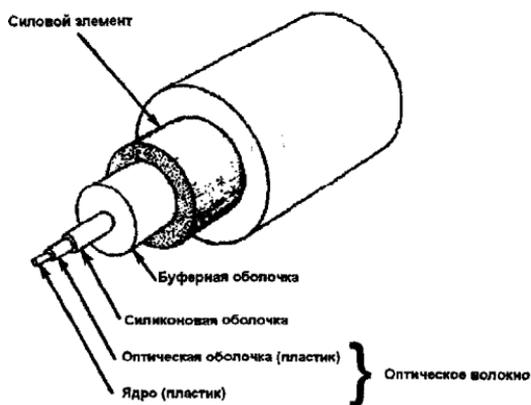


Рисунок 13 – Конструкция волоконно-оптического кабеля

Наиболее простой вид буфера представляет собой пластиковую оболочку, расположенную поверх оптической оболочки. Данный буфер является частью волокна и наносится производителями волокна. Дополнительный буфер наносится производителями кабелей. Существуют два вида кабельных буферов: пустотелый и плотный. Ниже представлены обе эти конструкции и их качественное сравнение (таблица 6).

Таблица 6 – Сравнение кабельных буферов

Параметр кабеля	Структура кабеля	
	Пустотелый буфер	Плотный буфер
Радиус изгиба	Большой	Маленький
Диаметр	Большой	Маленький
Растяжение	Высокое	Низкое
Сопrotивление удару	Низкое	Высокое
Сопrotивление давлению	Низкое	Высокое

Пустотелый буфер использует твердую пластиковую трубку с внутренним диаметром, в несколько раз превосходящим размер волокна. Одно или несколько волокон укладывается в этой трубке. Буферная трубка изолирует волокно от остальной части кабеля и от механических воздействий. Таким образом, буферная трубка становится элементом, принимающим на себя нагрузку. Если кабель расширяется или сжимается при изменении температуры, это не оказывает заметного влияния на волокно. Волокно имеет более низкое значение коэффициента теплового расширения по сравнению с другими кабельными компонентами, что приводит к меньшему его расширению или сжатию при изменении температуры. Обычно предусматривается некоторый избыток длины волокна по сравнению с длиной трубки, так что кабель может свободно расширяться, не оказывая при этом растягивающего воздействия на волокно.

Плотный буфер предполагает непосредственный контакт пластикового элемента с волоконной оболочкой. Эта конструкция обеспечивает лучшую защиту от механических воздействий, но не так хорошо защищает волокно от изменения температуры. Поскольку пластик расширяется и сжимается в различной степени по сравнению с волокном, то сжатие, обусловленное падением температуры, может приводить к образованию микроизгибов. Кабель с плотным буфером более гибкий и изгибается с меньшим радиусом кривизны. Последнее преимущество делает кабель с плотным буфером особенно ценным для внутренней проводки, когда влияние температуры не столь существенно, а гибкость кабеля позволяет легко укладывать его внутри стен.

Силовые элементы повышают механическую прочность кабеля. В ходе и после прокладки силовые элементы принимают на себя

растягивающие напряжения, защищая от них волокно. Наиболее распространенными силовыми элементами являются кевларовая нить, стальные и эпоксидные стержни. Кевлар используется тогда, когда каждое волокно помещается внутри индивидуальной оболочки. Стальные нити и стекловолокна применяются в многожильных кабелях. Сталь характеризуется лучшей механической устойчивостью по сравнению со стекловолокном, но в ряде случаев требуется изготовление полностью диэлектрических кабелей. Сталь, например, притягивает разряды молнии, а стекло нет.

Внутренние кабели. К кабелям, предназначенным для внутренней проводки, относятся:

1. Симплексные кабели.
2. Дуплексные кабели.
3. Многожильные кабели.

Волоконно-оптические кабели обычно подразделяют в соответствии с этой классификацией. Поскольку одно волокно позволяет передавать сигнал только в одном направлении от передатчика до приемника, **симплексный кабель** служит только для одноканальной передачи.

Дуплексные кабели содержат два оптических волокна. Дуплекс означает наличие двух каналов передачи. Одно волокно передает сигнал в одном направлении, а другое – в противоположном. Дуплексный режим работы можно создать с помощью двух симплексных кабелей. Дуплексный кабель представляет собой два симплексных кабеля с объединенной внешней оболочкой и подобен известному электрическому кабелю для прокладки внутри помещений. Специальная нить для разделения двух жил дуплексного кабеля позволяет легко разделить его на симплексные кабели.

Использование дуплексного кабеля вместо двух симплексных обусловлено также соображениями удобства и эстетики. Проводка дуплексного кабеля также гарантирует большую надежность кабельной системы, поскольку вероятность того, что оба канала выйдут из строя, минимальна.

Многожильные кабели содержат более двух волокон. Они позволяют передавать сигнал внутри здания. Волокна обычно используются попарно, что позволяет передавать сигнал в обоих направлениях. Десятижильный кабель, например, позволяет организовать пять дуплексных линий передачи сигнала. Многожильные

кабели часто состоят из нескольких полых кабельных трубок, содержащих одно или несколько волокон. Идентификация волокон в таких кабелях производится по трубкам, имеющим цветовую маркировку. Трубки располагаются в кабеле вокруг центрального силового элемента из стали или стекловолокна. Такое устройство обеспечивает защиту волокон при изгибе кабеля.

Внешние кабели. Кабели для внешней прокладки должны соответствовать более жестким окружающим условиям, чем внутренние кабели. Монтаж внешних кабелей производится несколькими способами:

1. Подвеска: кабель натягивается между телефонными столбами.
2. Непосредственное закапывание: кабель укладывается в открытую траншею и засыпается землей.
3. Косвенное закапывание: кабель также закапывается в землю, но в специальных кабельных каналах.
4. Подводная прокладка: кабель укладывается под водой.

Кабели данного типа должны быть более прочными и долговечными, так как они подвергаются различным экстремальным воздействиям. Большинство кабелей имеет дополнительные защитные экраны. Например, стальная оболочка используется для предохранения от грызунов, которые могут повредить как внешний экран, так и само волокно. В других конструкциях в качестве наполнителя полых кабельных трубок используется гель для вытеснения воздуха. Кроме того, наполнение кабельной трубки гелем предохраняет от просачивания воды внутрь кабеля. В отсутствие геля вода может попасть внутрь кабеля, а при замерзании расширится и повредит кабель. Чтобы избежать этого, волокно помещается в «плавающем» состоянии внутри трубки, наполненной незамерзающим гелем.

Большинство внешних кабелей содержит несколько волокон. Силовой элемент обычно представляет собой мощный стальной или стекловолоконный сердечник, хотя иногда используются и тонкие стальные тросы, запаянные во внешнем экране. Большинство многожильных кабелей имеет несколько кабельных трубок.

Другое направление в кабельном конструировании представляют ленточные кабели. В ленточной конструкции 12 параллельных волокон располагаются в виде сэндвича между полиэстерными лентами, имеющими двустороннее клеящее покрытие. Каждая кабельная лента может быть склеена с другими, образуя тем самым прямоугольный массив. Например, склеивание 12 кабельных лент образует

массив из 144 волокон. Этот массив размещается в поллой трубке, которая в свою очередь окружается двумя слоями полиэтилена. Каждый слой полиэтилена содержит 14 стальных нитей, играющих роль силовых элементов. В зависимости от назначения возможны дополнительные защитные слои, например, стальные рукава, охватывающие полиэтилен. В первых промышленных волоконно-оптических системах, выпущенных компанией АТ&Т в 1977 году, использовали ленточную конструкцию.

При прокладке многожильных кабелей первоначально не предполагается использование всех волокон. Некоторое количество их рассматривается как резерв, чтобы иметь возможность в будущем заменить ими вышедшие из строя. Другой причиной прокладки кабеля с избыточным числом волокон является учет необходимости расширения каналов передачи, неизбежно возникающей в будущем. Прокладка кабеля является дорогостоящим мероприятием. Наличие избыточного числа волокон в местах, где они нужны, экономит будущие затраты, связанные с прокладкой дополнительных кабелей.

Кабели поставляются потребителю на катушках различной емкости от 1 до 2 км, хотя для одномодовых кабелей возможна длина от 5 до 6 км. Большая длина требуется для систем передачи на дальние расстояния, когда число сращиваний концов кабелей, смотанных с разных катушек, велико. Кроме того, каждое сращивание приносит в систему дополнительные потери. Большая длина кабельных сегментов предполагает меньшее количество сращиваний и меньшие потери.

Цветовая кодировка. При изготовлении оболочек волокон или буферных трубок, или тех и других часто используется цветовая маркировка, позволяющая легко идентифицировать каждое волокно. В длинной линии нужно быть уверенными, что волокно А из первого отрезка кабеля соединяется с волокном А из второго отрезка, В соединяется с В, С соединяется с С и т. д. Цветовая маркировка облегчает идентификацию волокон.

Нагрузки. Большинство поставщиков кабеля специфицируют максимально допустимые растягивающие нагрузки. Обычно указываются две нагрузки. Нагрузка при прокладке представляет собой кратковременный вид нагрузки, которая может быть приложена к кабелю во время его размещения. Эта нагрузка включает усилия, необходимые для протягивания кабеля в кабельных каналах, вокруг

углов и т.д. Максимальное значение специфицированной нагрузки в зависимости от применения ограничивает длину отрезка кабеля при прокладке. При этом необходимо заранее аккуратно просчитывать процесс прокладки, чтобы не допустить перенапряжения в волокне. Второй вид специфицированной нагрузки называется рабочей, или долговременной, нагрузкой. После завершения прокладки кабель не может продолжительно выдерживать столь же высокий уровень нагрузки как при прокладке. Поэтому специфицированная рабочая нагрузка меньше нагрузки при прокладке. Рабочая нагрузка также называется статической. Нагрузка при прокладке и рабочая нагрузки указываются в фунтах или ньютонах. Допустимые нагрузки зависят от устройства кабеля и его планируемого применения. Типичные специфицируемые значения для симплексного внутреннего кабеля составляют 250 фунтов (1112 ньютонов) в процессе прокладки и 10 фунтов (44 ньютона) в рабочем режиме.

Комбинированные кабели. Волоконно-оптические кабели иногда содержат медные провода, такие как витая пара. Данные провода могут быть использованы для обычной коммуникации, но они также имеют два других достаточно популярных применения. Во-первых, для связи между персоналом во время прокладки, особенно в местах, удаленных от телефонных линий. Персонал, занимающийся тестированием качества оптического соединения, должен постоянно иметь связь с офисом. В офисе находится тестирующая аппаратура, которая позволяет проанализировать качество устанавливаемых соединений. Во-вторых, для подвода питания к удаленным электронным устройствам.

Кабельные спецификации. В большинстве кабельных систем используются оптические волокна различных видов и размеров. Например, диаметр буферной волоконной оболочки составляет 250 или 900 микрон. Эта оболочка позволяет использовать волокна типа: 8/125, 50/125, 62.5/125, 85/125 или 100/140 микрон. Каждый из этих типов волокон может быть рассчитан на различные затухания и ширину полос пропускания, удовлетворяющие конкретным требованиям. В кабелях с поллой трубкой в качестве буферной оболочки в одной трубке может находиться не только одно, но и несколько волокон. Ни один из этих факторов не оказывает существенного влияния на конструкцию кабеля. Любая конструкция может быть легко видоизменена.

Одномодовые волокна являются наиболее предпочтительными для передачи сигнала на дальние расстояния, где требуется высокая скорость передачи информации, в то время как волокна типа 50/125 и 100/140 микрон тоже находят достаточно широкое применение.

После описания выбранных типов волоконно-оптических линий связи выполним расчет их характеристик.

1. Рассчитать параметры ВОЛС и построить структурную схему оптического линейного тракта [2, 7].

Исходные данные:

Потери на разъёмных соединениях: $a_{p.c} = 0,5$ дБ.

Строительная длина кабеля: $l_{c.d} = 2$ км.

Потери на неразъёмных соединениях: $a_{н.с} = 0,09$ дБ.

Затухание кабеля: $a = 0,34$ дБ/км.

Дисперсия волокна: $D(\lambda) = 3,5 \cdot 10^{-12}$ с/нм·км.

Ширина спектральной линии источника излучения: $\Delta\lambda = 4$ нм.

Энергетический потенциал аппаратуры: $E_{п} = 26$ дБ.

Рабочая длина волны: $\lambda = 1,3$ мкм.

Требуемая скорость передачи информации: $B = 2$ Мбит/с.

Расстояние между обслуживаемыми пунктами регенерации:
 $L_{орп} = 120$ км.

Определение структуры оптического линейного тракта (ОЛТ).
Длина регенерационного участка, определяемая затуханием линии:

$$l_{ру} \leq \frac{(E_{п} + a_{н.с} - 2 \cdot a_{p.c}) \cdot l_{c.d}}{a_{н.с} + a \cdot l_{c.d}} =$$
$$= \frac{(26 \text{ дБ} + 0,09 \text{ дБ} - 2 \cdot 0,5 \text{ дБ}) \cdot 2 \text{ км}}{0,09 \text{ дБ} + 0,34 \text{ дБ/км} \cdot 2 \text{ км}} = 65,2 \text{ км.}$$

С учетом дисперсии оптического волокна длина регенерационного участка

$$l_{\text{ру max}} = \frac{0,25}{D(\lambda) \cdot \Delta\lambda \cdot B} =$$

$$= \frac{0,25 \text{ бит}}{3,5 \cdot 10^{-12} \text{ с/нм} \cdot \text{км} \cdot 4 \text{ нм} \cdot 2 \cdot 10^6 \text{ бит/с}} = 8928 \text{ км}.$$

Условие $l_{\text{ру max}} \geq l_{\text{ру}}$ выполняется.

Так как расстояние ($L = 120 \text{ км}$) между обслуживаемыми регенерационными пунктами (ОРП) больше допустимой длины регенерационного участка, то нужно установить необслуживаемый регенерационный пункт (НРП) для восстановления электрических и временных параметров сигнала в линейном тракте.

Количество НРП

$$N_{\text{НРП}} \geq \frac{L_{\text{орп}}}{l_{\text{ру}}} - 1 = \frac{120}{65,2} - 1 = 0,84 \approx 1.$$

Таким образом, необходимо установить один НРП.

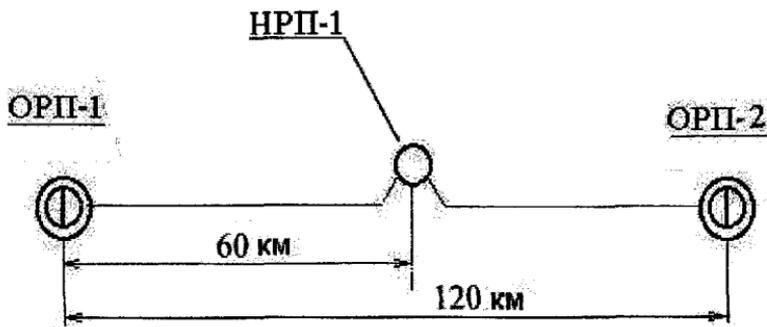


Рисунок 14 – Структура оптического линейного тракта

2. Рассчитать параметры оптического кабеля со следующими параметрами оптического волокна [2, 7].

Исходные данные:

Диаметр сердцевины одномодового волокна $2 \cdot a_1 = 10 \text{ мкм}$;

Диаметр сердцевины многомодового волокна $2 \cdot a_1 = 50$ мкм;

Показатели преломления: $n_1 = 1,51$; $n_2 = 1,5$.

Длина волны: $\lambda = 0,85$ мкм.

Расчет для одномодового оптического волокна.

Соотношение коэффициентов преломления

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_2} = \frac{1,51 - 1,5}{1,5} = 0,0067.$$

Числовая апертура

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{1,51^2 - 1,5^2} = 0,1735.$$

Нормированная частота

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot a_1}{\lambda} \cdot NA = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{0,85 \cdot 10^{-6} \text{ м}} \cdot 0,1735 = 6,41 \text{ Гц.}$$

Число мод, распространяющихся по световоду

$$N_{\text{mod}} = \left[\pi \cdot NA \cdot \frac{a_1}{\lambda} \right]^2 = \left[3,14 \cdot 0,1735 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{0,85 \cdot 10^{-6} \text{ м}} \right]^2 = 10,3 \approx 10.$$

Критическая частота:

$$f_0 = \frac{2,405 \cdot V_{\text{света}}}{2 \cdot \pi \cdot a_1 \cdot NA} = \frac{2,405 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ м} \cdot 0,1735} = 1,32 \cdot 10^{14} \text{ Гц.}$$

Критическая длина волны

$$\lambda_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot a_1 \cdot NA}{2,405 \cdot n_1} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \text{ м} \cdot 0,1735}{2,405 \cdot 1,51} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 1,5 \text{ мкм.}$$

Потери энергии на поглощение (затухание поглощения):

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{\pi \cdot n_1 \cdot 10^{-10} \cdot 10^3}{\lambda} \cdot 8,69 =$$
$$= \frac{3,14 \cdot 1,51 \cdot 10^{-10} \cdot 10^3 \text{ м/км}}{0,85 \cdot 10^{-6} \text{ м}} \cdot 8,69 \text{ дБ} = 4,85 \text{ дБ/км.}$$

Потери на рассеяние

$$\alpha_{\text{р}} = \frac{1}{\lambda^4} = \frac{1 \text{ мкм}^4 \cdot 1 \text{ дБ/км}}{(0,85 \text{ мкм})^4} = 1,92 \text{ дБ/км.}$$

Общие потери в волокне

$$\alpha = \alpha_{\text{п}} + \alpha_{\text{р}} = 4,85 \text{ дБ/км} + 1,92 \text{ дБ/км} = 6,77 \text{ дБ/км.}$$

Границы изменения фазовой скорости:

$$\text{нижняя граница: } \frac{V_{\text{света}}}{n_1} = \frac{3 \cdot 10^5 \text{ км/с}}{1,51} = 198675 \text{ км/с};$$

$$\text{верхняя граница: } \frac{V_{\text{света}}}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^5 \text{ км/с}}{1,5} = 200000 \text{ км/с.}$$

Расчет для многомодового оптического волокна.

Так как диаметр сердцевины оптического волокна $2 \cdot a_n = 50 \text{ мкм}$, то расчет производится для градиентного световода. В многомодовом волокне диаметр светонесущей жилы (50 мкм) во много раз больше длины волны передачи (0,85 мкм).

Соотношение коэффициентов преломления

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_2} = \frac{1,51 - 1,5}{1,5} = 0,0067.$$

Числовая апертура

$$NA = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = \sqrt{1,51^2 - 1,5^2} = 0,1735.$$

Нормированная частота

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot a_n}{\lambda} \cdot NA = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{0,85 \cdot 10^{-6} \text{ м}} \cdot 0,1735 = 32,06 \text{ Гц.}$$

Число мод, распространяющихся по градиентному световоду:

$$N_{\text{mod}} = \left[\pi \cdot NA \cdot \frac{a_n}{\lambda} \right]^2 = \left[3,14 \cdot 0,1735 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{0,85 \cdot 10^{-6} \text{ м}} \right]^2 = 257.$$

Критическая частота

$$f_0 = \frac{2,405 \cdot V_{\text{света}}}{2 \cdot \pi \cdot a_n \cdot NA} = \frac{2,405 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{2 \cdot 3,14 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \text{ м} \cdot 0,1735} = 2,65 \cdot 10^{13} \text{ Гц.}$$

Критическая длина волны

$$\lambda_0 = \frac{2 \cdot \pi \cdot a_n \cdot NA}{2,405 \cdot n_1} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 25 \cdot 10^{-6} \text{ м} \cdot 0,1735}{2,405 \cdot 1,51} = 7,5 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 7,5 \text{ мкм.}$$

Потери энергии на поглощение (затухание поглощения)

$$\begin{aligned} \alpha_n &= \frac{\pi \cdot n_1 \cdot 10^{-10} \cdot 10^3}{\lambda} \cdot 8,69 = \\ &= \frac{3,14 \cdot 1,51 \cdot 10^{-10} \cdot 10^3 \text{ м/км}}{0,85 \cdot 10^{-6} \text{ м}} \cdot 8,69 \text{ дБ} = 4,85 \text{ дБ/км.} \end{aligned}$$

Потери на рассеяние:

$$\alpha_p = \frac{1}{\lambda^4} = \frac{1 \text{ мкм}^4 \cdot 1 \text{ дБ/км}}{(0,85 \text{ мкм})^4} = 1,92 \text{ дБ/км.}$$

Общие потери в волокне:

$$\alpha = \alpha_{\text{п}} + \alpha_p = 4,85 \text{ дБ/км} + 1,92 \text{ дБ/км} = 6,77 \text{ дБ/км.}$$

Границы изменения фазовой скорости:

$$\text{нижняя граница: } \frac{V_{\text{света}}}{n_1} = \frac{3 \cdot 10^5 \text{ км/с}}{1,51} = 198675 \text{ км/с};$$

$$\text{верхняя граница: } \frac{V_{\text{света}}}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^5 \text{ км/с}}{1,5} = 200000 \text{ км/с.}$$

6. Трехмерное моделирование интерьера помещения

В данном разделе студент создает виртуальную объемную модель помещения с помощью программы 3D Studio MAX. Разработанное изображение интерьера помещения приводится в графической части курсовой работы. В записке следует описать процесс создания трехмерной модели. Объем раздела – 6–7 страниц записки.

Основные этапы создания трехмерной модели будут указаны на примере типового оформления интерьера конференц-зала. Современный интерьер конференц-зала или зала заседаний – это высокотехнологичный и сложный комплекс, где существует строгая увязка всех элементов с функциональным назначением интерьера. Интерьер конференц-зала должен быть функциональным и эргономичным.

Для 3d-визуализации помещения конференц-зала оптимальным является использование программного пакета 3D Studio MAX [8]. Для создания интерьера необходимо выполнить следующие этапы:

1. Моделирование и настройка интерфейса.
2. Текстурирование и материалы.
3. Освещение.
4. Рендеринг.

6.1. Моделирование и настройка интерфейса

Заходим в главное меню **Customize – Unitssetup**. В окошке надо выставить **Metric** (масштаб 1 см), затем следует выставить шаг сетки в 10 см в **Customize – Grid and snaps settings**. По этой сетке будут строиться сплайны, формирующие каркас стен зала. Построение стен возможно по трем распространенным вариантам:

1. Самый простой – создать стены из стандартных примитивов. Способ не рекомендуется использовать вместе с глобальным освещением, а также из-за низкой точности построения.

2. Создать плоскость (**Plane**) и выстраивать полигоны по сетке перед выдавливанием (**Extrude**). Способ дает качественное построение стен, но он более трудоемок.

3. Наиболее рациональным, позволяющим быстро создавать точные модели, является способ, основанный на построении сплайнов с последующей операцией выдавливания (**Extrude**). Для этого необходимо создать сплайн и придать ему нужную форму, растягивая сегменты по клеточкам на требуемое расстояние (рисунок 15).

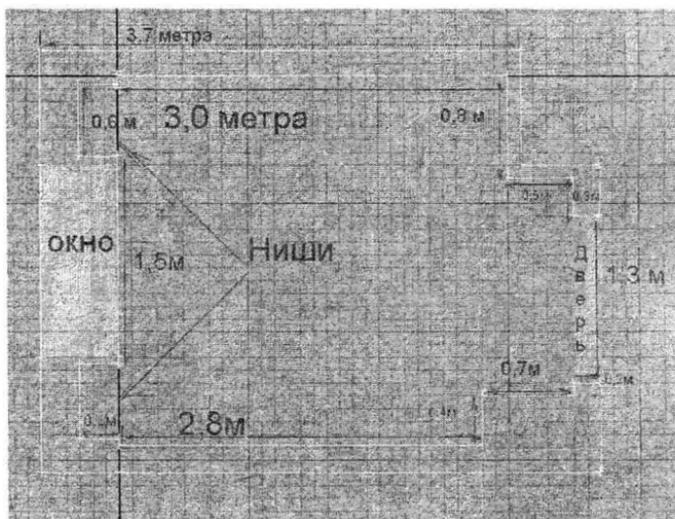


Рисунок 15 – План помещения, созданный при помощи сплайнов

Следующий этап – это выдавливание (**Extrude**) полученного сплайна на высоту помещения (например, 280 см) при заданных характеристиках в пункте **Parameters** (рисунок 16).

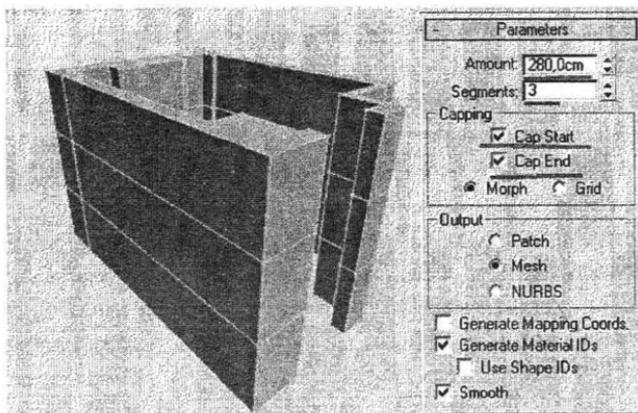


Рисунок 16 – Результат выдавливания

Затем надо полученный объект преобразовать в полигональную сетку. После чего перейдите на подуровень **Vertex** и переместите 2 средних ряда вершин (рисунок 17).

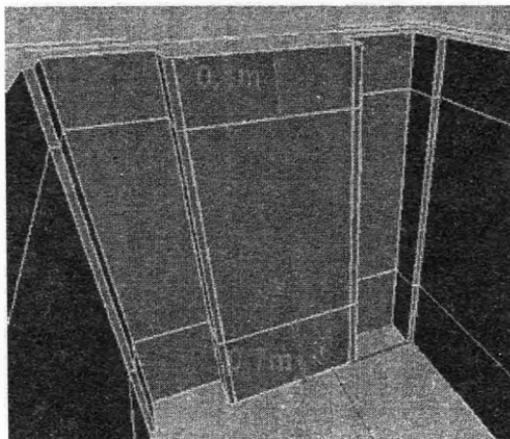


Рисунок 17 – Преобразование объекта в полигональную сетку

Следующим шагом будет выделение полигонов рядом с дверью и применение к ним команды **Bridge**. Аналогичным методом создается оконный проем, выделяются полигоны предполагаемого окна с двух сторон, затем применение команды **Bridge**. Раму для окна создадим из двух прямоугольников, затем выдавливание командой **Extrude**, создание фасок командой **Chamfer** и с применением **Smooth** (не путать с **Meshsmooth** и **Turbosmooth**) с режимом **Autosmooth** и углом порога 45 градусов. Перекладина – ящик (**Box**).

6.2. *Текстурирование и материалы*

Следующим важным этапом создания конференц-зала является придание созданным объектам текстуры и материала [8].

Для наглядности рассмотрим **текстурирование** на примере создания штор. Для начала создаем сплайн прямоугольник, применим к нему модификатор **Garment maker**. Затем необходимо применить **Cloth**. Перед этим нужно создать ящик (**Box**), равный по ширине, и небольшой – по длине и ширине, наподобие гардины, анимировать его масштабирование по ширине на 200 кадров с уменьшением примерно в два раза и вернуться к исходному прямоугольнику.

Следующим этапом необходимо зайти в подобъект **Group** и выделить несколько вершин, за которые штора будет зацепляться, после необходимо нажать кнопку **Make Group**, присвоить имя группе вершин и выделить ее в окне, с нажатой кнопкой **Node** выделить анимированный объект **Box**.

Далее необходимо нажать на кнопку **Object Properties**, выбрать прямоугольник, поставить переключатель в положение **Cloth**, выбрать предустановку **Silk** (шёлк). Далее необходимо вернуться назад и нажать кнопку **Simulate**. Когда окажется, что ткань пришла в нужное положение, нужно остановить симуляцию и сохранить свойства шторы в **Editable Pole**.

Настройка параметров стандартных материалов. Материалы типа **Standard** (Стандартный) представляют собой базовый тип материалов и часто служат основой для создания более сложных составных материалов. При выборе материала данного типа в нижней части окна редактора материалов появляются свитки параметров стандартного материала. Настройка параметров стандартного материала обычно производится в свитках **Basic Parameters** (Базовые

параметры), **Extended Parameters** (Дополнительные параметры) и **Maps** (Карты текстур). Все параметры свитка **Shader Basic Parameter** (Базовые параметры раскраски) в большинстве случаев можно оставлять в исходном состоянии, принятом по умолчанию.

Потребность работы с параметрами свитков **SuperSampling** (Сверхразрешение) и **Dynamics Properties** (Динамические свойства) возникает только при необходимости добиться особо высокого качества изображения или выполнить имитацию столкновений объектов с учетом сил упругости и трения.

Типы материалов. Всего в 3D Studio MAX реализовано 14 типов материалов, из которых оригинальными, помимо стандартного, являются только еще три:

Raytraced (Трассируемый) – материал, подобный стандартному, но обеспечивающий формирование эффектов отражения и преломления методом трассировки световых лучей. С его помощью можно моделировать гладкие полированные поверхности, в которых отражаются окружающие предметы, или объекты из стекла с характерными для этого материала свойствами.

Matte/Shadow (Матовый/Затеняемый) – материал, воспроизводящий на своей поверхности изображение фона сцены, непрозрачный для объектов и способный воспринимать тени от них. Поставленная на переднем плане сцены «ширма» с таким материалом полностью сливается с фоном сцены, маскируя расположенные позади нее объекты. Тени, отброшенные объектами на такую «ширму», кажутся падающими прямо на фон сцены.

Ink'n Paint (Обводка и заливка) – материал, позволяющий выполнить стилизацию синтезируемого изображения объекта под картинку, нарисованную пером и раскрашенную кисточкой как в традиционной мультипликации или при рисовании комиксов.

Остальные 10 материалов относятся к числу составных (**Compound Materials**) образуемых на базе трех вышеназванных оригинальных материалов:

Multi/Sub-Object (Многокомпонентный) – материал, состоящий из множества различных материалов, которые можно назначать отдельным граням объекта.

Blend (Смесь) – материал, являющийся смесью двух других материалов, наносимых один поверх другого. Управлять тем, в каких местах будет виден какой материал, можно с помощью маски.

Double Sided (Двусторонний) – материал, состоящий из двух материалов, один из которых предназначен для лицевой, а другой – для изнаночной стороны граней объекта.

Top/Bottom (Верх/Низ) – материал, состоящий из двух материалов, один из которых предназначен верхним граням объекта, нормали которых направлены вверх, а другой – нижним граням.

Composite (Многослойный) – материал, включающий до десяти слоев других материалов с регулируемой прозрачностью, которые могут просвечивать друг сквозь друга с суммированием или вычитанием цветов.

Shellac (Шеллак) – материал, подобный многослойному, но состоящий всего из двух слоев: слоя базового материала и слоя шеллака (так называется специальная смола, применяемая в живописи) с регулируемой прозрачностью, цвет которого суммируется с цветом базового материала.

Morpher (Морфинговый) – многоканальный материал, который применяется только к морфинговым составным объектам и позволяет имитировать плавные изменения материалов на отдельных фазах преобразования морфинга.

Advanced Lighting Override (Замена свойств улучшенного освещения) – материал-модификатор, специально разработанный с целью управления свойствами других материалов, которые принимаются в рассмотрение при решении задачи переноса излучения. В частности, он позволяет изменять способность исходного материала отражать, пропускать или подкрашивать отраженные световые лучи. Этот материал применяется не к объекту, а к уже готовому базовому материалу, нанесенному на этот объект.

Shell Material (Материал-оболочка) – материал, представляющий собой просто контейнер для двух других материалов, один из которых, **Baked Material** («Запеченный» материал), автоматически создается в результате выполнения визуализации в текстуре. В результате оказывается возможным применение к объектам «готовых к употреблению» текстур, «запеченных» вместе с тенями и зеркальными бликами света.

Lightscape Material (Материал для **Lightscape**) – материал, который не может быть использован в 3D Studio MAX и применяется только к объектам, предназначенным для экспорта в программу **Lightscape**. Данная программа обеспечивает расчет глобальной освещенности трехмерной сцены методом переноса излучения.

6.3. Освещение

Источники света играют огромную роль в визуализации сцен 3D Studio MAX. Правильное освещение может значительно улучшить сцену, создав соответствующую атмосферу. В большинстве сцен используются два типа освещения: естественное и искусственное. Естественное освещение применяется при создании экстерьеров на основе имитации солнечного или лунного света. Искусственное освещение предпочтительно для интерьеров, где светильники создают ощущение света от бытовых осветительных приборов.

В программе 3D Studio MAX присутствует восемь типов стандартных источников света, включая два, поставляемых вместе с визуализатором **mental ray**, и одиннадцать фотометрических [8].

Рассмотрим шесть основных стандартных источников света.

Omni (Всенаправленный) – точечный источник света, располагающийся в какой-то точке трехмерного пространства и равномерно излучающий свет во всех направлениях. Его можно сравнить с лампочкой без абажура, подвешенной к потолку.

Target Direct (Нацеленный направленный) – направленный источник света, лучи которого располагаются в пространстве параллельно друг другу. Такой источник света можно представить как плоскость, излучающую свет в виде цилиндра или параллелепипеда. Источник света имеет **Target** (Цель), на которую направлен пучок лучей. Примером его использования может служить имитация солнечного света, проходящего через окно в помещении.

Free Direct (Свободный направленный) – в отличие от предыдущего источника света не имеет цели. Его положение в пространстве настраивается путем вращения.

Target Spot (Направленный с целью) – аналогичный источнику света **Target Direct** (Нацеленный направленный) с той лишь разницей, что лучи распространяются от излучателя не параллельно, а исходя из одной точки, наподобие света от театральных софитов или автомобильных фар. Такой источник света можно представить в виде конуса или пирамиды с вершиной в точке излучения. Как и предыдущие источники света, может отбрасывать тени и служить проектором изображений на поверхность объектов сцены.

Free Spot (Направленный без цели) – вариант источника света **Target Spot** (Направленный с целью), не имеющий цели. Как и у **Free Direct** (Свободный направленный), направление светового луча изменяется вращением источника света.

Skylight (Свет неба) – источник света, имитирующий свет неба. В отличие от источников света, рассмотренных ранее, **Skylight** (Свет неба) покрывает сцену полусферой, все внутренние стороны которой излучают световые лучи. Таким образом, достигается мягкое равномерное освещение сцены, характерное для природного освещения. Особенностью этого источника света является то, что для его просчетов необходимо включать **Light Tracer** (Трассировщик света) (задается на вкладке **Advanced Lightning** (Улучшенное освещение) окна **Render Scene** (Визуализация сцены)).

Фотометрические источники света (группа **Photometric** (Фотометрический) категории **Lights** (Источники света) вкладки **Create** (Создание) командной панели) аналогичны стандартным, но позволяют более точно с физической точки зрения воспроизводить освещенность, цвет, затухание и распределение света в пространстве. В отличие от стандартных, фотометрические источники используют в качестве единиц освещенности канделы, люмены или люксы.

В число фотометрических входят следующие семь основных источников света.

Target Point (Точечный направленный) – аналогично стандартному всенаправленному источнику света излучает свет во всех направлениях с одинаковой силой. Для этого источника света можно задавать пространственное распределение светового потока.

Free Point (Точечный свободный) – всенаправленный точечный источник света.

Target Linear (Линейный направленный) – источник света, позволяющий имитировать линейные источники света, наподобие ламп дневного света. Имеет цель для установки направления светового потока и положения в пространстве.

Free Linear (Линейный свободный) – аналогичен **Target Linear** (Линейный направленный), но не имеет цели. Положение в пространстве и направление светового луча изменяется вращением осветителя.

Target Area (Площадный направленный) – источник света, по форме напоминающий прямоугольник, с возможностью изменения параметров длины и ширины. Наличие цели позволяет более точно настраивать положение источника света и направление светового потока. Может использоваться для имитации освещения из окна или в качестве световой панели.

Free Area (Площадный свободный) – в отличие от **Target Area** (Площадной направленный) не имеет цели. Его положение в пространстве настраивается путем вращения.

IES Sun (Свет солнца) и **IES Sky** (Свет неба) – источники света, способные имитировать физически правильный солнечный свет и свет неба с облаками и без. Могут использоваться как самостоятельно, так и в составе объектов дневного света.

Пока в сцену не будет введен хотя бы один источник света, в сцене используется базовое освещение за счет встроенных источников света, не имеющих настроек. Эта особенность программы 3D Studio MAX позволяет начинать моделирование объектов сцены без предварительной установки источников света, создание и настройку которых можно выполнить позднее.

Рассмотрим создание и основные настройки источника света **Target Spot** (Направленный с целью).

1. На вкладке **Create** (Создание) командной панели щелкните на кнопке **Lights** (Источники света) и выберите из раскрывающегося списка строку **Standard** (Стандартный).

2. Нажмите кнопку **Target Spot** (Направленный с целью) в свитке **Object Type** (Тип объекта).

3. В одном из окон проекций щелкните в месте размещения источника света и, не отпуская кнопку мыши, переместите указатель в сторону, где должна располагаться цель источника света.

4. В свитке **General Parameters** (Общие параметры) установите флажок **On** (Включить) в области **Shadows** (Тени), если объекты сцены должны отбрасывать тень.

5. В свитке **Intensity / Color / Attenuation** (Интенсивность / цвет / затухание) при помощи параметра **Multiplier** (Яркость) укажите значение уровня интенсивности света. Здесь можно настроить цвет освещения, а в области **Decay** (Затухание) установить параметры ослабления светового потока по мере удаления от источника света.

6. При необходимости укажите в областях **Near Attenuation** (Затухание вблизи) и **Far Attenuation** (Затухание вдали) начальную и конечную границы затухания света.

7. В свитке **Spotlight Parameters** (Параметры прожектора) при помощи параметров **Hotspot / Beam** (Яркое пятно / луч) и **Falloff / Field** (Край пятна / область) задайте размытие края светового пятна.

8. В свитке **Shadow Parameters** (Параметры тени) установите значение параметров тени: **Color** (Цвет) и **Dens** (Плотность).

6.4. Рендеринг

Взятые за основу примитивы позволяют путем несложных действий создавать различные трехмерные тела – от абстрактных объектов до полностью реальных моделей [8]. Еще большие возможности открываются при использовании в качестве исходных объектов форм (**Shapes**), которые представляют собой набор двумерных или трехмерных кривых. Формы объединяют два типа объектов – **Splines** (Сплайны) и **NURBS Curves** (Кривые NURBS). Сплайны гораздо популярнее и чаще используются в моделировании.

Для построения стандартных сплайнов используются инструменты **Rectangle** (Прямоугольник), **Circle** (Окружность), **Ellipse** (Эллипс), **Arc** (Дуга), **Donut** (Кольцо), **NGon** (N-угольник), **Star** (Звезда), **Text** (Текст), **Helix** (Спираль) и **Section** (Сечение). Их построение аналогично созданию примитивов, а расположение вершин и характер любого из названных объектов устанавливаются параметрами в момент создания в панели **Create** (Создание), а позже – в панели **Modify** (Изменение). Инструмент **Line** (Линия) предназначен для создания сплайнов нестандартного вида и работает несколько иначе.

Кривые **NURBS** включают в себя два типа кривых:

1. **Point Curve** (Точечная кривая) – проходит через все контрольные точки, заданные в трехмерном пространстве.
2. **CV Curve** (CV-кривая) – плавно огибает все контрольные точки, заданные в трехмерном пространстве и называемые управляющими вершинами.

Построение **NURBS**-кривой начинается с назначения команды. На командной панели **Create** (Создать) следует нажать кнопку **Shapes** (Формы) и указать **NURBS Curves**. В свитке **Object Type** (Тип объекта) появятся две кнопки с надписями, соответствующим двум типам кривых: **Point Curve** (Точечная кривая) и **CV Curve** (CV-кривая).левой клавишей мыши осуществляется выбор типа кривой и ее положение в окне проекции. Для завершения создания кривой щелкните правой клавишей мыши. Для создания замкнутой кривой щелкните левой клавишей в начальной точке. На запрос **Close Curve?** (Замкнуть кривую?) ответьте нажатием кнопки **OK**.

При создании **CV Curve** (CV-кривая) наряду с управляющими вершинами отображается решетка деформации в виде пунктирных линий. Если после щелчка левой клавиши удерживать кнопку мыши, то можно перетащить созданную вершину в другую точку окна.

Рендеринг обычно проводится на заключительном этапе работы, он необходим для визуализации созданной модели и его основная задача – сделать модель максимально приближенной к действительности. Для того чтобы сделать изображения на основе сплайнов видимыми после рендеринга, выделите первый сплайн, активизируйте панель **Modify** (Изменение) и в свитке **Rendering** (Рендеринг) установите флажок **Renderable** (Визуализируемый).

Аналогичную операцию проведите в отношении других сплайнов и вновь выполните рендеринг – сплайны станут видимыми.

Результаты рендеринга при создании интерьера конференц-зала представлены ниже (рисунок 18).



Рисунок 18 – Визуализация конференц-зала

Заключение

В заключении студент должен привести общие выводы и результаты расчетов по выполненным разделам записки. Также дается краткое описание выполненных пунктов графической части: схемы передачи сигнала согласно логической функции, схемы расположения средств телекоммуникации в помещении, трехмерного изображения интерьера помещения.

Литература

1. Алиев, Т. М. Системы отображения информации / Т. М. Алиев, Д. И. Вигдоров, В. П. Кривошеев. – М. : Высшая школа, 1988.
2. Беллами, Дж. Цифровая телефония / Дж. Беллами. – М. : ЭкоТрендз, 2004.
3. Временное руководство по проектированию систем оповещения о пожаре и управления эвакуацией людей при пожаре объектов народного хозяйства : РНД 73-45-89. – Новосибирск : Спецавтоматика, 1989.
4. Емельянов, Е. Д. Звукофикация театров и концертных залов / Е. Д. Емельянов. – М. : Искусство, 1989.
5. Основы информатики : учеб. пособие / А. Н. Морозевич [и др.]; под ред. А. Н. Морозевича. – Минск : Новое знание, 2001.
6. Проектирование систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в общественных зданиях : пособие к СНиП 2.08.02-89. – М. : Ассоциация «Пожинформтехника», 1992.
7. Фрике, К. Вводный курс цифровой электроники / К. Фрике. – М. : Техносфера, 2003.
8. Шишанов, А. В. Дизайн интерьеров в 3ds Max 2012 / А. В. Шишанов. – СПб. : Питер, 2012.

ПРИЛОЖЕНИЯ
Приложение А

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский национальный технический университет

Факультет маркетинга, менеджмента, предпринимательства
Кафедра «Торговое и рекламное оборудование»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А. Д. Маляренко
« ___ » _____ 2013 г.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

по дисциплине «Средства создания,
передачи и регистрации информации»

Специальность 1-52 04 01

«Производство экспозиционно-рекламных объектов»
студенту группы 105090 Иванову Петру Сергеевичу

1. Тема работы: «Выбор и расстановка телекоммуникационных средств внутри конференц-зала»

2. Сроки сдачи студентом законченной работы – 31 мая 2013 г.

3. Исходные данные к работе

Логическая функция вида $F = \overline{X_1} \cdot X_2 + \overline{X_2} \cdot X_3 + X_1 \cdot X_3$;

Габариты помещения 6,09 м×9,9 м×16,12 м; Число мест $n = 100$;

Фонд поглощения $A = 95 \text{ м}^2$; Коэффициент поглощения

$\alpha_{\text{СР}} = 0,175$; Время реверберации $T = 0,71 \text{ с}$.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень вопросов, которые подлежат разработке)

Введение.

1. Информационный поиск по теме задания.

2. Разработка схемы на основе заданной логической функции.

3. Подбор и расстановка средств звукового воздействия.

4. Подбор и расстановка средств визуального воздействия.

5. Выбор параметров волоконно-оптической линии связи.

6. Трехмерное моделирование интерьера помещения.

Заключение.

Литература.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и графиков)

1. Схема передачи сигнала согласно логической функции – А3.

2. Расположение средств телекоммуникации в помещении – А3.

3. Трехмерное изображение интерьера помещения

(3D Studio MAX) – А3.

6. Консультант по работе (с указанием разделов курсовой работы)

7. Дата выдачи задания – 15 февраля 2013 г.

8. Календарный график работы на весь период проектирования (с указанием сроков выполнения и трудоемкости отдельных этапов)

Введение	20.02
1. Информационный поиск по теме задания	05.03
2. Разработка схемы на основе заданной логической функции	15.03
3. Подбор и расстановка средств звукового воздействия.	30.03
4. Подбор и расстановка средств визуального воздействия	10.04
5. Выбор параметров волоконно-оптической линии связи	30.04
6. Трехмерное моделирование интерьера помещения	15.05
Заключение	16.05
Оформление графического материала	25.05

Руководитель _____

(подпись, дата)

канд. техн. наук, доцент К. С. Петров

(инициалы и фамилия уч. степень, звание)

Студент принял

задание к исполнению _____

(подпись, дата)

П. С. Иванов

(инициалы и фамилия)

Логические функции

1. $F = \overline{X_1} \cdot X_3 + \overline{X_2} + \overline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3}$;
2. $F = X_1 \cdot X_2 + \overline{X_2 \cdot X_3} + \overline{X_1 \cdot X_3}$;
3. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_1 \cdot \overline{X_2} + \overline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3}$;
4. $F = \overline{X_1 + X_2 \cdot X_3} + X_1 \cdot X_3$;
5. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + \overline{X_2 \cdot X_3} + \overline{X_1 \cdot X_3}$;
6. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + \overline{X_2 \cdot X_3} + X_1 \cdot \overline{X_2 \cdot X_3}$;
7. $F = \overline{X_1 \cdot X_3} + X_2 + \overline{X_2 \cdot X_3}$;
8. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_1 \cdot \overline{X_2 \cdot X_3} + \overline{X_1 \cdot X_3}$;
9. $F = X_1 + \overline{X_2 \cdot X_3} + X_1 \cdot X_3$;
10. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + \overline{X_2 \cdot X_3} + X_1 \cdot X_3$;
11. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + \overline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3} + X_3$;
12. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_2 \cdot X_3 + \overline{X_1 \cdot X_3}$;
13. $F = \overline{X_1 + X_1 \cdot X_2 \cdot X_3} + X_3$;
14. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + \overline{X_2 \cdot X_3} + X_1 \cdot \overline{X_2 \cdot X_3}$;
15. $F = X_1 \cdot X_3 + \overline{X_2 \cdot X_3} + \overline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3}$;
16. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + \overline{X_2 \cdot X_3} + \overline{X_1 \cdot X_3}$;
17. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + \overline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3} + X_1 \cdot X_3$;
18. $F = \overline{X_1} + X_1 \cdot X_2 + \overline{X_2} + \overline{X_2 \cdot X_3}$;
19. $F = X_1 \cdot X_2 + \overline{X_2} + X_1 \cdot \overline{X_2 \cdot X_3} + X_3$;
20. $F = X_1 \cdot \overline{X_2} + X_1 \cdot \overline{X_3} + X_2 + \overline{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3}$;
21. $F = X_1 \cdot \overline{X_2} + \overline{X_1 \cdot X_3} + X_2 \cdot \overline{X_3}$;
22. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_1 + X_1 \cdot \overline{X_2 \cdot X_3}$;

23. $F = \overline{X_1} \cdot X_2 + \overline{X_2} \cdot X_3 + \overline{X_1 \cdot X_2} \cdot X_3 + X_3$;
24. $F = \overline{X_1} \cdot X_2 \cdot X_3 + X_1 \cdot X_3$;
25. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_1 \cdot X_3 + \overline{X_2} \cdot X_3$;
26. $F = \overline{X_1 + X_2} \cdot X_3 + \overline{X_1} \cdot X_2$;
27. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_1 \cdot X_3 + X_2 \cdot X_3$;
28. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_1 \cdot X_3 + X_1 \cdot \overline{X_2} \cdot X_3$;
29. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} \cdot X_3 + \overline{X_2} \cdot X_3$;
30. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_2 \cdot \overline{X_3} + X_1 \cdot X_3$;
31. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_1 \cdot \overline{X_3} + X_1 \cdot X_2$;
32. $F = \overline{X_1 \cdot X_3} + \overline{X_1 \cdot X_2} + X_2 \cdot X_3$;
33. $F = \overline{X_1 + X_2} \cdot X_3 + X_1 \cdot \overline{X_2} + X_3$;
34. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_2 \cdot \overline{X_3} + \overline{X_1} \cdot X_3$;
35. $F = \overline{X_1 \cdot X_3} + \overline{X_2} \cdot X_3 + X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$;
36. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_2 \cdot \overline{X_3} + X_1 \cdot X_3$;
37. $F = \overline{X_1 + X_2} + \overline{X_1} \cdot X_2 \cdot X_3$;
38. $F = \overline{X_1 \cdot X_3} + X_1 \cdot \overline{X_2} \cdot X_3 + \overline{X_2} \cdot \overline{X_3}$;
39. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_2 \cdot X_3 + X_1 \cdot X_3$;
40. $F = \overline{X_1 + X_2} \cdot X_3 + X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$;
41. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_1 \cdot X_3 + \overline{X_1 \cdot X_2} \cdot X_3$;
42. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + X_2 \cdot X_3 + \overline{X_1 \cdot X_3}$;
43. $F = \overline{X_1 + X_1} \cdot \overline{X_3} + \overline{X_2} \cdot X_3$;
44. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} \cdot X_3 + \overline{X_2} \cdot X_3 + X_3$;
45. $F = \overline{X_1 \cdot X_2} + \overline{X_2} \cdot \overline{X_3} + \overline{X_1 \cdot X_3} + X_2$.

Характеристики помещения

№	Габариты помещения $H \times B \times L$, м	Число мест n	Фонд поглощения A , м ²	Коэффициент поглощения $\alpha_{\text{ср}}$	Время реверберации T , с
1	6,09×9,9×16,12	100	95	0,150	0,71
2	3,45×5,7×9,28	20	18	0,175	0,22
3	4,05×6,65×10,72	30	28	0,200	0,31
4	4,2×6,9×11,28	35	33	0,150	0,33
5	4,53×7,6×11,92	40	40	0,175	0,40
6	4,83×8,08×12,72	50	50	0,200	0,45
7	3,57×6×9,68	25	20	0,150	0,25
8	5,07×8,5×13,76	60	60	0,175	0,62
9	5,4×9,05×14,56	65	70	0,200	0,60
10	5,67×9,5×15,36	75	80	0,150	0,65
11	6,05×10,15×15,84	120	90	0,175	0,75
12	3,48×5,75×9,12	25	19	0,200	0,24
13	4,02×6,75×10,64	35	27	0,150	0,32
14	4,23×7×11,04	40	35	0,175	0,34
15	4,47×7,55×12,16	45	42	0,200	0,42
16	4,77×8,05×12,92	60	53	0,150	0,47
17	3,63×5,95×9,6	30	22	0,175	0,27
18	5,16×8,45×13,6	55	63	0,200	0,67
19	5,46×9×14,48	85	72	0,150	0,65
20	5,76×9,45×15,2	80	81	0,175	0,70
21	5,94×10,08×16,24	110	88	0,200	0,80
22	3,42×5,8×9,2	30	21	0,150	0,26
23	3,99×6,7×10,8	40	30	0,175	0,35
24	4,14×7,05×11,2	50	38	0,200	0,37
25	4,56×7,45×12,08	60	45	0,150	0,44
26	4,85×7,95×12,88	70	56	0,175	0,49
27	3,6×6,05×9,52	40	25	0,200	0,29
28	5,1×8,6×13,52	65	67	0,150	0,72
29	5,43×9,1×14,4	75	77	0,175	0,73
30	5,7×9,6×15,12	95	84	0,200	0,75

Содержание

Введение.....	3
Описание разделов расчетно-пояснительной записки.....	3
1. Информационный поиск по теме задания.....	4
2. Разработка схемы на основе заданной логической функции.....	5
3. Подбор и расстановка средств звукового воздействия.....	11
4. Подбор и расстановка средств визуального воздействия.....	29
5. Выбор параметров волоконно-оптической линии связи.....	34
6. Трехмерное моделирование интерьера помещения.....	46
Заключение.....	57
Литература.....	58
Приложения.....	59

Учебное издание

ЖУКОВЕЦ Василий Николаевич
ПАВЛИКОВА Александра Андриановна
САВОСЬКО Ирина Михайловна

**СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ, ПЕРЕДАЧИ
И РЕГИСТРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ**

Методическое пособие по курсовой работе
для студентов специальности 1-52 04 01
«Производство экспозиционно-рекламных объектов»

Редактор *Л. Н. Шалаева*
Компьютерная верстка *А. Г. Занкевич*

Подписано в печать 31.10.2013. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 3,78. Уч.-изд. л. 2,96. Тираж 100. Заказ 841.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.