

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Международный институт дистанционного образования

Кафедра «Информационные системы и технологии»

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

«Разработка программного обеспечения формирования многоуровневых сигналов ИКМ  
в системах цифровой связи »

Выполнил:

Арабчик Ю. С.

Группа: 417318/328

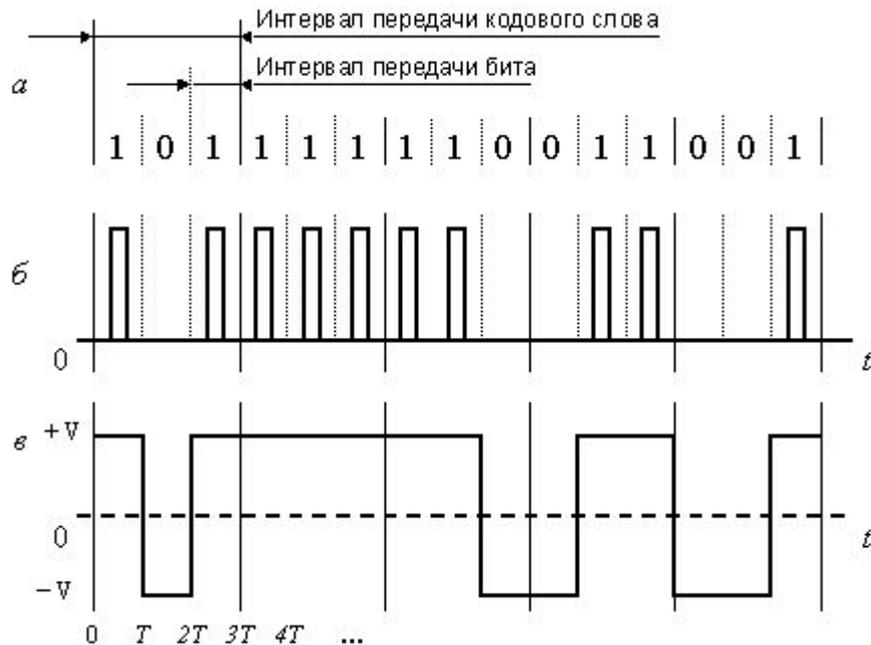
Руководитель:

Михалевич А.П.

Минск 2013

# Постановка задачи

На этапе форматирования исходная информация, поступающая от источника (аналогового или знакового), преобразуется в последовательность цифр. Эти цифры представляют собой абстрактную форму описания информации, они не являются физической субстанцией. Для передачи набора цифр по физическому каналу необходимо преобразовать этот набор в физический «носитель», наилучшим образом соответствующий среде передачи. Такой физический носитель, используемый при передаче по узкополосному каналу (пара проводников или коаксиальный кабель), называется сигналом в кодировке ИКМ или ИКМ-сигналом.

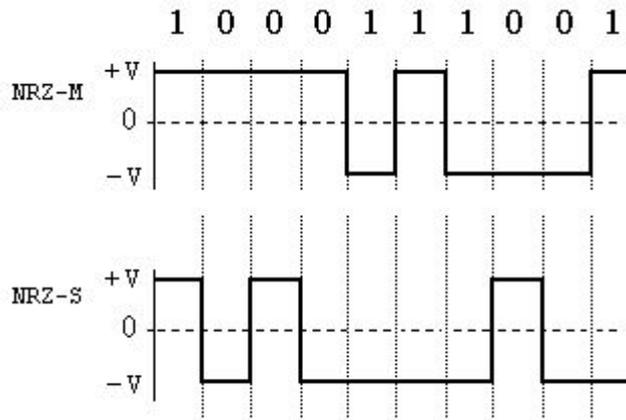


При применении импульсной модуляции к цифровым символам результирующий сигнал называется сигналом в кодировке ИКМ (импульсно-кодовая модуляция). Преобразование в импульсы напряжения двоичных символов называется двоичной импульсной модуляцией. При применении импульсной модуляции к небинарным символам сигнал именуется  $M$ -арным или  $M$ -уровневым импульсно-модулированным сигналом

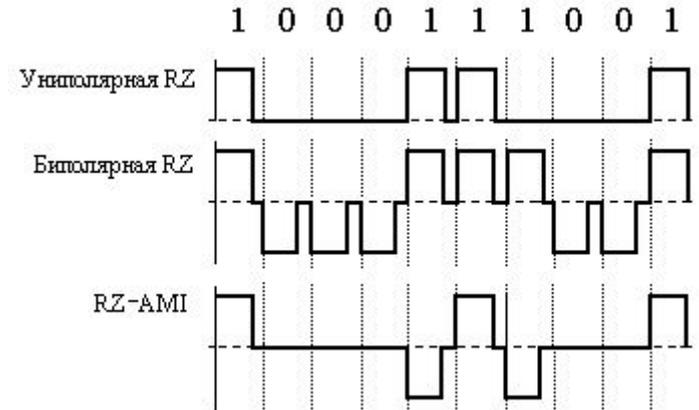
В данном дипломном проекте нужно разработать программное обеспечение, которое позволяло бы демонстрировать методы линейного импульсного кодирования для схем двоичного и многоуровневого кодирования

# Методы бинарной импульсной модуляции

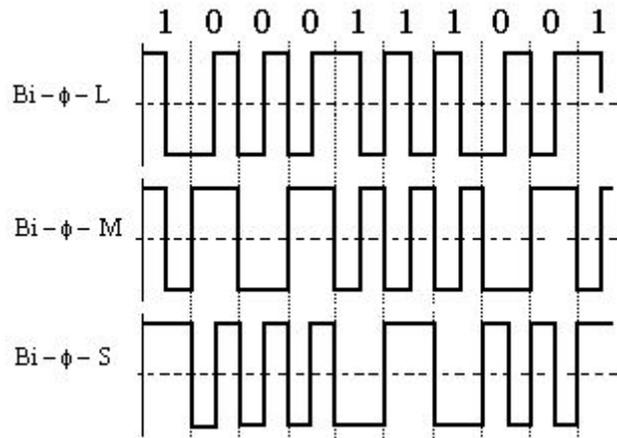
Сигналы ИКМ в кодировках NRZ-M и NRZ-S



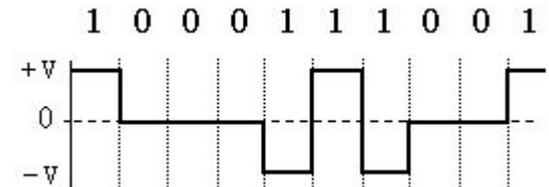
Примеры кодировок по методу Return to Zero – RZ



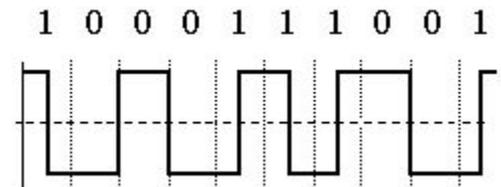
Примеры фазовых импульсных кодировок



Кодировка с чередующейся инверсией маркеров

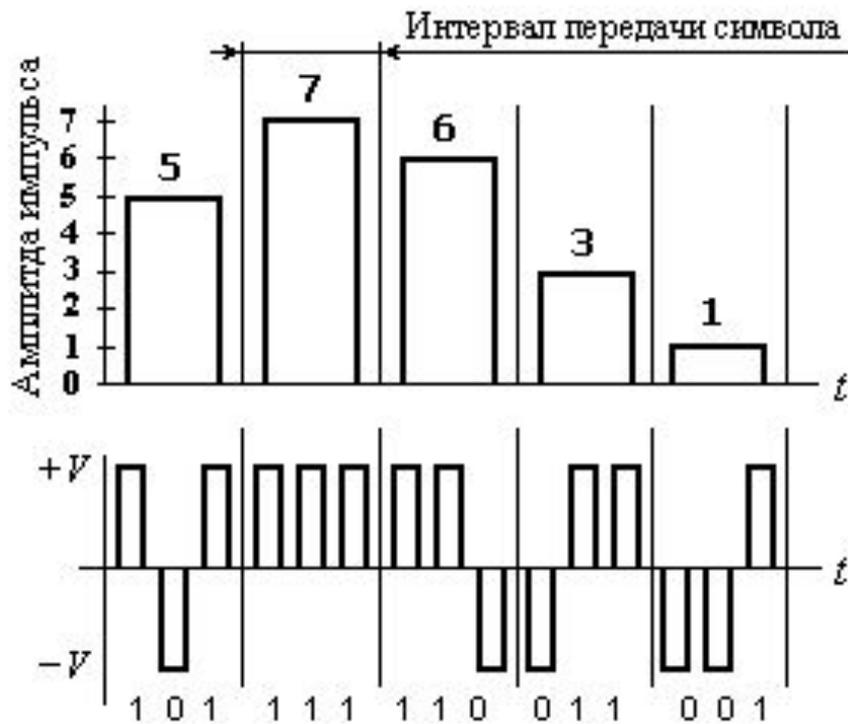


Кодировка модуляцией задержки

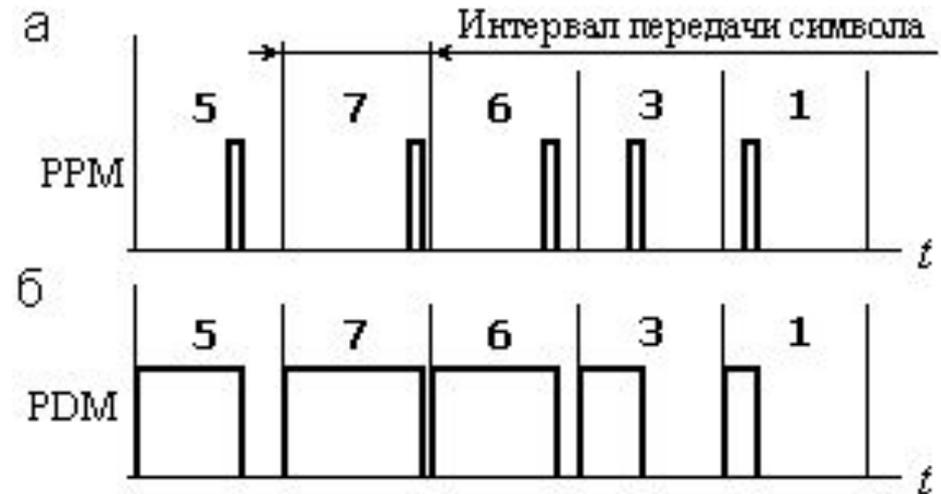


# Многоуровневая импульсная модуляция

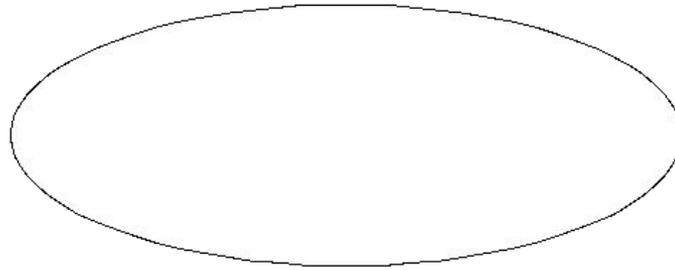
Восьми-уровневый амплитудно-модулированный сигнал и его бинарная версия



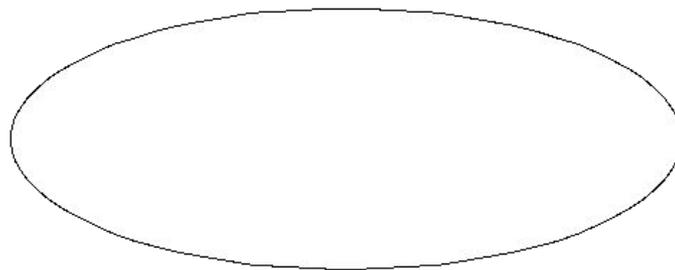
Широтно-импульсная модуляция и фазово-импульсная модуляция



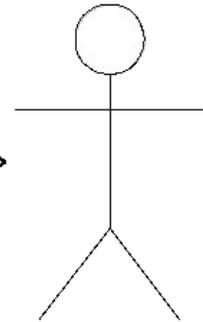
# Диаграмма вариантов использования



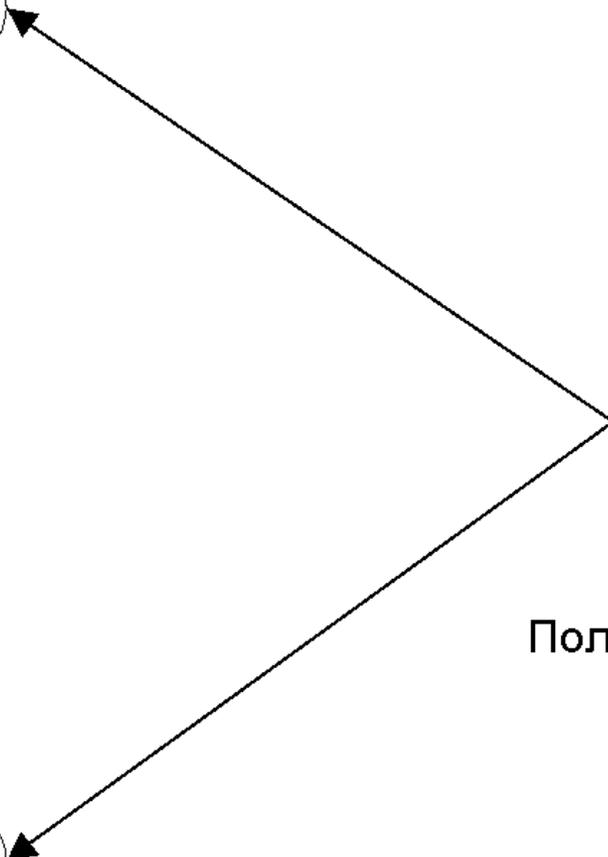
Демонстрация бинарного  
импульсного кодирования



Демонстрация многоуровневого  
импульсного кодирования



Пользователь



# Диаграммы взаимодействия

Диаграмма взаимодействия для варианта  
«Демонстрация бинарного  
импульсного кодирования»

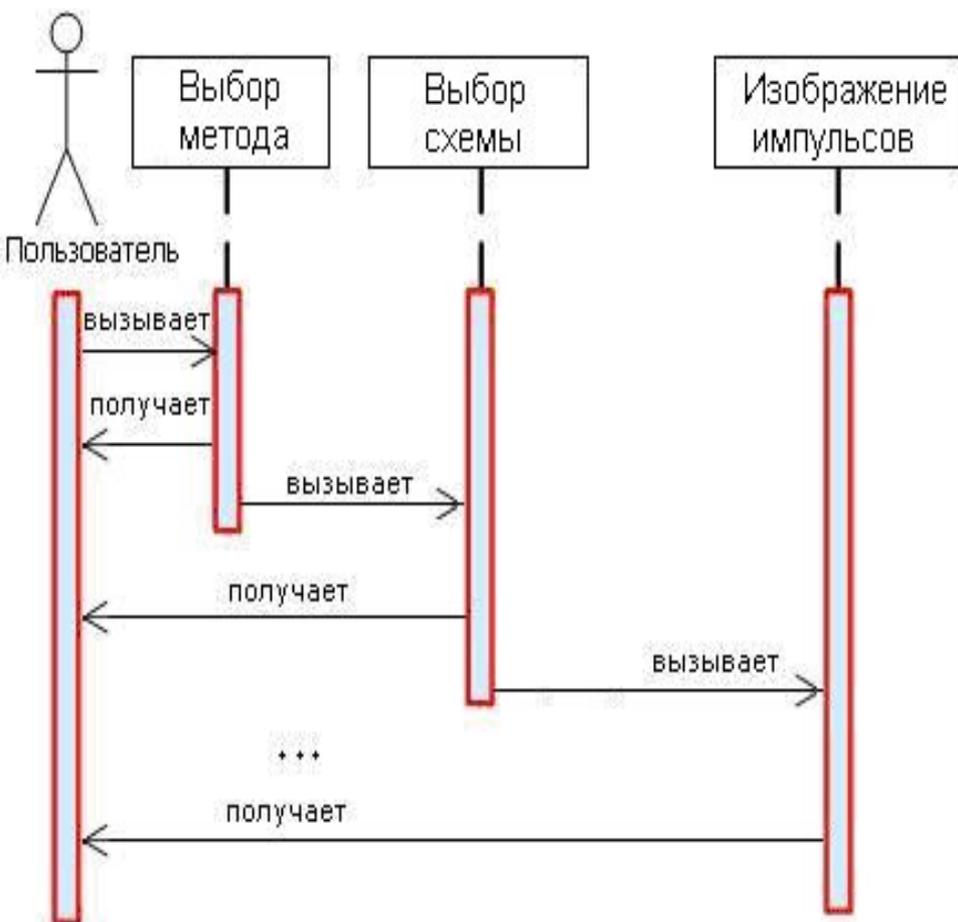
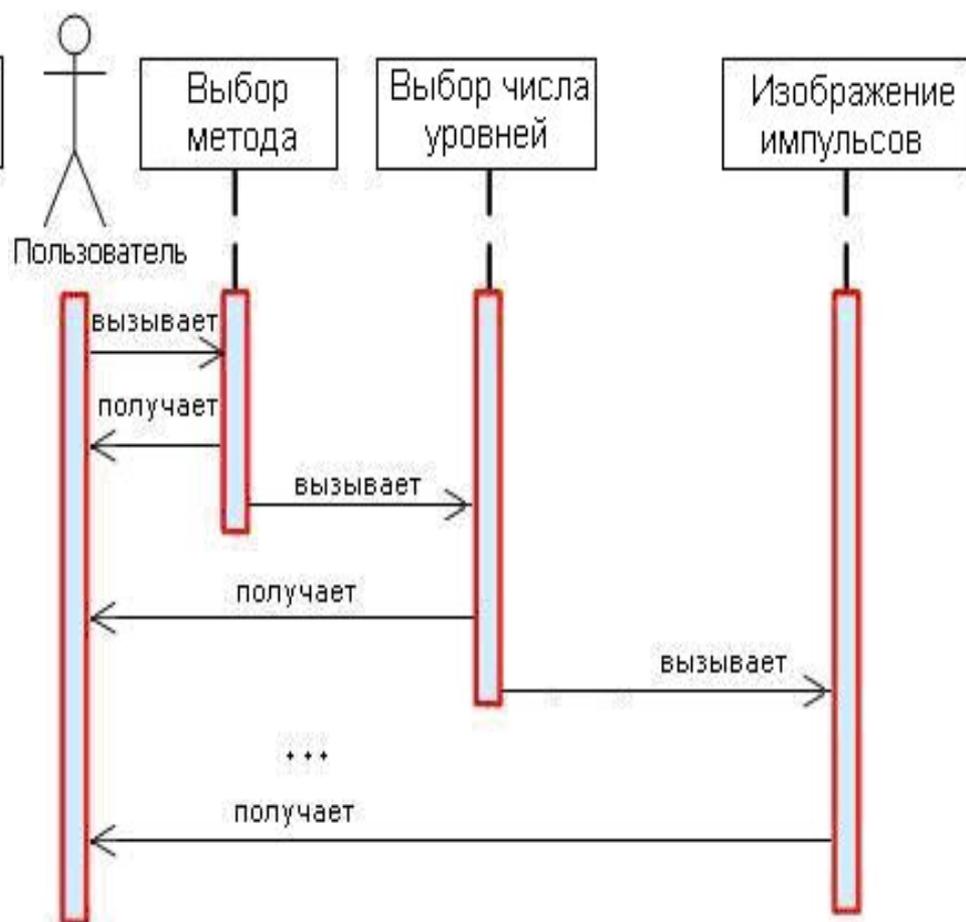


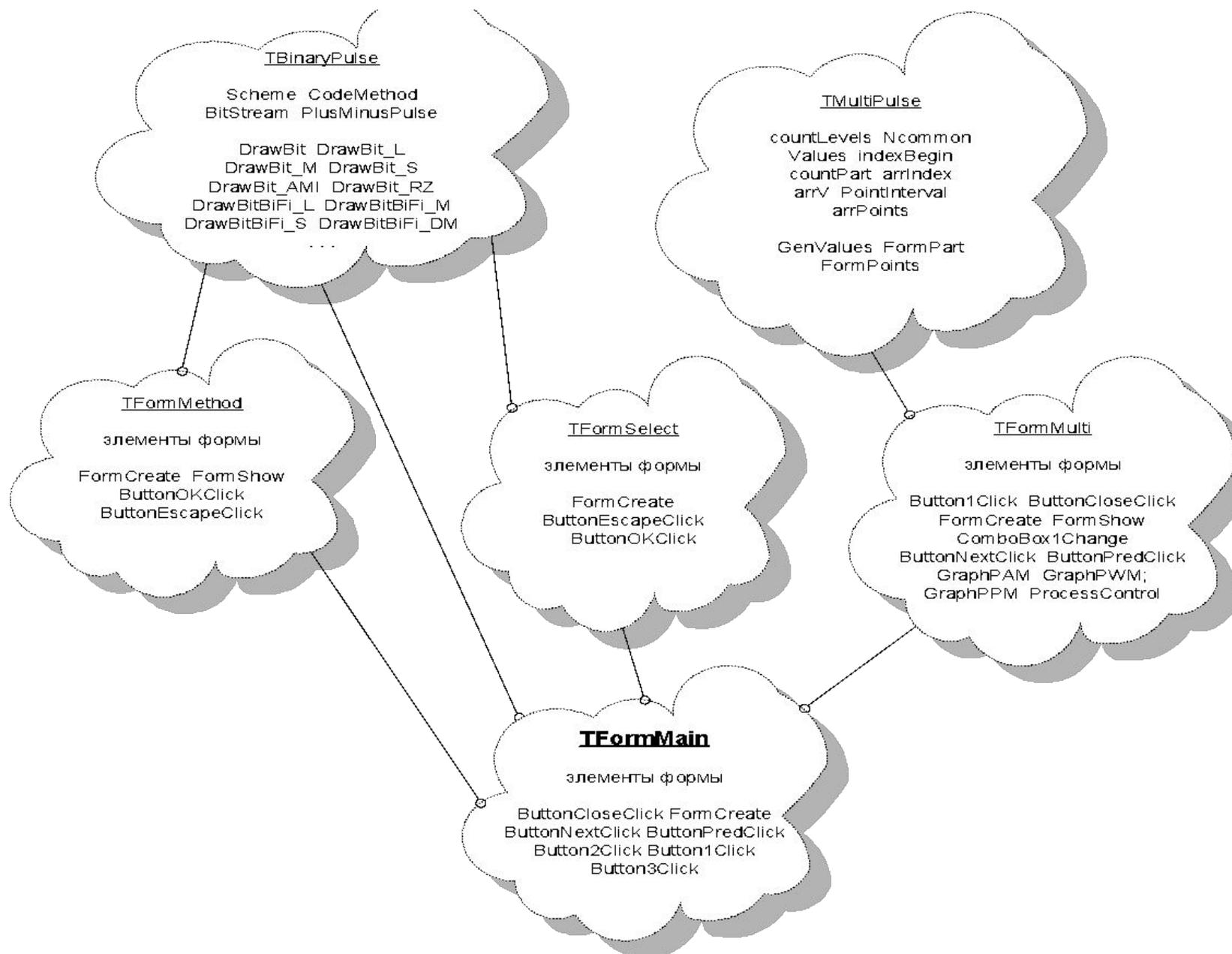
Диаграмма взаимодействия для варианта  
«Демонстрация многоуровневого  
импульсного кодирования»



# Классы проекта PulseChannalCode

Имя класса	Что описывает	Применение
TFormMain	Управление процессом выбора метода и схемы модуляции и показ результатов бинарной модуляции	Класс, экземпляром которого является главная форма FormMain
TFormMethod	Выбор метода бинарной модуляции	Класс формы FormMethod
TFormSelect	Выбор схемы бинарной модуляции	Класс формы FormSelect
TFormMulti	Выбор числа уровней и показ графиков многоуровневой модуляции	Класс формы FormMulti
TBinaryPulse	Процессы бинарного кодирования (модуляции) и изображения их результатов	Класс объекта BinaryPulse, который рисует изображения импульсов для бинарной модуляции
TMultiPulse	Процессы получения многоуровневого сигнала	Класс объекта MultiPulse, который формирует данные для графиков с изображениями многоуровневой модуляции

# Диаграмма классов проекта PulseChannalCode



# Главная форма после запуска приложения PulseChannalCode

Применение различных методов импульсного канального кодирования

Метод бинарного кодирования: NRZ - L

+V

0

-V

Вправо

>>

Влево

<<

Методы  
многоуровневого  
кодирования

Метод бинарного кодирования ?

Завершить

# Экранные формы для выбора метода и схемы демонстрируемой импульсной кодировки

Выбор метода бинарного кодирования

Задать метод бинарного кодирования

Импульсы без возврата к нулю ( NRZ - Non Return to Zero )

Импульсы с возвратом к нулю ( RZ - Retu

Фазовое импульсное кодирование

OK

Определение схемы бинарного кодирования NRZ

Задать схему бинарного кодирования

NRZ - L (Non Return To Zero - Level)

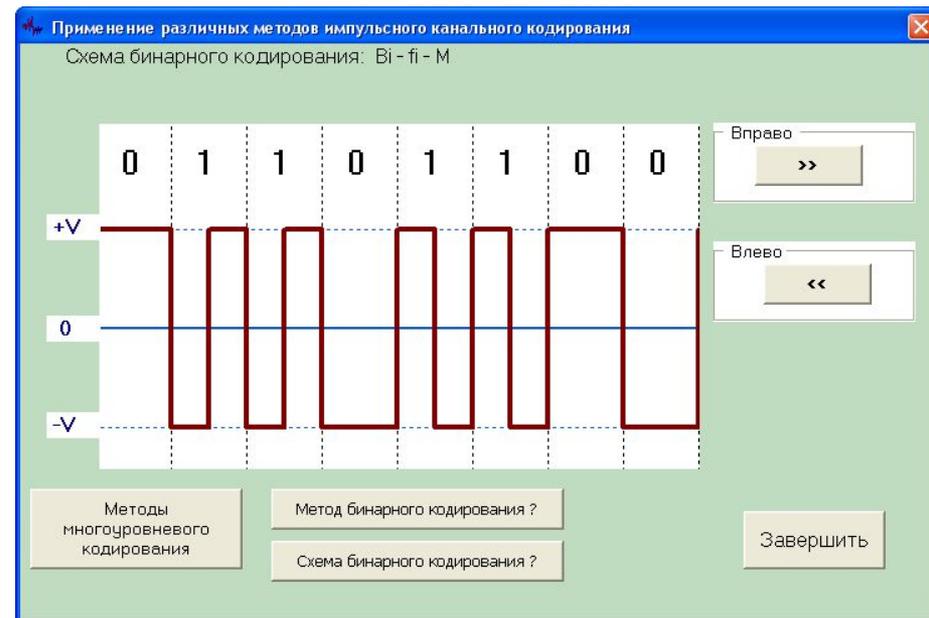
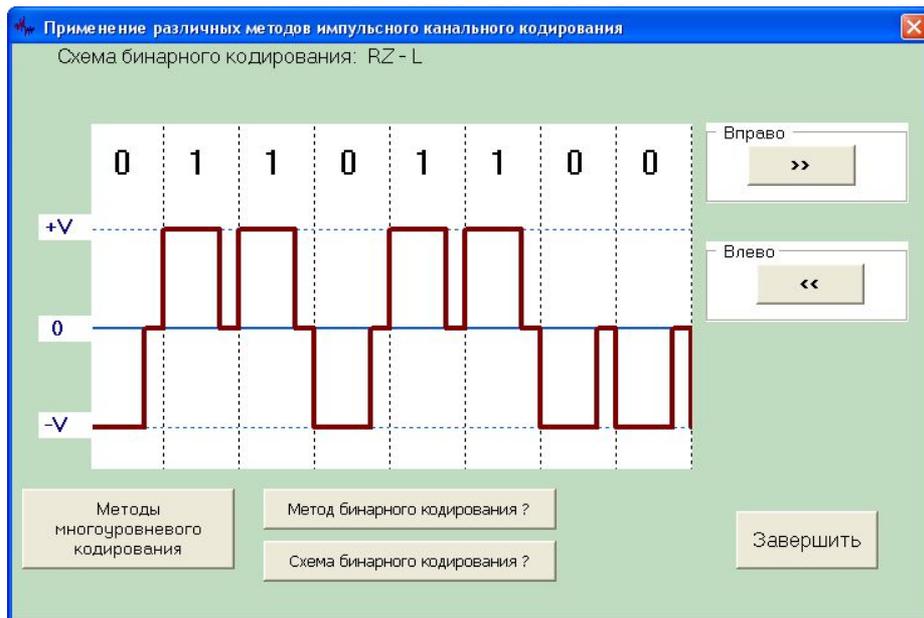
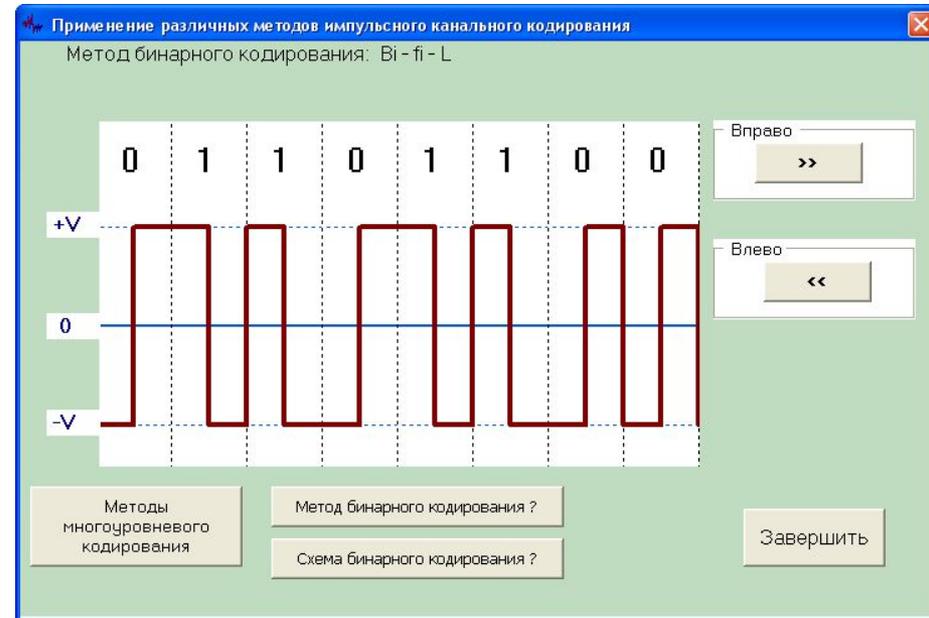
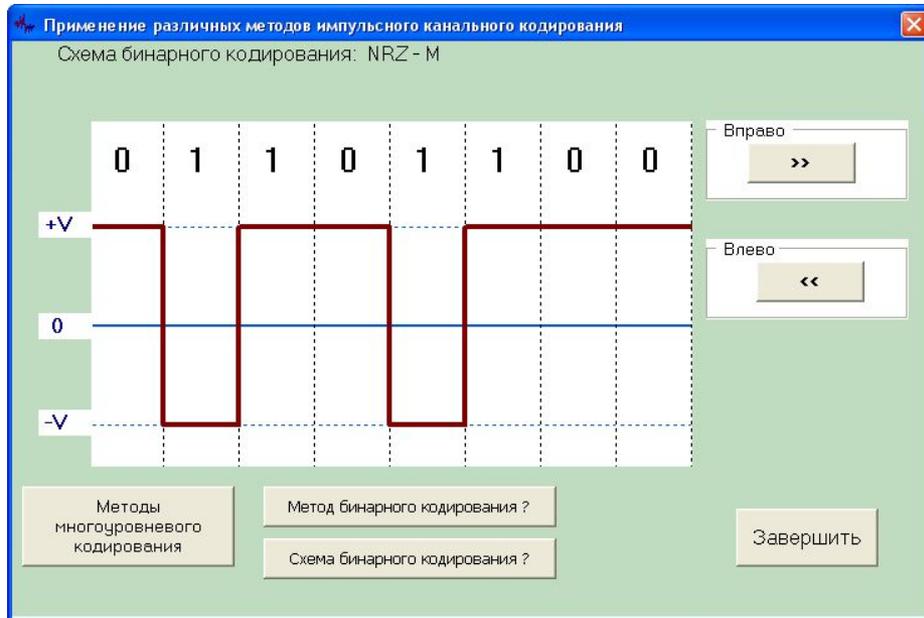
NRZ - M (Non Return To Zero - Mark)

NRZ - S (Non Return To Zero - Spase)

NRZ - AMI (Non Return To Zero - Alternate Mark Inver

OK Отмена

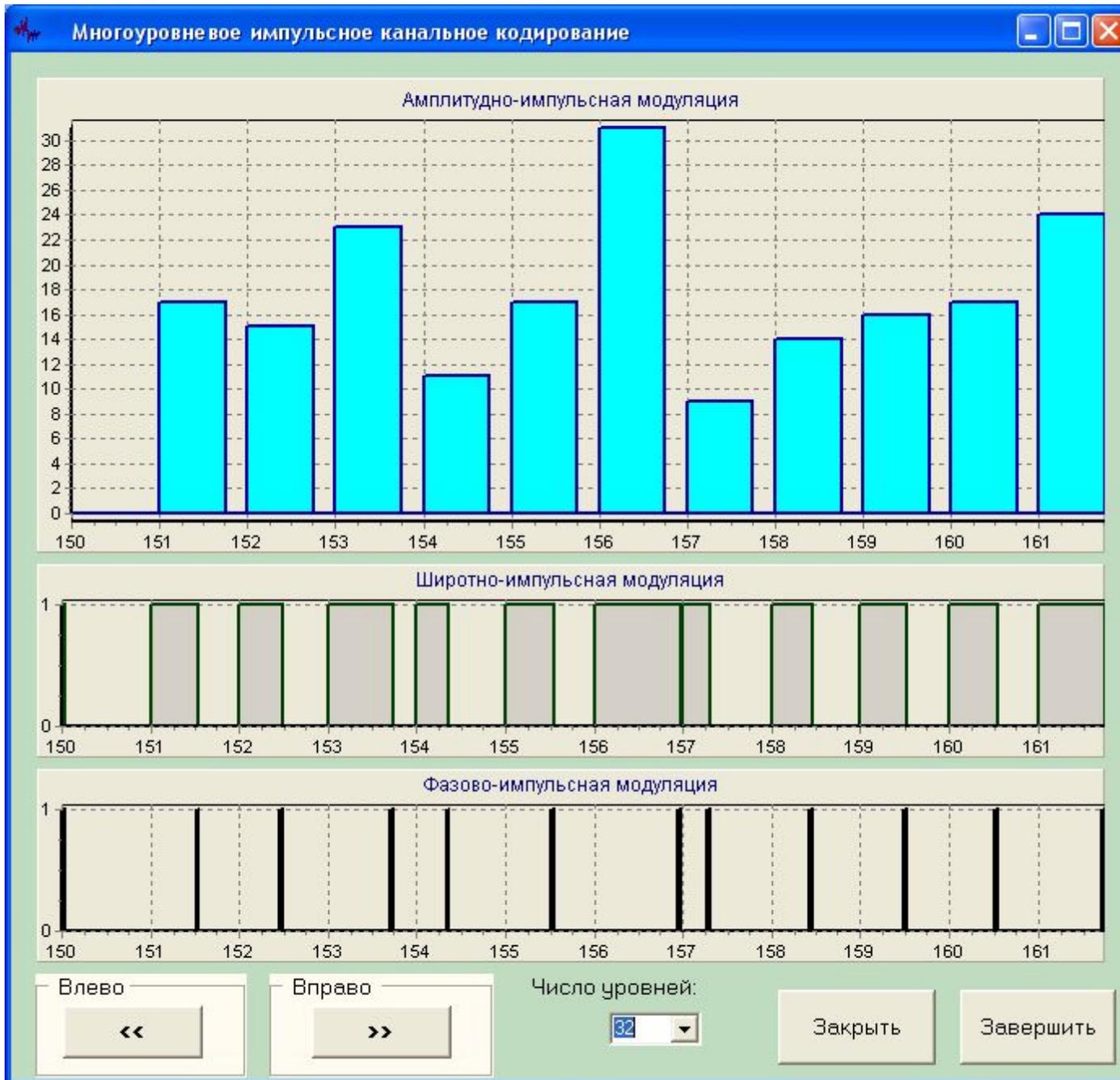
# Примеры демонстрации бинарной импульсной модуляции



# Представление 4-хуровневых импульсных модуляций



# Представление 32-хуровневых импульсных модуляций



# Экономические показатели дипломного проекта

Наименование показателя	Варианты	
	базовый	проектный
Трудоемкость решения задачи, час	5	0,15
Периодичность решения задачи, раз / год	60	60
Годовые текущие затраты, связанные с решением задачи, тыс. руб.	718	25,2
Отпускная цена программы, тыс. руб.	—	6,4
Степень новизны программы	—	В
Группа сложности алгоритма	—	Алгоритмы моделирования
Прирост условной прибыли, тыс. руб.	—	1,9
Годовой экономический эффект, тыс. руб.	—	85
Срок возврата инвестиций, лет	—	3,3

# Заключение

За время дипломного проектирования создана прикладная программа PulseChannalCode, разработанная в интегрированной среде разработки Delphi 7. Эта программа предназначена демонстрации методов линейного кодирования, применяемого при формировании сигналов, используемых для передачи цифровой двоичной или M-арной информации.

Созданное приложение PulseChannalCode позволяет демонстрировать импульсные сигналы трех методов линейного бинарного кодирования, NRZ (без возврата к нулю), RZ (с возвратом к нулю) и бифазного кодирования. Каждый из этих методов имеет четыре схемы, которые можно выбрать с помощью формы приложения PulseChannalCode.

Работа с приложением PulseChannalCode позволяет пользователю:

выбирать метод и схему бинарного кодирования;

активизировать демонстрацию трех методов многоуровневого кодирования, к которым относятся такие методы как амплитудно-импульсная модуляция, широтно-импульсная модуляция и фазово-импульсная модуляция;

изменять количество уровней многоуровневой модуляции;

представлять на диаграмме график сигнала для заданной бинарной модуляции;

представлять на диаграммах графики импульсов многоуровневой модуляции.

В ходе работы над дипломным проектом выполнены следующие разработки:

- проведен обзор методов импульсной модуляции цифровых сообщений;
- выполнено проектирование приложения;
- разработан код приложения PulseChannalCode и его диалоговые формы;
- рассмотрены экономические аспекты проекта и вопросы охраны труда.

Результаты дипломного проектирования рекомендуется использовать при изучении методов бинарной и многоуровневой узкополосной модуляции.