

Лабораторная работа №XX

Тема: «Исследование эффективности помехоустойчивого кодирования в системе DVB-S2».

В основе лабораторной работы лежит готовая модель приёмопередающего тракта системы DVB-S2 (рис. 1.1), основную информацию можно найти на [сайте MathWorks](#).

Выполнение работы:

1. Подготовка к выполнению лабораторной работы

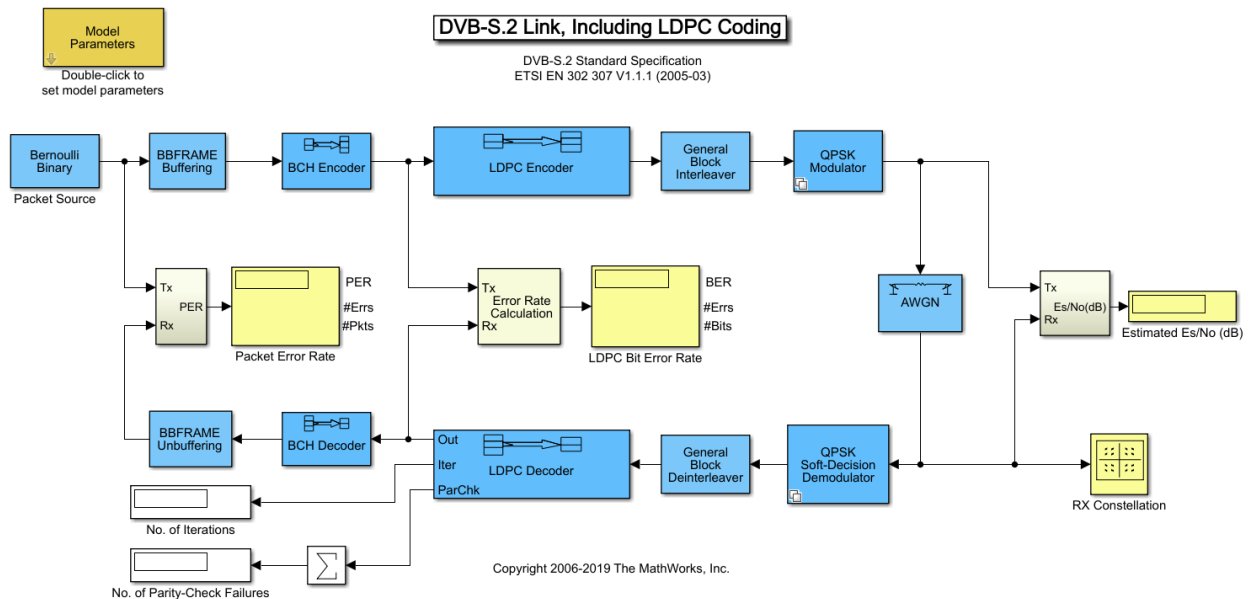


Рис. 1.1 – Общий вид модели приёмопередающего тракта DVB-S2

1.1 Запустите программу MATLAB ;

1.2 Запустите модель приёмопередающего тракта DVB-S2. Для этого командном окне (**Command Window**) пропишите команду:

```
openExample('comm/DVBS2LinkIncludingLDPCCodingSimulinkExample')
```

1.3 Убедитесь, что в поле выбранной папки (**Current Folder**) находится Simulink-модель **commdvbs2.slx**. Если после выполнения пункта 1.2 модель не запустилась, откройте её самостоятельно в **Current Folder**;

1.4 На отдельном листе бумаги постройте оси для графика зависимости коэффициента ошибок BER от отношения энергии передачи одного символа от спектральной плотности белого шума – E_s/N_0 .

Ось BER нужно строить в третьоктавной шкале от 10^{-5} до 10^0 , а ось E_s/N_0 в линейном масштабе от -4 до 10, пример подобного графика изображён на рис. 1.2.

Пример графика:

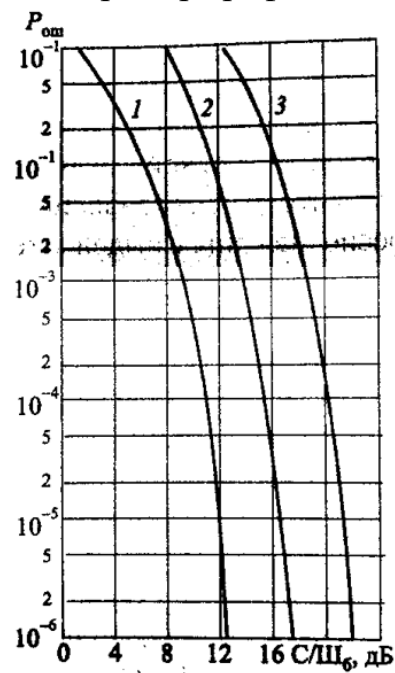


Рис. 1.2 – График зависимости коэффициента ошибок от отношения сигнал/шум

2. Построение графика зависимостей коэффициента ошибок BER от отношения энергии передачи одного символа от спектральной плотности белого шума – E_s/N_0 .

2.1 Запустив файл **commdvbs2** откройте блок управления моделью **Model Parameters**.

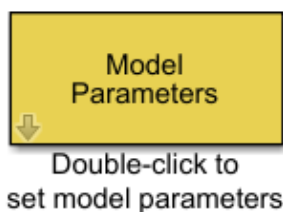


Рис. 2.1 – Внешний вид блока **Model Parameters**

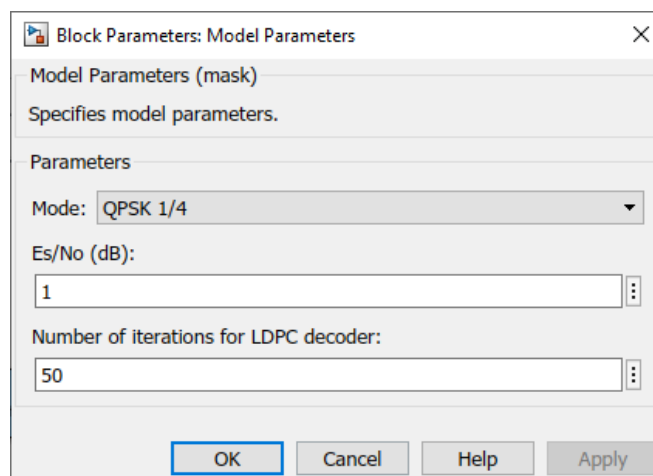


Рис. 2.2 – Меню настроек блока **Model Parameters**

В ходе работы будет необходимо изменять параметры **Mode** и **Es/N0**.

2.2 Выберите параметр **Mode** – QPSK 1/4.

2.3 Установите значение **Es/No** – -4дБ

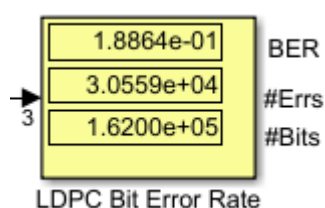
2.4 Запустите модель кнопкой **Run** , или кнопкой F5 и дождитесь окончания работы модели.

2.5 Запишите получившуюся величину «BER» и «Estimated Es/No (dB)» в таблицу 1, и отметьте её на графике, подготовленном в пункте 1.4.

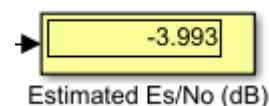
Примечание: для удобства записи величины **BER** указанной в блоке **LDPC Bit Error Rate** (рис. 2.3 (а)), можно изменить тип отображаемых данных с **short** на **short_e** (двойным нажатием открываете свойства блока и изменяете вид отображения как показано на рис. 2.3 (в))

Табл.1 – Зависимость BER от Es/No

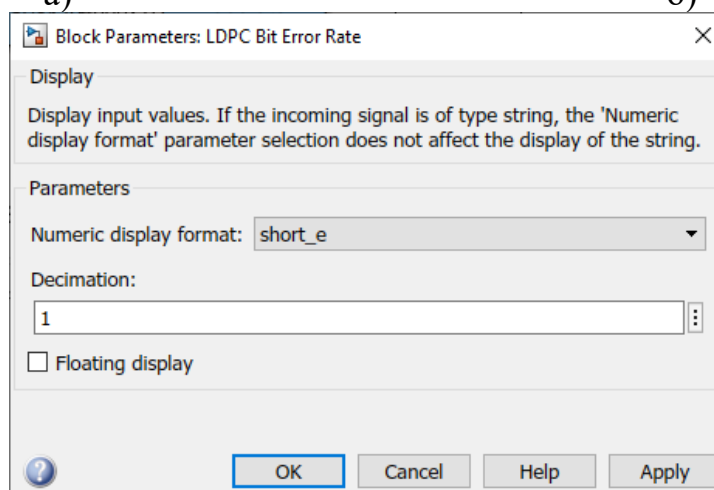
QPSK 1/4	Es/No, дБ	-4							
	BER								
8PSK 3/5	Es/No, дБ	-4	4						
	BER								
16APSK 2/3	Es/No, дБ	-4	7						
	BER								



а)



б)



в)

Рис. 2.3 – блоки отображения коэффициента битовых ошибок BER (а) и отношения Es/No (б), блок настройки отображения коэффициента битовых ошибок BER(в)

2.6 Сделайте ещё 3-4 измерения, увеличивая **Es/No** до тех пор, пока **BER** не станет меньше 10^{-5} .

2.7 Прodelайте пункты 2.3 – 2.6, но уже для параметров **Mode: 8PSK 3/5** и 16APSK 2/3.

Примечание: в таблице 1 указаны первые точки с соответствующим отношением Es/No, по которым желательно начинать измерения, особенно для модуляции 8PSK 3/5 и 16APSK 2/3.

3. Визуальная оценка качества передаваемой информации для разного отношения Es/No.

3.1 Предварительная подготовка модели для работы с файлом в формате .ts.

3.1.1 Перед дальнейшим выполнением работы ознакомьтесь с исходным видефрагментом, расположенный в папке Lab_DVB_S2 (файл underwater.ts).

3.1.2 Для дальнейшей работы потребуется преобразовать текущую модель. При помощи пункта меню «**Save as...**» сохраните модель в той же папке под именем **commdvbs2_rw.slx**

3.1.3 Для корректной работы модели перейдите в её свойство Model Properties\Callbacks (для версии Matlab 2019 года оно расположено по пути **Modeling\Model Settings\Model Properties\Callbacks**) и в подпункте «**InitFcn**» во всех строчках, где указано имя модели «**commdvbs2**», замените его на «**commdvbs2_rw**», в соответствии с новым именем модели (без расширения .slx).

Примечание: в разных версиях Matlab содержимое окна Model initialization function (рис. 3.1) может отличаться.

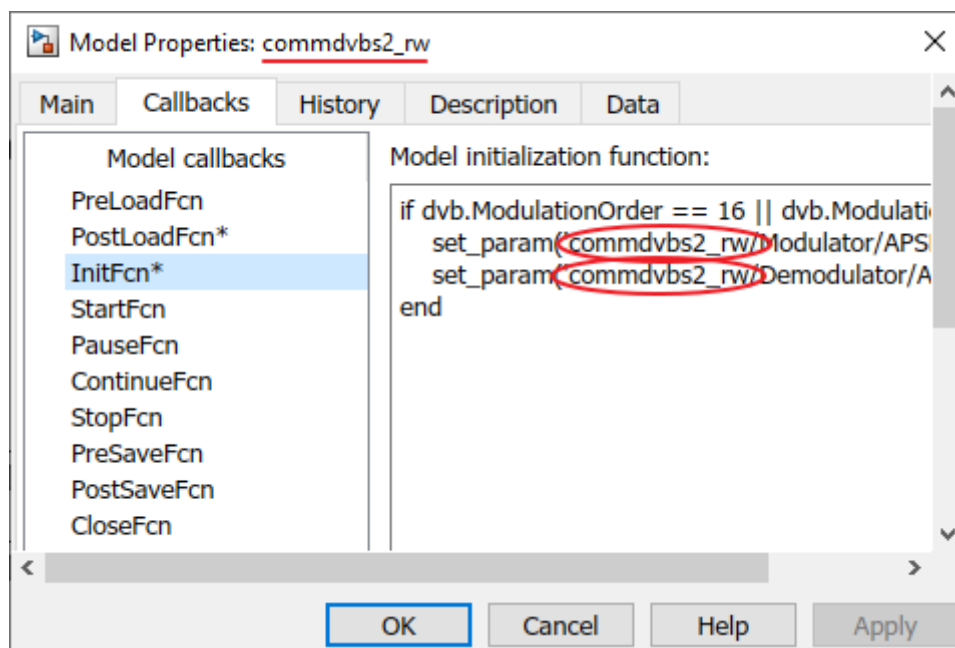



Рис. 3.1 – Настройки Callbacks

3.2 Настройка основных блоков Simulink-модели

3.2.1 В модели, преобразованной в пункте 3.1 добавьте блоки:

- Binary File Reader
- Binary File Writer
- Integer to Bit Converter
- Bit to Integer Converter

Добавить эти блоки можно при помощи библиотеки блоков (Library Browser)  или кликнув левой кнопкой мыши по свободной области модели и начав вводить название блока.

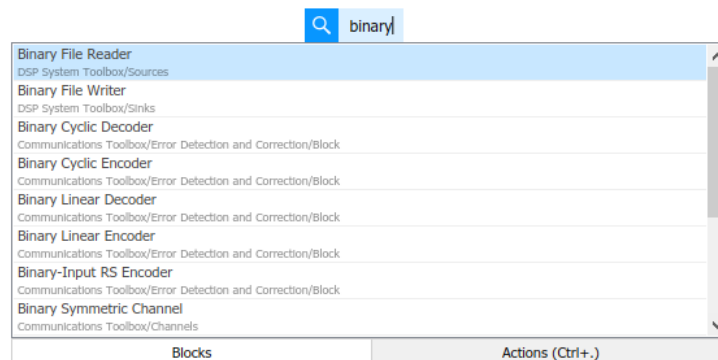


Рис. 3.2 – Выбор блока Binary File Reader

3.2.2 Удалите блок источника **Packet Source** и подключите добавленные в пункте 3.2.1 блоки согласно рис. 3.3.

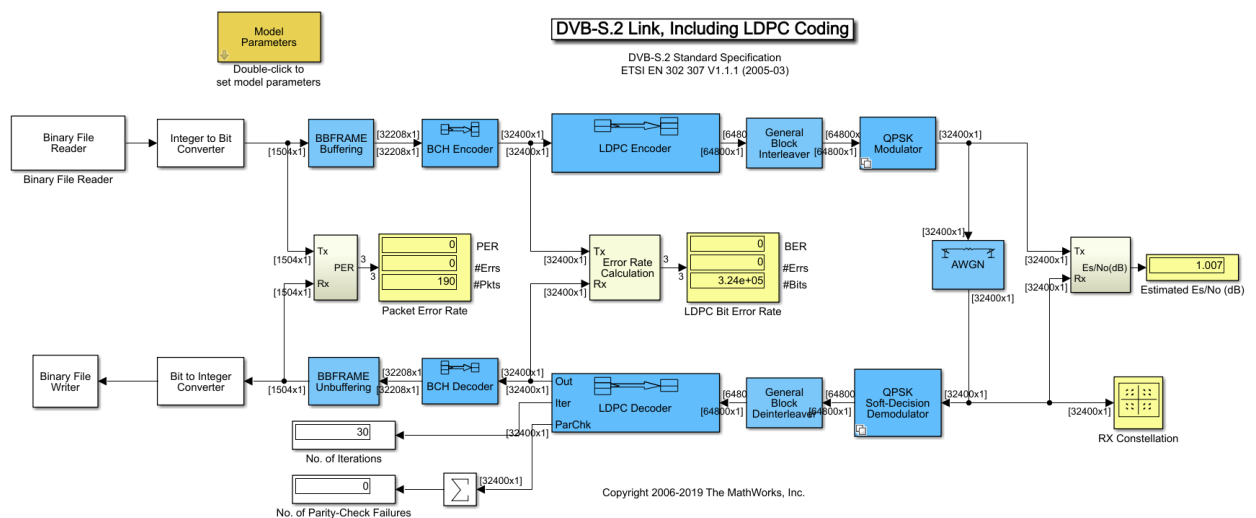


Рис. 3.3 – Внешний преобразованной модели

3.2.3 Откройте блоки **BFRAME Buffering** и **BFRAME Unbuffering**. В этих подсистемах необходимо отключить блоки буфера (**Buffer**) согласно рис. 3.4. Это делается нажатием правой кнопки на блок **Buffer** и через выпавшее меню выбирается пункт меню «**Comment Through**», или выделяется блок и нажимается сочетание клавиш **Ctrl+Shift+Y**.

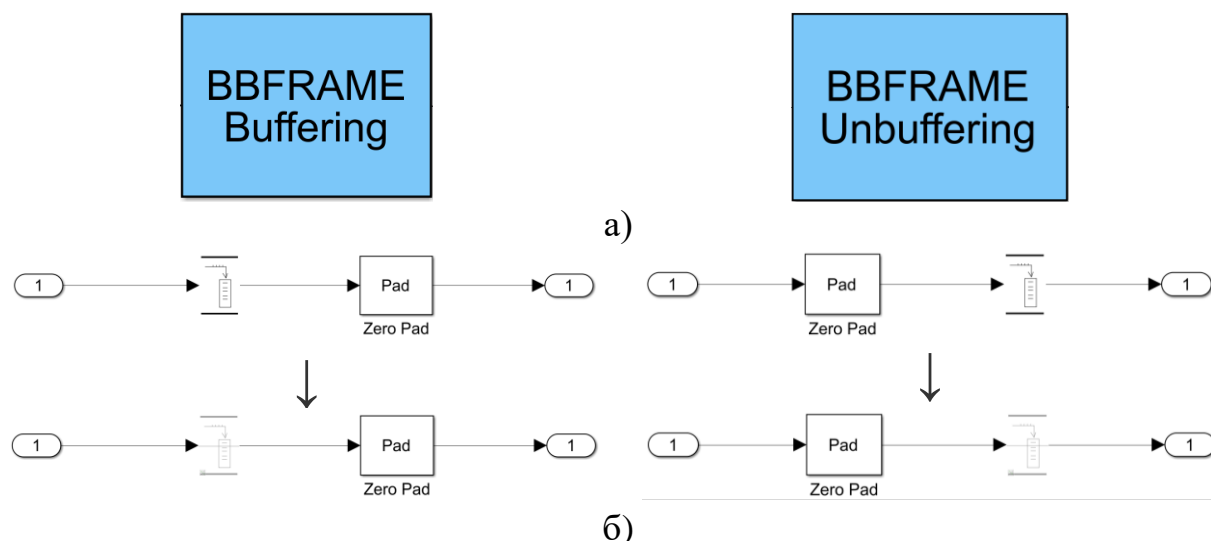


Рис. 3.4 – Внешний вид подсистем буферизации (а) и их преобразование (б)

3.2.4 Откройте блоки **Integer to Bit Converter** и **Bit to Integer Converter**. В свойстве этих моделей в поле «**Number to bits per integer (M)**» установите значение «**8**». Для блока **Integer to Bit Converter** параметр «**Output data type**» должен быть «**boolean**», для **Bit to Integer Converter** – «**uint8**».

3.2.5 Данная Simulink-модель достаточно требовательна к ресурсам компьютера, чтение и запись реального файла может занять много времени. Поэтому желательно поставить время работы модели 5 секунд.

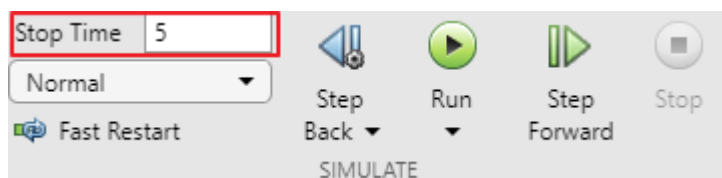


Рис. 3.5 – Настройка времени работы Simulink-модели

3.3 Чтение и пробная запись видеофайла, проходящего через тракт DVB-S2

3.3.1 Откройте параметры блока Binary File Reader. С помощью кнопки «**Browse...**» укажите путь к файлу underwater.ts.

Примечание: в пути файла **не должны** встречаться кириллические символы, иначе блок при запуске модели будет выдавать ошибку!!!

Остальные параметры укажите в соответствии с рис. 3.6

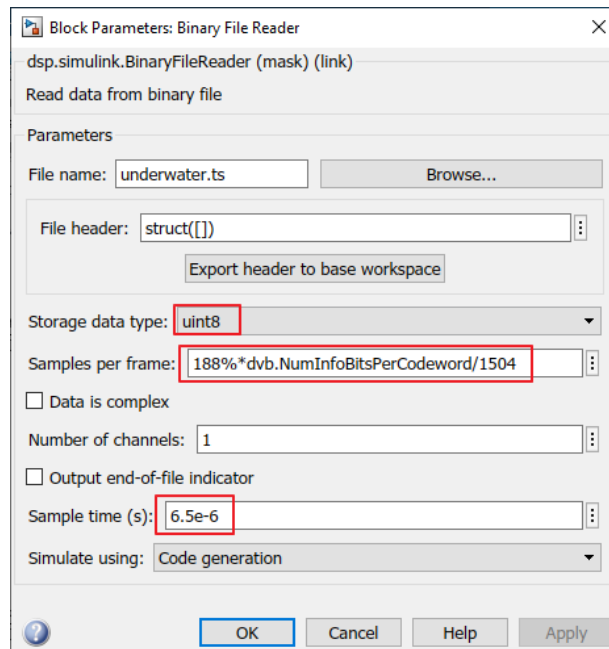


Рис. 3.6 – Настройка блока Binary File Reader

3.3.2 В соответствии с графиком зависимостей **BER** от **Es/No**, полученным в **пункте 2** выберите **один** из используемых типов модуляции (QPSK 1/4, 8PSK 3/5, или 16APSK 2/3) для дальнейшей визуальной оценки изображения.

3.3.3 В блоке управления параметрами модели (Model Parameters) установите выбранный тип модуляции (в пункте 3.3.2) в поле **Mode** и установите отношение **Es/No**, равное 20 дБ. **Выбранный тип модуляции в дальнейшем изменять не нужно.**

3.3.4 Откройте параметры блока Binary File Writer. С помощью кнопки «**Save as...**» укажите путь к сохраняемому файлу и укажите имя вместе с расширением **.ts** (<имя_файла>.ts). При указании имени файла желательно указывать величину **Es/No**, установленную в Model Parameters.

Например, имя записываемого файла: **EsNo_20dB.ts**.

3.3.5 Запустите модель, дождитесь окончания её работы, зафиксируйте вид созвездия, полученный в окне RX Constellation при заданном отношении **Es/No**, равном 20дБ.


3.3.6 Откройте записанный файл, убедитесь в том, что файл записан без видимых искажений.

3.4 Визуальная оценка качества передаваемой информации для разного отношения Es/No при заданном типе модуляции.

3.4.1 Для выбранного типа модуляции определите отношение **Es/No** (по графику, полученному в пункте 2), при котором коэффициент битовых ошибок **BER** будет находиться примерно в промежутке от 10^{-5} до 10^{-3}

3.4.2 В блоке управления параметрами модели (Model Parameters) установите выбранное в пункте 3.4.1 значение **Es/No**.

3.4.3 В данном пункте необходимо записать 3 файла. Первый при коэффициенте **BER**, примерно равном 10^{-3} , второй при 10^{-4} , и третий, при таком минимальном отношении **Es/No**, при котором записанный файл будет содержать минимальное количество ошибок ($BER < 10^{-5}$). **Не забывайте изменять имя записываемых файлов!** Запишите все три файла, а также зафиксируйте параметры «BER» и «Estimated Es/No (dB)» для них. Помимо этого, необходимо **один раз** сохранить вид получившегося созвездия в окне RX Constellation.

3.4.4 Для того, чтобы подобрать необходимый коэффициент **BER** для записи, запустите модель с отношением **Es/No**, выбранным в пункте 3.4.2 и следите за изменением коэффициента **BER**. Если он отличается от необходимого, то остановите модель кнопкой **Stop** , измените параметр **Es/No** и запустите модель заново.

Примечание: желательно следить, чтобы коэффициент **BER** не становился больше 10^{-2} , иначе записанный файл не получится воспроизвести.

3.4.5 После того, как все файлы записаны, просмотрите их и сделайте вывод о качестве картинки, качестве звука и сопоставьте результаты с измерением отношения **Es/No** и соответствующего изменения коэффициента битовых ошибок **BER**.

4. Протокол должен содержать

К пункту 2:

- Таблицу 1 (пункт 2.5)
- График зависимости BER от Es/No (пункт 2.5)

К пункту 3:

- 2 скриншота созвездия. Первый при $Es/No = 20$ дБ (пункт 3.3.5), второй при выполнении пункта 3.3.3
- Параметры «BER» и «Estimated Es/No (dB)» для трёх разных случаев (пункт 3.4.3)
- Выводы в соответствии с пунктом 3.4.5.