**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |
| --- | --- |
| Утверждаю: |  |
| Галкин В.А | "\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г. |

**Курсовая работа**

**по курсу «Сетевые технологии»:**

##### «Программа передачи коротких сообщений»

Описание программы

(вид документа)

писчая бумага

(вид носителя)

65

(количество листов)

|  |  |
| --- | --- |
| ИСПОЛНИТЕЛИ: |  |
| студенты групп  ИУ5-63 и ИУ5-64 |  |
| Леонтьев А.В.  Корнуков Н.О.  Латкин И.И. | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  "\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2014 г. |
|  |  |

Москва - 2014

Оглавление

[1. Введение 4](#_Toc387062553)

[2. Схема классов 4](#_Toc387062554)

[3. Пакет gui 4](#_Toc387062555)

[3.1. Пакет templates 4](#_Toc387062556)

[3.1.1. Шаблон chat.fxml 4](#_Toc387062557)

[3.1.2. Шаблон connection.fxml 6](#_Toc387062558)

[3.2. Класс ChatController 7](#_Toc387062559)

[3.2.1. Поля 7](#_Toc387062560)

[3.2.2. События 8](#_Toc387062561)

[3.2.3. Методы 9](#_Toc387062562)

[3.2.4. Листинг 9](#_Toc387062563)

[3.3. Класс ChatController 17](#_Toc387062564)

[3.3.1. Поля 17](#_Toc387062565)

[3.3.2. События 17](#_Toc387062566)

[3.3.3. Методы 17](#_Toc387062567)

[3.3.4. Листинг 17](#_Toc387062568)

[3.4. Класс DataController 19](#_Toc387062569)

[3.4.1. Поля 19](#_Toc387062570)

[3.4.2. События 20](#_Toc387062571)

[3.4.3. Методы 20](#_Toc387062572)

[3.4.4. Листинг 20](#_Toc387062573)

[3.5. Класс DataStage 21](#_Toc387062574)

[3.5.1. Поля 21](#_Toc387062575)

[3.5.2. События 21](#_Toc387062576)

[3.5.3. Методы 21](#_Toc387062577)

[3.5.4. Листинг 21](#_Toc387062578)

[3.6. Перечисление DialogResult 22](#_Toc387062579)

[3.6.1. Значения 22](#_Toc387062580)

[3.7. Класс Main 22](#_Toc387062581)

[3.7.1. События 22](#_Toc387062582)

[3.7.2. Методы 22](#_Toc387062583)

[3.8. Перечисление MessageLevel 22](#_Toc387062584)

[3.8.1. Значения 22](#_Toc387062585)

[3.8.2. Поля 23](#_Toc387062586)

[3.8.2. Методы 23](#_Toc387062587)

[3.9. Перечисление Status 23](#_Toc387062588)

[3.9.1. Значения 23](#_Toc387062589)

[3.9.2. Поля 23](#_Toc387062590)

[3.9.2. Методы 23](#_Toc387062591)

[4. Пакет layers 24](#_Toc387062592)

[4.1. Интерфейс ILayer 24](#_Toc387062593)

[4.1.1. Методы 24](#_Toc387062594)

[4.1.2. Листинг 24](#_Toc387062595)

[4.2. Интерфейс PDU 24](#_Toc387062596)

[4.2.1. Методы 24](#_Toc387062597)

[4.2.2. Листинг 25](#_Toc387062598)

[4.3. Класс ProtocolStack 25](#_Toc387062599)

[4.3.1. Поля 25](#_Toc387062600)

[4.3.2. Методы 25](#_Toc387062601)

[4.3.3. Листинг 25](#_Toc387062602)

[4.4. Пакет apl 26](#_Toc387062603)

[4.4.1. Интерфейс IApplicationLayer 26](#_Toc387062604)

[4.4.2. Класс ApplicationLayer 27](#_Toc387062605)

[4.4.3. Класс Message 29](#_Toc387062606)

[4.5. Пакет dll 32](#_Toc387062607)

[4.5.1. Интерфейс IDataLinkLayer 32](#_Toc387062608)

[4.5.2. Класс DataLinkLayer 32](#_Toc387062609)

[4.5.3. Класс Frame 38](#_Toc387062610)

[4.5.4. Класс CycleCoder 43](#_Toc387062611)

[4.6. Пакет phy 46](#_Toc387062612)

[4.6.1. Пакет settings 46](#_Toc387062613)

[4.6.2. Интерфейс IPhysicalLayer 51](#_Toc387062614)

[4.6.3. Класс ComPort 52](#_Toc387062615)

[4.7. Пакет exceptions 62](#_Toc387062616)

[4.7.4. Класс ChatException 62](#_Toc387062617)

[4.7.2. Класс ConnectionException 63](#_Toc387062618)

[4.7.3. Класс LayerUnavailableException 63](#_Toc387062619)

[4.7.4. Класс ProtocolStackException 63](#_Toc387062620)

[4.7.5. Класс UnexpectedChatException 64](#_Toc387062621)

[4.7.6. Класс DecodeException 64](#_Toc387062622)

[5. Пакет util 65](#_Toc387062623)

[5.1. Класс ArrayUtils 65](#_Toc387062624)

[5.1.1. Методы 65](#_Toc387062625)

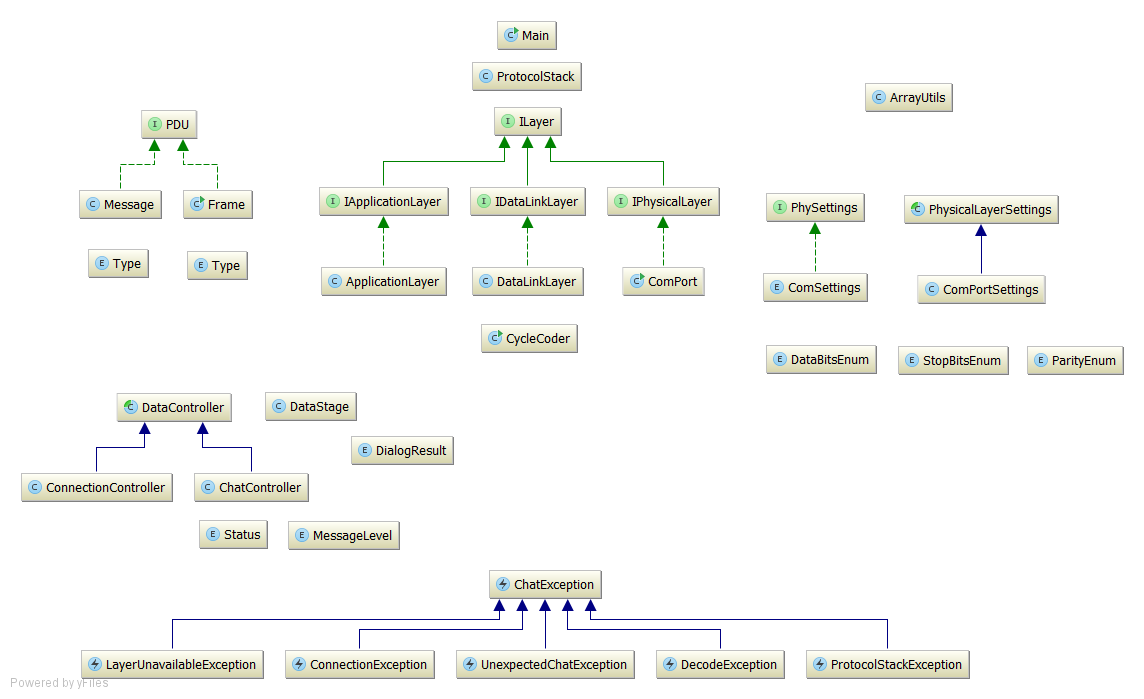
[5.1.2. Листинг 65](#_Toc387062626)

# 1. Введение

Программный продукт разработан с использованием технологии JavaFX (графический интерфейс пользователя) и RXTX (для работы физического уровня) на языке программирования Java.

Разработка осуществлялась в среде программирования IntelliJ IDEA при помощи распределённой системы контроля версия (git).

# 2. Схема классов



# 3. Пакет gui

## 3.1. Пакет templates

### 3.1.1. Шаблон chat.fxml

##### 3.1.1.1. Листинг

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<?import javafx.scene.control.\*?>

<?import javafx.scene.layout.\*?>

<?import javafx.scene.paint.Color?>

<?import javafx.scene.shape.Circle?>

<?import javafx.scene.web.WebView?>

<VBox fx:id="layout" layoutX="0.0" layoutY="0.0" prefHeight="344.0" prefWidth="483.0" xmlns:fx="http://javafx.com/fxml/1" xmlns="http://javafx.com/javafx/2.2" fx:controller="gui.ChatController">

<children>

<MenuBar>

<menus>

<Menu mnemonicParsing="false" text="Connection">

<items>

<MenuItem mnemonicParsing="false" onAction="#onMenuConnect" text="Connect" />

<MenuItem mnemonicParsing="false" onAction="#onMenuDisconnect" text="Disconnect" />

</items>

</Menu>

<Menu mnemonicParsing="false" text="Help">

<items>

<MenuItem mnemonicParsing="false" onAction="#onMenuAbout" text="About" />

</items>

</Menu>

</menus>

</MenuBar>

<SplitPane dividerPositions="0.5036764705882353" focusTraversable="true" orientation="VERTICAL" prefHeight="200.0" prefWidth="160.0" VBox.vgrow="ALWAYS">

<items>

<AnchorPane minHeight="0.0" minWidth="0.0" prefHeight="100.0" prefWidth="160.0">

<children>

<WebView fx:id="webView" maxHeight="1.7976931348623157E308" maxWidth="1.7976931348623157E308" prefHeight="133.0" prefWidth="481.0" AnchorPane.bottomAnchor="0.0" AnchorPane.leftAnchor="0.0" AnchorPane.rightAnchor="0.0" AnchorPane.topAnchor="0.0" />

</children>

</AnchorPane>

<AnchorPane minHeight="0.0" minWidth="0.0" prefHeight="100.0" prefWidth="160.0">

<children>

<TextArea fx:id="inputField" maxHeight="1.7976931348623157E308" maxWidth="1.7976931348623157E308" onKeyReleased="#onKeyReleased" prefHeight="133.0" prefWidth="481.0" wrapText="true" AnchorPane.bottomAnchor="0.0" AnchorPane.leftAnchor="0.0" AnchorPane.rightAnchor="0.0" AnchorPane.topAnchor="0.0" />

</children>

</AnchorPane>

</items>

</SplitPane>

<HBox prefHeight="40.0" prefWidth="318.0">

<children>

<ToolBar maxHeight="1.7976931348623157E308" maxWidth="1.7976931348623157E308" prefHeight="40.0" prefWidth="351.0" HBox.hgrow="ALWAYS">

<items>

<Circle fx:id="statusIcon" fill="RED" radius="6.00006103515625" stroke="BLACK" strokeType="INSIDE" />

<Label fx:id="statusText" alignment="CENTER\_LEFT" text="Not connected" textAlignment="LEFT">

<textFill>

<Color blue="0.388" green="0.388" red="0.388" />

</textFill>

</Label>

</items>

</ToolBar>

<ToolBar maxHeight="1.7976931348623157E308">

<Circle fx:id="ctsIcon" fill="RED" radius="6.00006103515625" stroke="BLACK" strokeType="INSIDE" />

<Label fx:id="ctsText" alignment="CENTER\_LEFT" text="CTS" textAlignment="LEFT">

<textFill>

<Color blue="0.388" green="0.388" red="0.388" />

</textFill>

</Label>

</ToolBar>

<ToolBar maxHeight="1.7976931348623157E308">

<items>

<Button fx:id="sendButton" defaultButton="true" disable="true" mnemonicParsing="false" onAction="#sendClick" text="Send" />

</items>

</ToolBar>

</children>

</HBox>

</children>

</VBox>

### 3.1.2. Шаблон connection.fxml

##### 3.1.2.1. Листинг

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

<?import javafx.collections.FXCollections?>

<?import javafx.geometry.Insets?>

<?import javafx.scene.control.\*?>

<?import javafx.scene.layout.\*?>

<GridPane fx:id="layout" hgap="10.0" maxHeight="1.7976931348623157E308" prefHeight="205.0" prefWidth="400.0" vgap="10.0" xmlns:fx="http://javafx.com/fxml/1" xmlns="http://javafx.com/javafx/2.2" fx:controller="gui.ConnectionController">

<children>

<Label text="Nickname:" GridPane.columnIndex="0" GridPane.rowIndex="0" GridPane.vgrow="SOMETIMES" />

<TextField fx:id="userName" prefWidth="269.0" text="User" GridPane.columnIndex="1" GridPane.columnSpan="2147483647" GridPane.rowIndex="0" GridPane.vgrow="SOMETIMES" />

<Label text="COM port:" GridPane.columnIndex="0" GridPane.rowIndex="1" />

<ComboBox fx:id="comPort" maxWidth="1.7976931348623157E308" prefWidth="180.0" GridPane.columnIndex="1" GridPane.columnSpan="2" GridPane.rowIndex="1">

<items>

<FXCollections fx:factory="observableArrayList" />

</items>

</ComboBox>

<Label text="Data bits:" GridPane.columnIndex="0" GridPane.rowIndex="2" />

<ComboBox fx:id="dataBits" maxWidth="1.7976931348623157E308" prefWidth="-1.0" GridPane.columnIndex="1" GridPane.rowIndex="2" />

<Label text="Parity check:" GridPane.columnIndex="0" GridPane.rowIndex="3" />

<ComboBox fx:id="parityCheck" maxWidth="1.7976931348623157E308" prefWidth="-1.0" GridPane.columnIndex="1" GridPane.rowIndex="3" GridPane.vgrow="ALWAYS" />

<Button alignment="BASELINE\_CENTER" defaultButton="true" maxWidth="1.7976931348623157E308" mnemonicParsing="false" onAction="#onConnect" text="Connect" GridPane.columnIndex="3" GridPane.halignment="CENTER" GridPane.hgrow="ALWAYS" GridPane.rowIndex="4" />

<Label text="Stop bits:" GridPane.columnIndex="2" GridPane.rowIndex="3" />

<ComboBox fx:id="stopBits" maxWidth="1.7976931348623157E308" prefWidth="-1.0" GridPane.columnIndex="3" GridPane.rowIndex="3" />

<Label text="Baud rate:" GridPane.columnIndex="2" GridPane.rowIndex="2" />

<ComboBox fx:id="baudRate" maxWidth="1.7976931348623157E308" prefWidth="-1.0" GridPane.columnIndex="3" GridPane.rowIndex="2" />

<Button fx:id="refresh" maxWidth="1.7976931348623157E308" mnemonicParsing="false" onAction="#onRefresh" prefWidth="-1.0" text="Refresh" textAlignment="CENTER" GridPane.columnIndex="3" GridPane.hgrow="ALWAYS" GridPane.rowIndex="1" />

</children>

<columnConstraints>

<ColumnConstraints hgrow="SOMETIMES" minWidth="10.0" prefWidth="100.0" />

<ColumnConstraints hgrow="SOMETIMES" minWidth="10.0" prefWidth="100.0" />

<ColumnConstraints hgrow="SOMETIMES" minWidth="10.0" prefWidth="100.0" />

<ColumnConstraints hgrow="SOMETIMES" minWidth="10.0" prefWidth="100.0" />

</columnConstraints>

<padding>

<Insets bottom="10.0" left="10.0" right="10.0" top="10.0" />

</padding>

<rowConstraints>

<RowConstraints minHeight="10.0" vgrow="SOMETIMES" />

<RowConstraints minHeight="10.0" vgrow="SOMETIMES" />

<RowConstraints minHeight="10.0" vgrow="SOMETIMES" />

<RowConstraints minHeight="10.0" vgrow="SOMETIMES" />

</rowConstraints>

</GridPane>

## 3.2. Класс ChatController

Класс-контроллер для главного окна чата.

### 3.2.1. Поля

* @FXML private Button sendButton;  
  Кнопка Send
* @FXML private WebView webView;  
  Окно сообщений, на базе веб-браузера
* @FXML private TextArea inputField;  
  Поле ввода сообщения для передачи
* @FXML private Circle statusIcon;  
  Лампочка состояния связи
* @FXML private Label statusText;  
  Текст состояния связи
* @FXML private Circle ctsIcon;  
  Лампочка, отображающая состояние линии CTS
* public static final String PROGRAM\_NAME = "ComChat";  
  Имя программы
* public static final String PROGRAM\_VERSION = "v0.1 alpha";  
  Версия программы
* private ProtocolStack protocolStack;  
  Ссылка на стек собранный стек протоколов
* private Status status;  
  Состояние связи
* private String localUser = null;  
  Имя локального пользователя
* private String remoteUser = null;  
  Имя удалённого пользователя
* private boolean isAuthorized = false;  
  Факт авторизованности локального пользователя
* private static final String messageSent = "[×] ";  
  Префикс отправленного, но не доставленного сообщения
* private static final String messageReceived = "[«] ";  
  Префикс принятого сообщения
* private static final String messageAck = "[»] ";  
  Префикс доставленного сообщения
* private boolean isConnected = false;  
  Факт наличия соединения
* private Integer messageId = 0;  
  Абсолютный номер сообщения, используется как id для div’ов сообщений в окне чата
* private boolean isClosing = false;  
  Факт того, что приложение находится в процессе завершения своей работы
* private HashMap<Integer, Integer> messageIdToHtmlId = new HashMap<>();  
  Отображение id сообщения -> div id строки в окне чата

### 3.2.2. События

* public void onMenuConnect(ActionEvent event)  
  Нажатие Connect в меню
* public void onMenuDisconnect(ActionEvent event)  
  Нажатие Disconnect в меню
* public void onMenuAbout(ActionEvent event)  
  Нажатие About в меню
* public void onKeyReleased(KeyEvent event)  
  Нажатие Enter в поле ввода сообщения
* public void sendClick(ActionEvent event)  
  Нажатие кнопки Send

### 3.2.3. Методы

* public void initWithData(Stage stage, Object data)  
  Унаследован от DataController
* private void addUserMessage(String author, String message)  
  Добавление пользовательского сообщения в чат
  + author – от чьего имени
  + message – текст сообщения
* private void addSystemMessage(MessageLevel level, String message)  
  Добавление системного сообщения в чат
  + level – уровень сообщения
  + message – текст сообщения
* private void send()  
  Отправка сообщения из поля ввода
* private void receive(Message message)  
  Приём сообщения от прикладного уровня
  + message – принятое сообщение
* private void markMessage(int id)  
  Пометка сообщения как доставленного
  + id – номер сообщения прикладного уровня
* private void onConnect()  
  Обработка подключения
* private String getHtmlPage()  
  Возвращает базовую html-вёрстку окна чата
* private void scrollChatToId(int id)  
  Прокрутка чата к id’ному сообщению
  + id – id сообщения в вёрстке (div#id)
* private void updateStatus(boolean connected)  
  Смена состояния связи
  + connected – факт наличие соединения
* private void updateCompanionStatus(boolean connected)  
  Смена состояния оппонента
  + connected – факт наличия собеседника (факт того, что Auth принят)
* private void updateCTS(boolean CTS)  
  Смена состояния CTS
  + CTS – наличие или отсутствие сигнала на линии CTS
* private void onError(Exception e)  
  Ошибка от любого уровня
  + e - исключение

### 3.2.4. Листинг

package gui;

import javafx.application.Platform;

import javafx.event.ActionEvent;

import javafx.fxml.FXML;

import javafx.fxml.FXMLLoader;

import javafx.scene.Parent;

import javafx.scene.Scene;

import javafx.scene.control.Button;

import javafx.scene.control.Label;

import javafx.scene.control.TextArea;

import javafx.scene.input.KeyCode;

import javafx.scene.input.KeyEvent;

import javafx.scene.layout.VBox;

import javafx.scene.paint.Color;

import javafx.scene.shape.Circle;

import javafx.scene.web.WebEngine;

import javafx.scene.web.WebView;

import javafx.stage.Modality;

import javafx.stage.Stage;

import javafx.stage.StageStyle;

import layers.ProtocolStack;

import layers.apl.Message;

import org.controlsfx.dialog.Dialogs;

import org.w3c.dom.Document;

import org.w3c.dom.Element;

import org.w3c.dom.Node;

import org.w3c.dom.Text;

import sun.reflect.generics.reflectiveObjects.NotImplementedException;

import java.io.IOException;

import java.util.HashMap;

public class ChatController extends DataController {

@FXML private Button sendButton;

@FXML private WebView webView;

@FXML private TextArea inputField;

@FXML private VBox layout;

@FXML private Circle statusIcon;

@FXML private Label statusText;

@FXML private Circle ctsIcon;

@FXML private Label ctsText;

public static final String PROGRAM\_NAME = "ComChat";

public static final String PROGRAM\_VERSION = "v0.1 alpha";

private ProtocolStack protocolStack;

private Status status;

private String localUser = null;

private String remoteUser = null;

private boolean isAuthorized = false;

private static final String messageSent = "[×] ";

private static final String messageReceived = "[«] ";

private static final String messageAck = "[»] ";

private boolean isConnected = false;

private Integer messageId = 0;

private boolean isClosing = false;

private HashMap<Integer, Integer> messageIdToHtmlId = new HashMap<>();

@Override

public void initWithData(Stage stage, Object data) {

super.initWithData(stage, data);

protocolStack = (ProtocolStack) data;

WebEngine engine = webView.getEngine();

engine.loadContent(getHtmlPage());

statusIcon.setFill(Status.NotConnected.toColor());

statusText.setText(Status.NotConnected.toString());

protocolStack.getPhy().subscribeConnectionStatusChanged(this::updateStatus);

protocolStack.getPhy().subscribeCompanionConnectedChanged(this::updateCompanionStatus);

protocolStack.getPhy().subscribeSendingAvailableChanged(this::updateCTS);

stage.setOnCloseRequest(e -> {

isClosing = true;

if (status != Status.NotConnected)

protocolStack.getApl().disconnect();

});

protocolStack.getApl().subscribeToReceive(this::receive);

Platform.runLater(this::showConnectionDialog);

}

private void updateStatus(boolean connected) {

this.isConnected = connected;

Status newStatus = Status.fromBoolean(connected);

if (status == newStatus)

return;

Platform.runLater(() -> {

status = newStatus;

statusIcon.setFill(status.toColor());

statusText.setText(status.toString());

//sendButton.setDisable(!connected);

if (status == Status.NotConnected && !isClosing) {

isAuthorized = false;

protocolStack.getApl().disconnect();

addSystemMessage(MessageLevel.Info, "Disconnected");

Dialogs.create()

.owner(stage)

.title(PROGRAM\_NAME)

.masthead("Information")

.message("Disconnected")

.showInformation();

}

});

}

private void updateCompanionStatus(boolean connected) {

if (!this.isConnected)

return;

Status newStatus = connected ? Status.Chatting : Status.Connected;

if (status != newStatus) {

//if we are connected and connection form closed (overwise Auth will be sent after form closing)

if (connected && !isAuthorized && localUser != null) {

protocolStack.getApl().send(Message.Type.Auth, localUser);

isAuthorized = true;

}

else if (status == Status.Chatting) {

addSystemMessage(MessageLevel.Info, "Remote user disconnected, waiting for another companion...");

isAuthorized = false;

}

Platform.runLater(() -> {

status = newStatus;

statusIcon.setFill(status.toColor());

statusText.setText(status.toString());

sendButton.setDisable(!connected);

});

}

}

private void updateCTS(boolean CTS) {

Platform.runLater(() -> {

if (CTS)

ctsIcon.setFill(Color.YELLOWGREEN);

else

ctsIcon.setFill(Color.RED);

});

}

private void addUserMessage(String author, String message) {

addUserMessage(author, message, 0);

}

private void addUserMessage(String author, String message, Integer id) {

WebEngine engine = webView.getEngine();

Document document = engine.getDocument();

Node body = document.getElementsByTagName("BODY").item(0);

Element div = document.createElement("div");

messageIdToHtmlId.put(id, messageId);

div.setAttribute("id", messageId.toString());

div.setAttribute("data-message-id", id.toString());

Text text = document.createTextNode(message);

Element mark = document.createElement("b");

if (id != 0)

mark.setTextContent(messageSent);

else

mark.setTextContent(messageReceived);

Element b = document.createElement("b");

b.setTextContent(author + ": ");

div.appendChild(mark);

div.appendChild(b);

div.appendChild(text);

body.appendChild(div);

scrollChatToId(messageId++);

}

private void addSystemMessage(MessageLevel level, String message) {

Platform.runLater(() -> {

WebEngine engine = webView.getEngine();

Document document = engine.getDocument();

Node body = document.getElementsByTagName("BODY").item(0);

Element div = document.createElement("div");

div.setAttribute("id", messageId.toString());

div.setAttribute("style", "color: " + level.toHtmlColor());

Text text = document.createTextNode(message);

Element b = document.createElement("b");

b.setTextContent("[" + level.toString() + "]" + " System message: ");

div.appendChild(b);

div.appendChild(text);

body.appendChild(div);

scrollChatToId(messageId++);

});

}

private void send() {

String message = inputField.getText();

int id = protocolStack.getApl().send(Message.Type.Msg, message);

addUserMessage(localUser, message, id);

inputField.clear();

}

private void receive(Message message) {

//JavaFX UI thread synchronization

Platform.runLater(() -> {

addSystemMessage(MessageLevel.Debug, "Message received: " + message.getType().name());

switch (message.getType()) {

case Msg:

addUserMessage(remoteUser, message.getMsg());

protocolStack.getApl().send(Message.Type.Ack,

Integer.toString(message.getId()));

break;

case Auth:

remoteUser = message.getMsg();

addSystemMessage(MessageLevel.Info, "Remote user connected: " + message.getMsg());

protocolStack.getApl().handshakeFinished();

//TODO: enable "sendability"

break;

case Ack:

int id = Integer.parseInt(message.getMsg());

markMessage(id);

break;

default:

throw new NotImplementedException();

}

});

}

private void markMessage(int id) {

WebEngine engine = webView.getEngine();

Document document = engine.getDocument();

Integer htmlId = messageIdToHtmlId.get(id);

if (htmlId == null)

return;

Element div = document.getElementById(htmlId.toString());

Element mark = (Element) div.getFirstChild();

mark.setTextContent(messageAck);

}

public void sendClick(ActionEvent event) {

send();

}

public void onMenuConnect(ActionEvent event) throws IOException {

showConnectionDialog();

}

private void showConnectionDialog() {

try {

FXMLLoader loader = new FXMLLoader(Main.class.getResource("/gui/templates/connection.fxml"));

Parent root = loader.load();

DataStage connectionStage = new DataStage(loader.getController(), protocolStack);

connectionStage.setTitle("Connection");

final double rem = javafx.scene.text.Font.getDefault().getSize() / 13;

Scene conScene = new Scene(root, 400.0\*rem, 205.0\*rem);

connectionStage.setScene(conScene);

connectionStage.setResizable(false);

connectionStage.initModality(Modality.WINDOW\_MODAL);

connectionStage.initOwner(layout.getScene().getWindow());

connectionStage.initStyle(StageStyle.UTILITY);

connectionStage.showAndWait();

if (connectionStage.getResult() == DialogResult.OK) {

localUser = (String) connectionStage.getResultData();

onConnect();

} else {

Dialogs.create()

.owner(stage)

.title(PROGRAM\_NAME)

.masthead("Information")

.message("Connection cancelled")

.showInformation();

}

}

catch (IOException e) {

Dialogs.create()

.owner(stage)

.title(PROGRAM\_NAME)

.masthead("Error")

.showException(e);

}

}

private void onConnect() {

//not sure why runLater needed here, cause we are already in UI thread and webEngine already loaded

Platform.runLater(() -> addSystemMessage(MessageLevel.Info, "Successfully connected"));

if (!isAuthorized) {

isAuthorized = true;

protocolStack.getApl().send(Message.Type.Auth, localUser);

}

protocolStack.getApl().subscribeOnError(this::onError);

}

private void onError(Exception e) {

protocolStack.getApl().disconnect();

addSystemMessage(MessageLevel.Error, "Connection lost");

Dialogs.create()

.owner(stage)

.title(PROGRAM\_NAME)

.masthead("Error")

.message("Connection lost")

.showException(e);

}

public void onMenuDisconnect(ActionEvent event) {

if (status != Status.NotConnected)

protocolStack.getApl().disconnect();

}

private String getHtmlPage() {

return "<html><head></head><body></body></html>";

}

public void onMenuAbout(ActionEvent event) {

Dialogs.create()

.owner(stage)

.title(PROGRAM\_NAME)

.masthead("About")

.message("BMSTU course project.\nCOM-port based chat for 2 persons.\n\nAuthors:\nLeontiev Aleksey - Application Layer and GUI\nLatkin Igor - Physical Layer\nKornukov Nikita - Data Link Layer\n\nProject's home:\nhttps://github.com/tech-team/comchat")

.showInformation();

}

public void onKeyReleased(KeyEvent event) {

if (event.getCode() == KeyCode.ENTER && !event.isControlDown()) {

if (status != Status.NotConnected)

send();

else

Dialogs.create()

.owner(stage)

.title(PROGRAM\_NAME)

.masthead("Error")

.message("You should connect first.\nUse Connection -> Connect.")

.showError();

}

}

private void scrollChatToId(int id) {

try {

WebEngine engine = webView.getEngine();

engine.executeScript("document.getElementById(" + id + ").scrollIntoView()");

}

catch (NullPointerException ignored) {}

}

}

## 3.3. Класс ChatController

Класс-контроллер для окна настроек подключения

### 3.3.1. Поля

* @FXML private TextField userName;  
  Поле ввода имени пользователя
* @FXML private ComboBox<String> comPort;  
  Список выбора комп-порта
* @FXML private ComboBox<Integer> baudRate;  
  Список выбора скорости передачи
* @FXML private ComboBox<String> dataBits;  
  Список выбора количества информационных битов
* @FXML private ComboBox<String> stopBits;  
  Список выбора количества стоповых битов
* @FXML private ComboBox<String> parityCheck;  
  Список выбора способа проверки чётности
* private ProtocolStack protocolStack;  
  Ссылка на стек собранный стек протоколов

### 3.3.2. События

* public void onConnect(ActionEvent event)  
  Нажатие на кнопку Connect
* public void onRefresh(ActionEvent event)  
  Нажатие на кнопку Refresh (обновления списка ком-портов)

### 3.3.3. Методы

Все методы унаследованы от DataController.

### 3.3.4. Листинг

package gui;

import javafx.application.Platform;

import javafx.collections.FXCollections;

import javafx.event.ActionEvent;

import javafx.fxml.FXML;

import javafx.scene.control.ComboBox;

import javafx.scene.control.TextField;

import javafx.stage.Stage;

import layers.ProtocolStack;

import layers.exceptions.ConnectionException;

import layers.phy.ComPort;

import layers.phy.settings.comport\_settings.ComPortSettings;

import layers.phy.settings.comport\_settings.DataBitsEnum;

import layers.phy.settings.comport\_settings.ParityEnum;

import layers.phy.settings.comport\_settings.StopBitsEnum;

import org.controlsfx.dialog.Dialogs;

public class ConnectionController extends DataController {

@FXML private TextField userName;

@FXML private ComboBox<String> comPort;

@FXML private ComboBox<Integer> baudRate;

@FXML private ComboBox<String> dataBits;

@FXML private ComboBox<String> stopBits;

@FXML private ComboBox<String> parityCheck;

private ProtocolStack protocolStack;

@Override

public void initWithData(Stage stage, Object data) {

super.initWithData(stage, data);

protocolStack = (ProtocolStack) data;

comPort.setItems(FXCollections.observableArrayList(ComPort.getAvailablePorts()));

baudRate.setItems(FXCollections.observableArrayList(ComPort.getAvailableBaudRates()));

dataBits.setItems(FXCollections.observableArrayList(ComPort.getAvailableDataBits()));

stopBits.setItems(FXCollections.observableArrayList(ComPort.getAvailableStopBits()));

parityCheck.setItems(FXCollections.observableArrayList(ComPort.getAvailableParity()));

comPort.setValue(ComPort.getDefaultPort());

baudRate.setValue(ComPort.getDefaultBaudRate());

dataBits.setValue(ComPort.getDefaultDataBits());

stopBits.setValue(ComPort.getDefaultStopBits());

parityCheck.setValue(ComPort.getDefaultParity());

}

public void onConnect(ActionEvent event) {

if (comPort.getValue().isEmpty())

{

Dialogs.create()

.owner(stage)

.title(ChatController.PROGRAM\_NAME)

.masthead("Error")

.message("Please, select COM port.\nIf you do not see any listed, press Refresh button.")

.showError();

return;

}

if (userName.getText().isEmpty())

{

Dialogs.create()

.owner(stage)

.title(ChatController.PROGRAM\_NAME)

.masthead("Error")

.message("Please, input your username.")

.showError();

return;

}

try {

protocolStack.getApl().connect(

new ComPortSettings(comPort.getValue(),

baudRate.getValue(),

DataBitsEnum.fromString(dataBits.getValue()).toDataBits(),

StopBitsEnum.fromString(stopBits.getValue()).toStopBits(),

ParityEnum.fromString(parityCheck.getValue()).toParity()));

result = DialogResult.OK;

resultData = userName.getText();

this.close();

}

catch(ConnectionException e) {

String message = "Unable to connect with these settings";

Exception withMessage = new Exception(message, e);

Platform.runLater(() -> Dialogs.create()

.owner(stage)

.title("ComChat")

.masthead("Error")

.message(message) //well, that has no effect for exception dialog unfortunately

.showException(withMessage));

}

}

public void onRefresh(ActionEvent event) {

comPort.setItems(FXCollections.observableArrayList(ComPort.getAvailablePorts(true)));

comPort.setValue(ComPort.getDefaultPort());

}

}

## 3.4. Класс DataController

Абстрактный класс-контроллер с возможностью параметризованной инициализации и возврата значения и данных

### 3.4.1. Поля

* protected Object data;  
  Входные данные
* protected Object resultData;  
  Выходные данные
* protected DialogResult result = DialogResult.CLOSED;  
  Результат работы
* protected Stage stage;  
  Stage, на котором происходит отрисовка шаблона

### 3.4.2. События

* protected void close()  
  Закрытие сцены (окна)

### 3.4.3. Методы

* public void initWithData(Stage stage, Object data)  
  Инициализация котроллера
  + stage – сцена, на которой размещены элементы
  + data – произвольный входной объект
* public DialogResult getResult()

Возврат результата работы окна

* public Object getResultData()  
  Возврат результата работы окна (данные)
* public void setStage(Stage stage)  
  Установка сцены для контроллера
  + stage – сцена к установке

### 3.4.4. Листинг

package gui;

import javafx.fxml.FXML;

import javafx.stage.Stage;

public abstract class DataController {

protected Object data;

protected Object resultData;

protected DialogResult result = DialogResult.CLOSED;

protected Stage stage;

public void initWithData(Stage stage, Object data) {

this.stage = stage;

this.data = data;

}

public DialogResult getResult() {

return result;

}

public Object getResultData() {

return resultData;

}

public void setStage(Stage stage) {

this.stage = stage;

}

@FXML

protected void close() {

stage.close();

}

}

## 3.5. Класс DataStage

Абстрактный класс сцены (окна) с возможностью параметризованной инициализации и возврата значения и данных

### 3.5.1. Поля

* private DataController controller;  
  Ссылка на соответствующий сцене котроллер

### 3.5.2. События

* protected void close()  
  Закрытие сцены (окна)

### 3.5.3. Методы

* public DataStage(DataController controller, Object data)  
  Конструктор
  + controller для привязки к сцене
  + data – произвольная входная информация
* public DialogResult getResult()   
  Возврат результата работы окна
* public Object getResultData()  
  Возврат результата работы окна (данные)
* public DataController getController()  
  Возврат контроллера

### 3.5.4. Листинг

package gui;

import javafx.stage.Stage;

public class DataStage extends Stage {

private DataController controller;

public DataStage(DataController controller, Object data) {

this.controller = controller;

controller.initWithData(this, data);

}

public DialogResult getResult() {

return controller.getResult();

}

public Object getResultData() {

return controller.getResultData();

}

public DataController getController() {

return controller;

}

}

## 3.6. Перечисление DialogResult

Перечисление возможных результатов работы окна

### 3.6.1. Значения

* OK  
  Нажата кнопка OK
* CANCEL  
  Нажата кнопка CANCEL
* YES  
  Нажата кнопка YES
* NO  
  Нажата кнопка YES
* CLOSED  
  Диалог закрыт
* ERROR  
  Произошла ошибка

## 3.7. Класс Main

Главный класс

### 3.7.1. События

* public void start(Stage primaryStage)  
  Происходит после инициализации JavaFX
  + primaryStage – объект сцены (главное окно)

### 3.7.2. Методы

* public static void main(String[] args)  
  Точка входа в приложение
  + args – массив аргументов командной строки

## 3.8. Перечисление MessageLevel

Перечисление возможных типов сообщений в чате

### 3.8.1. Значения

* Error("ERROR", "red")  
  Сообщение об ошибке
* Info("INFO", "gray")  
  Информационной сообщение (основной тип)
* Debug("DEBUG", "blue")  
  Отладочное сообщение

### 3.8.2. Поля

* String level;  
  Строковое описание
* String htmlColor;  
  Цвет в html-формате

### 3.8.2. Методы

* MessageLevel(String level, String htmlColor)  
  Конструктор
  + level – уровень сообщения
  + htmlColor – цвет сообщения в html представлении
* public String toString()  
  Получение строкового представления
* public String toHtmlColor()  
  Получение цветового представления

## 3.9. Перечисление Status

Перечисление возможных состояний связи

### 3.9.1. Значения

* NotConnected("Not connected", Color.RED)  
  Не подключено
* Connected("Connected. Waiting for companion", Color.YELLOW)  
  Подключено
* Chatting("Chatting", Color.YELLOWGREEN)  
  Идёт переписка (т.е. подключено и на другом конце есть собеседник)
* Error("Error", Color.RED)  
  Произошла ошибка

### 3.9.2. Поля

* String value;  
  Строковое описание
* Color color;  
  Цветовое представление

### 3.9.2. Методы

* private Status(String value, Color color)  
  Конструктор
  + value – строковое значение
  + color – цвет статуса
* public String toString()  
  Получение строкового представления
* public String toHtmlColor()  
  Получение цветового представления
* public static Status fromBoolean(boolean connected)  
  Создание статуса по булевому значению (подключен/не подключен)
  + connected – факт наличия соединения

# 4. Пакет layers

## 4.1. Интерфейс ILayer

Описывает абстрактную сущность уровня стека протоколов.

### 4.1.1. Методы

* ILayer getUpperLayer();  
  Возвращает вышележащий уровень стека
* ILayer getLowerLayer();  
  Возвращает нижележащий уровень стека
* void setUpperLayer(ILayer layer);  
  Устанавливает вышележащий уровень стека
* void setLowerLayer(ILayer layer);  
  Устанавливает нижележащий уровень стека
* void connect(PhysicalLayerSettings settings);  
  Выполняет подключение
* void disconnect();  
  Выполняет отключение
* boolean isConnected();  
  Возвращает факт наличия подключения
* void notifyOnError(Exception e);  
  Вызывается нижними уровнями для оповещение об ошибке

### 4.1.2. Листинг

package layers;

import layers.exceptions.ConnectionException;

import layers.phy.settings.PhysicalLayerSettings;

public interface ILayer {

ILayer getUpperLayer();

ILayer getLowerLayer();

void setUpperLayer(ILayer layer);

void setLowerLayer(ILayer layer);

void connect(PhysicalLayerSettings settings) throws ConnectionException;

void disconnect();

boolean isConnected();

void notifyOnError(Exception e);

}

## 4.2. Интерфейс PDU

### 4.2.1. Методы

* byte[] serialize();  
  Выполняет преобразование текущего объекта в массив байт
* static PDU deserialize(byte[] data);  
  Создаёт объект PDU из массива байт *data*

### 4.2.2. Листинг

package layers;

public interface PDU {

byte[] serialize();

static PDU deserialize(byte[] data) {

return null;

}

}

## 4.3. Класс ProtocolStack

Реализует понятие стека протоколов. На вход ему передаются три произвольных класса-наследника ILayer, затем все они связываются через setUpperLayer() и setLowerLayer() в единую систему.

### 4.3.1. Поля

* IApplicationLayer apl;  
  Объект прикладного уровня
* IDataLinkLayer dll;  
  Объект канального уровня
* IPhysicalLayer phy;  
  Объект физического уровня

### 4.3.2. Методы

* public ProtocolStack(Class apl, Class dll, Class phy)  
  Конструктор
  + *apl, dll, phy* – классы, из объектов которых будет собран стек
* public IApplicationLayer getApl()  
  Возвращает объект прикладного уровня
* public IDataLinkLayer getDll()   
  Возвращает объект канального уровня
* public IPhysicalLayer getPhy()  
  Возвращает объект физического уровня

### 4.3.3. Листинг

package layers;

import layers.apl.IApplicationLayer;

import layers.dll.IDataLinkLayer;

import layers.exceptions.ProtocolStackException;

import layers.phy.IPhysicalLayer;

public class ProtocolStack {

IApplicationLayer apl;

IDataLinkLayer dll;

IPhysicalLayer phy;

public ProtocolStack(Class apl, Class dll, Class phy) throws ProtocolStackException {

try {

this.apl = (IApplicationLayer) apl.newInstance();

this.dll = (IDataLinkLayer) dll.newInstance();

this.phy = (IPhysicalLayer) phy.newInstance();

this.apl.setLowerLayer(this.dll);

this.dll.setUpperLayer(this.apl);

this.dll.setLowerLayer(this.phy);

this.phy.setUpperLayer(this.dll);

}

catch (Exception e) {

throw new ProtocolStackException(e);

}

}

public IApplicationLayer getApl() {

return apl;

}

public IDataLinkLayer getDll() {

return dll;

}

public IPhysicalLayer getPhy() {

return phy;

}

}

## 4.4. Пакет apl

### 4.4.1. Интерфейс IApplicationLayer

Абстракция прикладного уровня

##### 4.4.1.1. Методы

* void connect(PhysicalLayerSettings settings);  
  Соединиться
  + settings – настройки для передачи на физический уровень
* void disconnect();  
  Отсоединиться
* int send(Message.Type type, String msg);  
  Послать сообщение
  + type – тип сообщения
  + msg – текст сообщения
* void receive(byte[] data);  
  Принять сообщение
  + data – сериализованное сообщения
* void subscribeToReceive(final Consumer<Message> receiver);  
  Подписаться на получение сообщений
  + receiver - обработчик
* void handshakeFinished();  
  Завершить процедуру авторизации

##### 4.4.1.2. Листинг

package layers.apl;

import layers.ILayer;

import layers.exceptions.ConnectionException;

import layers.phy.settings.PhysicalLayerSettings;

import java.util.function.Consumer;

public interface IApplicationLayer extends ILayer {

void connect(PhysicalLayerSettings settings) throws ConnectionException;

void disconnect();

int send(Message.Type type, String msg);

void receive(byte[] data);

void subscribeToReceive(final Consumer<Message> receiver);

void handshakeFinished();

}

### 4.4.2. Класс ApplicationLayer

Реализация прикладного уровня

##### 4.4.2.1. Поля

* private IDataLinkLayer dll  
  Ссылка на канальный уровень
* private List<Consumer<Message>> receivers  
  Список подписок на приём сообщений
* private int messageId  
  текущий id переданного сообщения
* private List<Consumer<Exception>> onErrorListeners  
  Список подписок на ошибки

##### 4.4.2.1. Методы

Все методы являются реализациями методом интерфейсов IApplicationLayer и ILayer.

##### 4.4.2.2. Листинг

package layers.apl;

import layers.ILayer;

import layers.dll.IDataLinkLayer;

import layers.exceptions.ConnectionException;

import layers.phy.settings.PhysicalLayerSettings;

import java.util.LinkedList;

import java.util.List;

import java.util.function.Consumer;

public class ApplicationLayer implements IApplicationLayer {

private IDataLinkLayer dll;

private List<Consumer<Message>> receivers = new LinkedList<>();

private int messageId = 0;

private List<Consumer<Exception>> onErrorListeners = new LinkedList<>();

@Override

public ILayer getUpperLayer() {

return null;

}

@Override

public IDataLinkLayer getLowerLayer() {

return dll;

}

@Override

public void setUpperLayer(ILayer layer) {

}

@Override

public void setLowerLayer(ILayer layer) {

dll = (IDataLinkLayer) layer;

}

@Override

public void subscribeOnError(Consumer<Exception> listener) {

onErrorListeners.add(listener);

}

private void notifyOnError(Exception e) {

onErrorListeners.forEach(listener -> listener.accept(e));

}

@Override

public void connect(PhysicalLayerSettings settings) throws ConnectionException {

getLowerLayer().connect(settings);

}

@Override

public void disconnect() {

getLowerLayer().disconnect();

messageId = 1;

}

@Override

public int send(Message.Type type, String msg) {

System.out.println("Sent: " + msg);

if (type == Message.Type.Msg)

++messageId;

dll.send(new Message(messageId, type, msg).serialize());

return messageId;

}

@Override

public void receive(byte[] data) {

Message message = Message.deserialize(data);

System.out.println("Received: " + message.getMsg());

receivers.forEach(receiver -> receiver.accept(message));

}

@Override

public void subscribeToReceive(final Consumer<Message> receiver) {

receivers.add(receiver);

}

@Override

public void handshakeFinished() {

getLowerLayer().handshakeFinished();

}

}

### 4.4.3. Класс Message

PDU прикладного уровня, сообщение.

##### 4.4.3.1. Перечисление Type

**4.4.3.1.1. Значения**

* Auth  
  Сообщение об авторизации
* Msg  
  Пользовательское сообщение
* Ack  
  Подтверждение о доставке пользовательского сообщения

**4.4.3.1.2. Методы**

* public static Type fromInteger(int x)  
  Создание типа по соответствующему ему числу (при десериализации)
  + x – тип в числовом представлении (результат ordinal())

##### 4.4.3.2. Поля

* private int id;  
  Последовательный уникальный идентификатор сообщения
* private Type type;  
  Тип сообщения
* private String msg;  
  Текст сообщения

##### 4.4.3.3. Методы

* public Message(int id, Type type, String msg)  
  Конструктор
  + *id* – номер сообщения (равен нулю для всех типов сообщений, кроме Msg)
  + *type* – тип сообщения
* public int getId()  
  Возвращает id сообщения
* public Type getType()  
  Возвращает тип сообщения
* public String getMsg()  
  Возвращает текст сообщения
* public byte[] serialize()  
  Сериализация сообщения в массив байт
* public static Message deserialize(byte[] data)  
  Десериализация сообщения из массива байт
  + *data* – сериализованное сообщение

##### 4.4.3.4. Листинг

package layers.apl;

import layers.PDU;

import util.ArrayUtils;

import java.io.UnsupportedEncodingException;

import java.nio.ByteBuffer;

import java.util.Arrays;

public class Message implements PDU {

public enum Type {

Auth, Msg, Ack;

public static Type fromInteger(int x) throws Exception {

int max = Type.values().length;

if (x < 0 || x >= max)

throw new Exception("bad range! x was: " + x);

return Type.values()[x];

}

}

private int id;

private Type type;

private String msg;

public Message(int id, Type type, String msg) {

this.id = id;

this.type = type;

this.msg = msg;

}

public int getId() {

return id;

}

public Type getType() {

return type;

}

public String getMsg() {

return msg;

}

@Override

public byte[] serialize() {

byte typeByte = (byte) type.ordinal();

byte[] idBytes = ByteBuffer.allocate(4).putInt(this.id).array();

byte[] infoBytes = ArrayUtils.concatenate(typeByte, idBytes);

byte[] msgBytes = new byte[0];

try {

msgBytes = msg.getBytes("UTF-8");

} catch (UnsupportedEncodingException ignored) {

System.err.println(ignored.getMessage());

}

return ArrayUtils.concatenate(infoBytes, msgBytes);

}

public static Message deserialize(byte[] data) {

byte typeByte = data[0];

byte[] idBytes = Arrays.copyOfRange(data, 1, 5);

byte[] msgBytes = Arrays.copyOfRange(data, 5, data.length);

Type type = null;

try {

type = Type.fromInteger((int) typeByte);

} catch (Exception e) {

e.printStackTrace(); // TODO: review

}

int id = ByteBuffer.wrap(idBytes).getInt();

String msg = null;

try {

msg = new String(msgBytes, "UTF-8");

} catch (UnsupportedEncodingException ignored) { }

return new Message(id, type, msg);

}

}

## 4.5. Пакет dll

### 4.5.1. Интерфейс IDataLinkLayer

Описывает абстрактную сущность, реализующую канальный уровень

##### 4.5.1.1. Методы

* void send(byte[] msg);  
  Вызывается с верхнего уровня при передачи сериализованного сообщения *msg*
* void receive(byte[] data);  
  Вызывается с нижнего уровня для приёма сериализованного кадра *data*
* void handshakeFinished();  
  Вызывается с верхнего уровня для указания на то, что второй узел подключен

##### 4.5.1.2. Листинг

package layers.dll;

import layers.ILayer;

public interface IDataLinkLayer extends ILayer {

void send(byte[] msg);

void receive(byte[] data);

void handshakeFinished();

}

### 4.5.2. Класс DataLinkLayer

##### 4.5.2.1. Поля

* private IApplicationLayer apl;  
  Ссылка на верхний уровень
* private IPhysicalLayer phy;  
  Ссылка ан нижний уровень
* private Queue<byte[]> framesToSend = new ConcurrentLinkedQueue<>();  
  Очередь кадров на отправку
* private Queue<byte[]> systemFramesToSend = new ConcurrentLinkedQueue<>();  
  Очередь системных (управляющих кадров) на отправку
* private List<byte[]> receivedChunkMessages = new LinkedList<>();  
  В этом списке собирается пришедшее с физического уровня по частям сообщение
* private boolean remoteUserConnected = false;  
  Факт наличия собеседника на другом узле
* private AtomicBoolean wasACK = new AtomicBoolean(true);  
  Пришло ли подтверждение на последний отправленный кадр
* private AtomicBoolean forceSending = new AtomicBoolean(false);  
  Разрешает посылку кадра, даже если подтверждение на предыдущий ещё не получено
* private Thread sendingThread;  
  Поток, который отправляет данные из очередей на отправку
* private boolean sendingActive = false;  
  Останавливает поток отправки при установке в false
* private static final int SENDING\_DELAY = 100;  
  Период отправки
* private static final int SENDING\_TIMEOUT = 3000;  
  Таймаут отправки
* private static final int ACCESSING\_PHY\_TIMEOUT = 5000;  
  Таймаут недоступности физического уровня (CTS)

##### 4.5.2.2. Методы

* private int getSendingCycles()  
  Возвращает количество циклов отправки до истечения таймаута
* private int getPhyAccessingCycles()  
  Возвращает количество циклов доступа к физическому уровню до истечения таймаута
* private void sendingThreadJob()  
  Описывает поток отправки
* private void forceSend()  
  Разрешает отправку следующего кадра из очереди, даже в случае, если ACK на предыдущий ещё не пришёл

Остальные методы унаследованы у IDataLinkLayer и ILayer.

##### 4.5.2.3. Листинг

package layers.dll;

import layers.ILayer;

import layers.apl.IApplicationLayer;

import layers.exceptions.ConnectionException;

import layers.exceptions.LayerUnavailableException;

import layers.exceptions.UnexpectedChatException;

import layers.phy.IPhysicalLayer;

import layers.phy.settings.PhysicalLayerSettings;

import util.ArrayUtils;

import java.util.Arrays;

import java.util.LinkedList;

import java.util.List;

import java.util.Queue;

import java.util.concurrent.ConcurrentLinkedQueue;

import java.util.concurrent.atomic.AtomicBoolean;

public class DataLinkLayer implements IDataLinkLayer {

private IApplicationLayer apl;

private IPhysicalLayer phy;

private Queue<byte[]> framesToSend = new ConcurrentLinkedQueue<>();

private Queue<byte[]> systemFramesToSend = new ConcurrentLinkedQueue<>();

private List<byte[]> receivedChunkMessages = new LinkedList<>();

private boolean remoteUserConnected = false;

private AtomicBoolean wasACK = new AtomicBoolean(true);

private AtomicBoolean forceSending = new AtomicBoolean(false);

private Thread sendingThread;

private boolean sendingActive = false;

private static final int SENDING\_DELAY = 100;

private static final int SENDING\_TIMEOUT = 3000;

private static final int ACCESSING\_PHY\_TIMEOUT = 5000;

private int getSendingCycles() {

return SENDING\_TIMEOUT / SENDING\_DELAY;

}

private int getPhyAccessingCycles() {

return ACCESSING\_PHY\_TIMEOUT / SENDING\_DELAY;

}

private void sendingThreadJob() {

int sendingCycles = getSendingCycles();

int accessingCycles = getPhyAccessingCycles();

while (sendingActive) {

if (systemFramesToSend.isEmpty() && framesToSend.isEmpty()) {

sendingCycles = getSendingCycles();

accessingCycles = getPhyAccessingCycles();

}

if (!systemFramesToSend.isEmpty()) {

if (getLowerLayer().readyToSend()) {

accessingCycles = getPhyAccessingCycles();

getLowerLayer().send(systemFramesToSend.poll());

}

else { // phy is unavailable

accessingCycles -= 1;

}

}

else {

if (!framesToSend.isEmpty()) {

if (getLowerLayer().readyToSend()) {

accessingCycles = getPhyAccessingCycles();

if (forceSending.get() || wasACK.get()) { // if we are permitted to send next frame

sendingCycles = getSendingCycles();

getLowerLayer().send(framesToSend.peek());

wasACK.set(false);

forceSending.set(false);

}

else {

sendingCycles -= 1;

}

if (sendingCycles <= 0) {

forceSend();

sendingCycles = getSendingCycles();

}

}

else { // phy is unavailable

accessingCycles -= 1;

}

}

}

if (accessingCycles <= 0 && remoteUserConnected) {

System.out.println("onError");

notifyOnError(new LayerUnavailableException("Physical layer was unavailable for " + ACCESSING\_PHY\_TIMEOUT + "ms"));

systemFramesToSend.clear();

framesToSend.clear();

}

try {

Thread.sleep(SENDING\_DELAY);

} catch (InterruptedException ignored) {

sendingActive = false;

}

}

}

@Override

public void connect(PhysicalLayerSettings settings) throws ConnectionException {

getLowerLayer().initMarkBytes(Frame.START\_BYTE, Frame.STOP\_BYTE);

getLowerLayer().connect(settings);

sendingThread = new Thread(this::sendingThreadJob);

sendingActive = true;

sendingThread.start();

}

@Override

public void disconnect() {

sendingActive = false;

framesToSend.clear();

systemFramesToSend.clear();

wasACK.set(true);

getLowerLayer().disconnect();

}

@Override

public boolean isConnected() {

return getLowerLayer().isConnected();

}

@Override

public void send(byte[] data) {

int chunks = (int) Math.ceil((double) data.length / (double) Frame.MAX\_MSG\_SIZE);

for (int i = 0; i < chunks; ++i) {

int minIndex = Frame.MAX\_MSG\_SIZE \* i;

int maxSize = Math.min(Frame.MAX\_MSG\_SIZE, data.length - minIndex);

byte[] chunk = Arrays.copyOfRange(data, minIndex, minIndex + maxSize);

Frame frameChunk;

if (i < chunks - 1) {

frameChunk = Frame.newCHUNKEDFrame(chunk);

}

else {

frameChunk = Frame.newChunkEndFrame(chunk);

}

framesToSend.add(frameChunk.serialize());

}

}

@Override

public void receive(byte[] data) {

Frame frame = Frame.deserialize(data);

// System.out.println("isCorrect: " + frame.isCorrect());

if (frame == null || frame.getType() != Frame.Type.I && !frame.isCorrect())

return; // throw away this frame

switch (frame.getType()) {

case S:

if (frame.isACK()) {

if (framesToSend.isEmpty()) {

notifyOnError(new UnexpectedChatException("Frame queue is empty"));

return;

}

framesToSend.poll();

wasACK.set(true);

}

else if (frame.isRET()) {

forceSend();

}

break;

case I:

if (frame.isCorrect()) {

Frame ack = Frame.newACKFrame();

systemFramesToSend.add(ack.serialize());

receivedChunkMessages.add(frame.getMsg());

if (frame.isEND\_CHUNKS()) {

byte[] resultedMsg = new byte[0];

for (byte[] chunk : receivedChunkMessages) {

resultedMsg = ArrayUtils.concatenate(resultedMsg, chunk);

}

receivedChunkMessages.clear();

apl.receive(resultedMsg);

}

}

else {

Frame ret = Frame.newRETFrame();

systemFramesToSend.add(ret.serialize());

}

break;

}

}

private void forceSend() {

forceSending.set(true);

}

@Override

public void handshakeFinished() {

remoteUserConnected = true;

}

@Override

public IApplicationLayer getUpperLayer() {

return apl;

}

@Override

public IPhysicalLayer getLowerLayer() {

return phy;

}

@Override

public void setUpperLayer(ILayer layer) {

apl = (IApplicationLayer) layer;

}

@Override

public void setLowerLayer(ILayer layer) {

phy = (IPhysicalLayer) layer;

phy.subscribeCompanionConnectedChanged(status -> remoteUserConnected = status);

}

@Override

public synchronized void notifyOnError(Exception e) {

getUpperLayer().notifyOnError(e);

}

}

### 4.5.3. Класс Frame

PDU канального уровня, кадр.

##### 4.5.3.1. Перечисление Type

**4.5.3.1.1. Значения**

* I  
  Информационный кадр
* S  
  Управляющий кадр

**4.5.3.1.2. Методы**

* public static Type fromInteger(int x)  
  Создание типа по соответствующему ему числу (при десериализации)
  + x – тип в числовом представлении (результат ordinal())

##### 4.5.3.2. Поля

* public static final int MAX\_SIZE = 128;  
  Максимальный размер кадра в байтах
* public static final int MAX\_MSG\_SIZE = MAX\_SIZE - 2;  
  Максимальный размер области данных в кадре в байтах
* private boolean ACK;  
  Бит ACK выставлен
* private boolean RET;  
  Бит RET выставлен
* private boolean CHUNKS;  
  Бит CHUNKS выставлен, означает то, что сообщение разбито на несколько кадров
* private boolean END\_CHUNKS;  
  Бит END\_CHUNKS выставлен, означает то, что данный кадр является последним в цепочке кадров, передающий одно сообщение по частям
* public static final byte START\_BYTE = (byte) 0xFF;  
  Стартовый байт
* public static final byte STOP\_BYTE = (byte) 0xFF;  
  Стоповый байт
* private Type type;  
  Тип кадра
* private byte[] msg;  
  Сериализованное сообщение
* private boolean correct;  
  Факт корректности кадра
* private static CycleCoder cc = new CycleCoder();  
  Объект циклического кодировщика

##### 4.5.3.3. Методы

* private Frame(Type type, byte[] msg)  
  Конструктор
  + *type* – тип кадра
  + *msg* – сериализованное сообщение
* public static Frame newACKFrame()  
  Создаёт управляющий кадр типа ACK
* public static Frame newRETFrame()  
  Создаёт управляющий кадр типа RET
* public static Frame newCHUNKEDFrame(byte[] chunk)  
  Создаёт новый кадр для передачи части сообщения
  + *chunk* – часть сериализованного сообщения
* public static Frame newChunkEndFrame(byte[] chunk)  
  Создаёт кадр, завершающий цепочку передачи одного сообщения по частям
* public Type getType()  
  Возвращает тип кадра
* public byte[] getMsg()  
  Возвращает сериализованное сообщение в кадре
* public boolean isACK()  
  Возвращает значение бита ACK
* public boolean isRET()  
  Возвращает значение бита RET
* public boolean isCHUNK()  
  Возвращает значение бита CHUNKS
* public boolean isEND\_CHUNKS()  
  Возвращает значение бита END\_CHUNKS
* private void setACK(boolean value)  
  Устанавливает бит ACK
* private void setRET(boolean value)  
  Устанавливает бит RET
* private void setCHUNKS(boolean value)  
  Устанавливает бит CHUNKS
* private void setEND\_CHUNKS(boolean value)  
  Устанавливает бит END\_CHUNKS
* private byte getACK()  
  Устанавливает бит ACK в виде байта
* private byte getRET()  
  Устанавливает бит RET в виде байта
* private byte getCHUNKS()  
  Устанавливает бит CHUNKS в виде байта
* private byte getEND\_CHUNKS()  
  Устанавливает бит ENC\_CHUNKS в виде байта
* public boolean isCorrect()  
  Возвращает факт корректности кадра
* private void setCorrect(boolean correct)  
  Устанавливает факт корректности кадра

Остальные методы унаследованы от PDU.

##### 4.5.3.4. Листинг

package layers.dll;

import layers.PDU;

import layers.exceptions.DecodeException;

import util.ArrayUtils;

import java.util.Arrays;

public class Frame implements PDU {

public enum Type {

I, S;

public static Type fromInteger(int x) throws Exception {

int max = Type.values().length;

if (x < 0 || x >= max)

throw new Exception("bad range! x was: " + x);

return Type.values()[x];

}

}

public static final int MAX\_SIZE = 128;

public static final int MAX\_MSG\_SIZE = MAX\_SIZE - 2;

private boolean ACK = false;

private boolean RET = false;

private boolean CHUNKS = false;

private boolean END\_CHUNKS = false;

public static final byte START\_BYTE = (byte) 0xFF;

public static final byte STOP\_BYTE = (byte) 0xFF;

private Type type;

private byte[] msg;

private boolean correct;

private static CycleCoder cc = new CycleCoder();

private Frame(Type type, byte[] msg) {

this.type = type;

this.msg = msg;

}

public static Frame newACKFrame() {

Frame frame = new Frame(Type.S, new byte[0]);

frame.setACK(true);

return frame;

}

public static Frame newRETFrame() {

Frame frame = new Frame(Type.S, new byte[0]);

frame.setRET(true);

return frame;

}

public static Frame newCHUNKEDFrame(byte[] chunk) {

Frame frame = new Frame(Type.I, chunk);

frame.setCHUNKS(true);

return frame;

}

public static Frame newChunkEndFrame(byte[] chunk) {

Frame frame = new Frame(Type.I, chunk);

frame.setCHUNKS(true);

frame.setEND\_CHUNKS(true);

return frame;

}

public Type getType() {

return type;

}

public byte[] getMsg() {

return msg;

}

public boolean isACK() {

return ACK;

}

public boolean isRET() {

return RET;

}

public boolean isCHUNK() {

return CHUNKS;

}

public boolean isEND\_CHUNKS() {

return END\_CHUNKS;

}

private void setACK(boolean value) {

ACK = value;

}

private void setRET(boolean value) {

RET = value;

}

private void setCHUNKS(boolean value) {

CHUNKS = value;

}

private void setEND\_CHUNKS(boolean value) {

END\_CHUNKS = value;

}

private byte getACK() {

return (byte) (ACK ? 1 : 0);

}

private byte getRET() {

return (byte) (RET ? 1 : 0);

}

private byte getCHUNKS() {

return (byte) (CHUNKS ? 1 : 0);

}

private byte getEND\_CHUNKS() {

return (byte) (END\_CHUNKS ? 1 : 0);

}

public boolean isCorrect() {

return correct;

}

private void setCorrect(boolean correct) {

this.correct = correct;

}

@Override

public byte[] serialize() {

byte typeByte = (byte) type.ordinal();

byte supervisorInfoByte = getACK();

supervisorInfoByte <<= 1;

supervisorInfoByte += getRET();

supervisorInfoByte <<= 1;

supervisorInfoByte += getCHUNKS();

supervisorInfoByte <<= 1;

supervisorInfoByte += getEND\_CHUNKS();

byte[] infoBytes = new byte[2];

infoBytes[0] = typeByte;

infoBytes[1] = supervisorInfoByte;

byte[] frame = ArrayUtils.concatenate(infoBytes, msg);

byte[] encodedFrame = cc.encode(frame);

byte[] withStart = ArrayUtils.concatenate(START\_BYTE, encodedFrame);

return ArrayUtils.concatenate(withStart, STOP\_BYTE);

}

public static Frame deserialize(byte[] data) {

boolean correct = true;

try {

data = cc.decode(data);

} catch (DecodeException e) {

correct = false;

return null;

}

byte typeByte = data[0];

Type type = null;

try {

type = Type.fromInteger(typeByte);

} catch (Exception ignored) {}

byte supervisorInfoByte = data[1];

byte mask = 0x01;

byte END\_CHUNKS = (byte) (supervisorInfoByte & mask);

supervisorInfoByte >>= 1;

byte CHUNKS = (byte) (supervisorInfoByte & mask);

supervisorInfoByte >>= 1;

byte RET = (byte) (supervisorInfoByte & mask);

supervisorInfoByte >>= 1;

byte ACK = (byte) (supervisorInfoByte & mask);

byte[] msg = Arrays.copyOfRange(data, 2, data.length);

Frame frame = new Frame(type, msg);

frame.setACK(ACK != 0);

frame.setRET(RET != 0);

frame.setCHUNKS(CHUNKS != 0);

frame.setEND\_CHUNKS(END\_CHUNKS != 0);

frame.setCorrect(true);

return frame;

}

}

### 4.5.4. Класс CycleCoder

Реализует табличный алгоритм циклического кодирования с обнаружением ошибок.

Таблица соответствует коду [7, 4] с полиномом x3 + x + 1.

##### 4.5.4.1. Поля

* private byte[] map; //raw half byte -> coded byte map  
  Карта, отображающая незакодированные 4 бита в закодированные 7

##### 4.5.4.2. Методы

* public CycleCoder()  
  Конструктор, инициализирует таблицу *map*
* public byte[] encode(byte[] data)  
  Кодирование
* public byte[] decode(byte[] data)  
  Декодирование
* private byte mapReverse(byte coded)  
  Обратный поиск по отображению *map* (value -> key)
* public static void main(String[] args)  
  Тестовая фукнция

##### 4.5.4.3. Листинг

package layers.dll;

import layers.exceptions.DecodeException;

import java.util.Arrays;

public class CycleCoder {

private byte[] map; //raw half byte -> coded byte map

public CycleCoder() {

map = new byte[] {0, 11, 22, 29, 39, 44, 49, 58, 69, 78, 83, 88, 98, 105, 116, 127};

}

public byte[] encode(byte[] data) {

byte[] result = new byte[data.length \* 2];

for (int i = 0; i < data.length; ++i) {

byte b = data[i];

byte halfByte1 = (byte)(b & (byte) 0b00001111);

result[2 \* i] = map[halfByte1];

byte halfByte2 = (byte)((b & 0xFF) >> (byte) 4);

result[2 \* i + 1] = map[halfByte2];

}

return result;

}

public byte[] decode(byte[] data) throws DecodeException {

byte[] result = new byte[data.length / 2];

for (int i = 0; i < data.length - 1; i += 2) {

byte res = 0;

res |= mapReverse(data[i]);

res |= mapReverse(data[i + 1]) << 4; //shift half byte left

result[i / 2] = res;

}

return result;

}

private byte mapReverse(byte coded) throws DecodeException {

for (int i = 0; i < map.length; ++i) {

byte b = map[i];

if (b == coded)

return (byte) i;

}

throw new DecodeException();

}

public static void main(String[] args) {

byte[] in = {10, 20, 30, 127, 0, 1};

CycleCoder coder = new CycleCoder();

//should output "equal"

try {

byte[] out = coder.decode(coder.encode(in));

if (Arrays.equals(in, out))

System.out.println("equal");

else

System.out.println("not equal");

}

catch (DecodeException e) {

System.out.println("DecodeException");

}

//should output "DecodeException"

try {

byte[] coded = coder.encode(in);

coded[0] = 101;

byte[] out = coder.decode(coded);

if (Arrays.equals(in, out))

System.out.println("equal");

else

System.out.println("not equal");

}

catch (DecodeException e) {

System.out.println("DecodeException");

}

}

}

## 4.6. Пакет phy

### 4.6.1. Пакет settings

##### 4.6.1.1. Пакет comport\_settings

**4.6.1.1.1. Класс ComPortSettings**

**4.6.1.1.1.1. Методы**

* public ComPortSettings(String port, int baudRate, int dataBits, int stopBits, int parity)  
  Конструктор
  + *port* – системный идентификатор порта
  + *baudRate* – скорость передачи
  + *dataBits* – количество информационных бит
  + *stopBits* – количество стоповых бит
  + *parity* – способ проверки чётности
* public String getPort()  
  Возвращает порт
* public int getBaudRate()  
  Возвращает скорость передачи
* public int getDataBits()  
  Возвращает количество информационных бит
* public int getStopBits()  
  Возвращает стоповых бит
* public int getParity()  
  Возвращает способ проверки чётности

**4.6.1.1.1.2. Листинг**

package layers.phy.settings.comport\_settings;

import layers.phy.settings.PhysicalLayerSettings;

public class ComPortSettings extends PhysicalLayerSettings {

public ComPortSettings(String port, int baudRate, int dataBits, int stopBits, int parity) {

settings.put(ComSettings.PORT\_NAME, port);

settings.put(ComSettings.BAUD\_RATE, baudRate);

settings.put(ComSettings.DATA\_BITS, dataBits);

settings.put(ComSettings.STOP\_BITS, stopBits);

settings.put(ComSettings.PARITY, parity);

}

public String getPort() {

return (String) settings.get(ComSettings.PORT\_NAME);

}

public int getBaudRate() {

return (int) settings.get(ComSettings.BAUD\_RATE);

}

public int getDataBits() {

return (int) settings.get(ComSettings.DATA\_BITS);

}

public int getStopBits() {

return (int) settings.get(ComSettings.STOP\_BITS);

}

public int getParity() {

return (int) settings.get(ComSettings.PARITY);

}

}

**4.6.1.1.2. Перечисление ComSettings**

**4.6.1.1.2.1. Значения**

* PORT\_NAME  
  Имя порта
* BAUD\_RATE  
  Скорость
* DATA\_BITS  
  Количество информационных бит
* STOP\_BITS  
  Количество стоповых бит
* PARITY  
  Способ проверки чётности

**4.6.1.1.2.2. Методы**

Все методы являются унаследованными

**4.6.1.1.2.3. Листинг**

package layers.phy.settings.comport\_settings;

import layers.phy.settings.PhySettings;

public enum ComSettings implements PhySettings {

PORT\_NAME,

BAUD\_RATE,

DATA\_BITS,

STOP\_BITS,

PARITY

}

**4.6.1.1.3. Перечисление DataBitsEnum**

**4.6.1.1.3.1. Значения**

* DataBits5("5 bits", SerialPort.DATABITS\_5),
* DataBits6("6 bits", SerialPort.DATABITS\_6),
* DataBits7("7 bits", SerialPort.DATABITS\_7),
* DataBits8("8 bits", SerialPort.DATABITS\_8);

**4.6.1.1.3.2. Поля**

* private String name;  
  Строковое представление
* private int value;  
  Числовое представление

**4.6.1.1.3.3. Методы**

* private DataBitsEnum(String name, int data\_bits)  
  Конструктор
  + name – строковое представление
  + data\_bits – числовое значение
* public String toString()  
  Возвращает строковое представление
* public int toDataBits()  
  Возвращает числовое представление
* public static DataBitsEnum getDefault()  
  Возвращает значение по умолчанию
* public static DataBitsEnum fromString(String str)  
  Создаёт объект по строковому представлению

**4.6.1.1.3.4. Листинг**

package layers.phy.settings.comport\_settings;

import gnu.io.SerialPort;

public enum DataBitsEnum {

DataBits5("5 bits", SerialPort.DATABITS\_5),

DataBits6("6 bits", SerialPort.DATABITS\_6),

DataBits7("7 bits", SerialPort.DATABITS\_7),

DataBits8("8 bits", SerialPort.DATABITS\_8);

private String name;

private int value;

private DataBitsEnum(String name, int data\_bits) {

this.name = name;

this.value = data\_bits;

}

@Override

public String toString() {

return name;

}

public int toDataBits() {

return value;

}

public static DataBitsEnum getDefault() {

return DataBits8;

}

public static DataBitsEnum fromString(String str) {

for (DataBitsEnum e : DataBitsEnum.values()) {

if (e.name.equals(str))

return e;

}

throw new IllegalArgumentException("Data bits not found");

}

}

**4.6.1.1.4. Перечисление StopBitsEnum**

**4.6.1.1.4.4. Значения**

* StopBits1("1", SerialPort.STOPBITS\_1),
* StopBits1\_5("1.5", SerialPort.STOPBITS\_1\_5),
* StopBits2("2", SerialPort.STOPBITS\_2);

**4.6.1.1.4.2. Поля**

* private String name;  
  Строковое представление
* private int value;  
  Числовое представление

**4.6.1.1.4.3. Методы**

* private StopBitsEnum (String name, int stop\_bits)  
  Конструктор
  + *name* – строковое представление
  + *stop\_bits* – числовое значение
* public String toString()  
  Возвращает строковое представление
* public int toStopBits()  
  Возвращает числовое представление
* public static StopBitsEnum getDefault()  
  Возвращает значение по умолчанию
* public static StopBitsEnum fromString(String str)  
  Создаёт объект по строковому представлению

**4.6.1.1.4.4. Листинг**

package layers.phy.settings.comport\_settings;

import gnu.io.SerialPort;

public enum StopBitsEnum {

StopBits1("1", SerialPort.STOPBITS\_1),

StopBits1\_5("1.5", SerialPort.STOPBITS\_1\_5),

StopBits2("2", SerialPort.STOPBITS\_2);

private String name;

private int value;

private StopBitsEnum(String name, int stop\_bits) {

this.name = name;

this.value = stop\_bits;

}

@Override

public String toString() {

return name;

}

public int toStopBits() {

return value;

}

public static StopBitsEnum getDefault() {

return StopBits1;

}

public static StopBitsEnum fromString(String str) {

for (StopBitsEnum e : StopBitsEnum.values()) {

if (e.name.equals(str))

return e;

}

throw new IllegalArgumentException("Stop bits not found");

}

}

**4.6.1.1.5. Перечисление ParityEnum**

**4.6.1.1.5.1. Значения**

* Even(SerialPort.PARITY\_EVEN),
* Mark(SerialPort.PARITY\_MARK),
* Odd(SerialPort.PARITY\_ODD),
* Space(SerialPort.PARITY\_SPACE),
* None(SerialPort.PARITY\_NONE);

**4.6.1.1.5.2. Поля**

* private int parity;  
  Числовое представление

**4.6.1.1.5.3. Методы**

* private ParityEnum(int parity)   
  Конструктор
  + *parity* – числовое значение
* public String toString()  
  Возвращает строковое представление
* public int toParity ()  
  Возвращает числовое представление
* public static ParityEnum getDefault()  
  Возвращает значение по умолчанию
* public static ParityEnum fromString(String str)  
  Создаёт объект по строковому представлению

**4.6.1.1.5.4. Листинг**

package layers.phy.settings.comport\_settings;

import gnu.io.SerialPort;

public enum ParityEnum {

Even(SerialPort.PARITY\_EVEN),

Mark(SerialPort.PARITY\_MARK),

Odd(SerialPort.PARITY\_ODD),

Space(SerialPort.PARITY\_SPACE),

None(SerialPort.PARITY\_NONE);

private int parity;

private ParityEnum(int parity) {

this.parity = parity;

}

public int toParity() {

return this.parity;

}

public static ParityEnum getDefault() {

return ParityEnum.None;

}

public static ParityEnum fromString(String str) {

return valueOf(str);

}

}

##### 4.6.1.2. Интерфейс PhySettings

**4.6.1.2.1. Методы**

* String name();  
  Преобразует идентификатор перечисления в строку

**4.6.1.2.2. Листинг**

package layers.phy.settings;

public interface PhySettings {

String name(); // will be implemented by java.lang.Enum class

}

##### 4.6.1.3. Класс PhysicalLayerSettings

**4.6.1.3.1. Поля**

* protected Map<PhySettings, Object> settings  
  Отображение (параметр, значение)

**4.6.1.3.2. Листинг**

package layers.phy.settings;

import java.util.HashMap;

import java.util.Map;

public abstract class PhysicalLayerSettings {

protected Map<PhySettings, Object> settings = new HashMap<>();

}

### 4.6.2. Интерфейс IPhysicalLayer

##### 4.6.2.1. Методы

* boolean readyToSend();  
  Возвращает значение RTS
* void send(byte[] data);  
  Передаёт массив байт через ком-порт
  + data – массив к отправке
* void subscribeConnectionStatusChanged(Consumer<Boolean> listener);  
  Подписка на событие изменение состояния связи
  + listener - обработчик
* void subscribeCompanionConnectedChanged(Consumer<Boolean> listener);  
  Подписка на событие подключения/отключения оппонента
  + listener - обработчик
* void subscribeSendingAvailableChanged(Consumer<Boolean> listener);  
  Подписка на CTS
  + listener – обработчик

##### 4.6.2.2. Листинг

package layers.phy;

import layers.ILayer;

import java.util.function.Consumer;

public interface IPhysicalLayer extends ILayer {

boolean readyToSend();

void send(byte[] data);

void subscribeConnectionStatusChanged(Consumer<Boolean> listener);

void subscribeCompanionConnectedChanged(Consumer<Boolean> listener);

void subscribeSendingAvailableChanged(Consumer<Boolean> listener);

}

### 4.6.3. Класс ComPort

##### 4.6.3.1. Поля

* private static Logger LOGGER = Logger.getLogger("PhysicalLayerLogger");  
  Объект для вывода отладочных сообщений в консоль
* private static List<String> availablePorts;  
  Список доступных комп-портов
* private static final String PORT\_NAME = "ChatPort";  
  Уникальный строковый идентификатор порта
* private static final int TIME\_OUT = 2000;  
  Таймаут открытия порта
* private IDataLinkLayer dataLinkLayer;  
  Ссылка на верхний уровень
* private SerialPort serialPort;  
  Объект библиотеки RXTX, последовательный порт
* private OutputStream outStream;  
  Ссылка на выходной поток порта
* private InputStream inStream;  
  Ссылка на входной поток порта
* private boolean connected;  
  Факт наличия соединения
* private List<Consumer<Boolean>> connectionChangedListeners;  
  Список подписок на изменение состояние связи
* private List<Consumer<Boolean>> companionConnectedListeners;  
  Список подписок на подключение/отключение оппонента
* private List<Consumer<Boolean>> sendingAvailableChangedListeners;  
  Список подписок на изменение CTS

##### 4.6.3.2. Методы

* private void setConnected(boolean status)  
  Изменяет значение переменной connected
  + status – значения для установки
* public static List<String> getAvailablePorts(boolean ignoreCache)  
  Возвращает список доступных ком-портов
  + ignoreCache – учитывать или нет ранее полученные значения
* public static List<String> getAvailablePorts()  
  Возвращает список доступных ком-портов с учётом кэша
* public static List<Integer> getAvailableBaudRates()  
  Возвращает список доступных скоростей
* public static List<String> getAvailableDataBits()  
  Возвращает список доступных количеств информационных бит
* public static List<String> getAvailableStopBits()  
  Возвращает список доступных количеств стоповых бит
* public static List<String> getAvailableParity()  
  Возвращает список доступных вариантов проверки чётности
* public static String getDefaultPort()  
  Возвращает ком-порт по умолчанию или пустую строку, если их список пуст
* public static int getDefaultBaudRate()  
  Возвращает скорость по умолчанию
* public static String getDefaultDataBits()  
  Возвращает количество информационных бит по умолчанию
* public static String getDefaultStopBits()  
  Возвращает количество стоповых бит по умолчанию
* public static String getDefaultParity()  
  Возвращает способ проверки чётности по умолчанию
* private void connect(ComPortSettings settings)  
  Выполняет соединение
  + settings – настройки соединения
* public synchronized void send(byte[] data)  
  Отправляет массив байт по ком-порту
  + data – массив для передачи
* public boolean readyToSend()  
  Возвращает значение RTS
* private void notifyConnectionStatusChanged(boolean status)  
  Оповещает верхний уровень об изменении состояния соединения
  + status – наличие соединения
* private void notifyCompanionConnectedChanged(boolean status)  
  Оповещает верхний уровень об подключении/отключении оппонента
  + status – наличие оппонента
* private void notifySendingAvailableChanged(boolean status)  
  Оповещает верхний уровень об изменении состояния линии CTS
  + status – наличие CTS

Остальные методы являются унаследованными.

##### 4.6.3.3. Листинг

package layers.phy;

import gnu.io.\*;

import layers.ILayer;

import layers.ProtocolStack;

import layers.apl.ApplicationLayer;

import layers.dll.DataLinkLayer;

import layers.dll.IDataLinkLayer;

import layers.exceptions.ConnectionException;

import layers.phy.settings.PhysicalLayerSettings;

import layers.phy.settings.comport\_settings.ComPortSettings;

import layers.phy.settings.comport\_settings.DataBitsEnum;

import layers.phy.settings.comport\_settings.ParityEnum;

import layers.phy.settings.comport\_settings.StopBitsEnum;

import java.io.IOException;

import java.io.InputStream;

import java.io.OutputStream;

import java.nio.ByteBuffer;

import java.util.Enumeration;

import java.util.LinkedList;

import java.util.List;

import java.util.TooManyListenersException;

import java.util.function.Consumer;

import java.util.logging.Logger;

import static java.util.Arrays.asList;

import static java.util.Arrays.stream;

public class ComPort implements IPhysicalLayer, SerialPortEventListener {

private static Logger LOGGER = Logger.getLogger("PhysicalLayerLogger");

private static List<String> availablePorts;

private static final String PORT\_NAME = "ChatPort";

private static final int TIME\_OUT = 2000;

private IDataLinkLayer dataLinkLayer;

private SerialPort serialPort;

private OutputStream outStream;

private InputStream inStream;

private boolean connected = false;

private List<Consumer<Boolean>> connectionChangedListeners = new LinkedList<>();

private List<Consumer<Boolean>> companionConnectedListeners = new LinkedList<>();

private List<Consumer<Boolean>> sendingAvailableChangedListeners = new LinkedList<>();

@Override

public boolean isConnected() {

return connected;

}

private void setConnected(boolean status) {

this.connected = status;

notifyConnectionStatusChanged(status);

}

public static List<String> getAvailablePorts(boolean ignoreCache) {

if (!ignoreCache && availablePorts != null)

return availablePorts;

availablePorts = new LinkedList<>();

Enumeration portEnum = CommPortIdentifier.getPortIdentifiers();

while (portEnum.hasMoreElements()) {

CommPortIdentifier port = (CommPortIdentifier) portEnum.nextElement();

if(port.getPortType() == CommPortIdentifier.PORT\_SERIAL)

availablePorts.add(port.getName());

}

return availablePorts;

}

public static List<String> getAvailablePorts() {

return getAvailablePorts(false);

}

public static List<Integer> getAvailableBaudRates() {

return asList(300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200);

}

public static List<String> getAvailableDataBits() {

List<String> names = new LinkedList<>();

stream(DataBitsEnum.values()).forEach(e -> names.add(e.toString()));

return names;

}

public static List<String> getAvailableStopBits() {

List<String> names = new LinkedList<>();

stream(StopBitsEnum.values()).forEach(e -> names.add(e.toString()));

return names;

}

public static List<String> getAvailableParity() {

List<String> names = new LinkedList<>();

stream(ParityEnum.values()).forEach(e -> names.add(e.toString()));

return names;

}

public static String getDefaultPort() {

String port = "";

List<String> ports = getAvailablePorts();

if (!ports.isEmpty())

port = ports.get(0);

return port;

}

public static int getDefaultBaudRate() {

return 9600;

}

public static String getDefaultDataBits() {

return DataBitsEnum.getDefault().toString();

}

public static String getDefaultStopBits() {

return StopBitsEnum.getDefault().toString();

}

public static String getDefaultParity() {

return ParityEnum.getDefault().toString();

}

@Override

public void connect(PhysicalLayerSettings settings) throws ConnectionException {

try {

connect((ComPortSettings) settings);

} catch (NoSuchPortException | UnsupportedCommOperationException | PortInUseException e) {

throw new ConnectionException(e);

}

}

private void connect(ComPortSettings settings) throws NoSuchPortException, UnsupportedCommOperationException, PortInUseException {

String port = settings.getPort();

LOGGER.info("Connecting to port " + port);

CommPortIdentifier portId = CommPortIdentifier.getPortIdentifier(port);

try {

serialPort = (SerialPort) portId.open(PORT\_NAME, TIME\_OUT);

LOGGER.info("Port " + port + " opened successfully");

serialPort.setSerialPortParams(settings.getBaudRate(), settings.getDataBits(), settings.getStopBits(), settings.getParity());

serialPort.setFlowControlMode(SerialPort.FLOWCONTROL\_NONE);

outStream = serialPort.getOutputStream();

inStream = serialPort.getInputStream();

} catch (PortInUseException e) {

LOGGER.severe("Port " + port + " is already in use");

throw e;

} catch (UnsupportedCommOperationException e) {

LOGGER.severe("Unsupported com port params");

disconnect();

throw e;

} catch (IOException e) {

LOGGER.severe("Error while opening streams for serial port");

disconnect();

}

try {

serialPort.addEventListener(this);

serialPort.notifyOnDataAvailable(true);

// serialPort.notifyOnOutputEmpty(true);

// serialPort.notifyOnBreakInterrupt(true);

// serialPort.notifyOnCarrierDetect(true);

serialPort.notifyOnCTS(true);

serialPort.notifyOnDSR(true);

// serialPort.notifyOnFramingError(true);

// serialPort.notifyOnOverrunError(true);

// serialPort.notifyOnParityError(true);

// serialPort.notifyOnRingIndicator(true);

} catch (TooManyListenersException e) {

LOGGER.severe("Too many listeners");

disconnect();

}

serialPort.setRTS(true);

serialPort.setDTR(true);

setConnected(true);

notifyCompanionConnectedChanged(serialPort.isDSR());

}

@Override

public synchronized void disconnect() {

if (serialPort != null) {

try {

outStream.close();

inStream.close();

} catch (IOException ignored) {

}

serialPort.setRTS(false);

serialPort.setDTR(false);

serialPort.close();

LOGGER.info("Port " + serialPort.getName() + " closed");

outStream = null;

inStream = null;

serialPort = null;

}

else {

LOGGER.info("Port is not opened");

}

notifySendingAvailableChanged(false);

//notifyCompanionConnectedChanged(false); //do not notify me, when i press disconnect by myself

setConnected(false);

}

@Override

public synchronized void send(byte[] data) {

// System.out.println("ready? - " + readyToSend());

serialPort.setRTS(false);

try {

Thread.sleep(100);

} catch (InterruptedException e) {

e.printStackTrace();

}

try {

outStream.write(data);

} catch (IOException e) {

LOGGER.warning("Exception occurred: " + e.getMessage());

notifyOnError(e);

return;

}

try {

outStream.flush();

} catch (IOException ignored) { }

serialPort.setRTS(true);

}

@Override

public boolean readyToSend() {

return serialPort.isDSR() && serialPort.isCTS();

}

@Override

public IDataLinkLayer getUpperLayer() {

return dataLinkLayer;

}

@Override

public ILayer getLowerLayer() {

return null;

}

@Override

public void setUpperLayer(ILayer layer) {

dataLinkLayer = (IDataLinkLayer) layer;

}

@Override

public void setLowerLayer(ILayer layer) {

}

@Override

public void subscribeConnectionStatusChanged(Consumer<Boolean> listener) {

connectionChangedListeners.add(listener);

}

@Override

public void subscribeCompanionConnectedChanged(Consumer<Boolean> listener) {

companionConnectedListeners.add(listener);

}

@Override

public void subscribeSendingAvailableChanged(Consumer<Boolean> listener) {

sendingAvailableChangedListeners.add(listener);

}

private void notifyConnectionStatusChanged(boolean status) {

connectionChangedListeners.forEach(listener -> listener.accept(status));

}

private void notifyCompanionConnectedChanged(boolean status) {

companionConnectedListeners.forEach(listener -> listener.accept(status));

}

private void notifySendingAvailableChanged(boolean status) {

sendingAvailableChangedListeners.forEach(listener -> listener.accept(status));

}

public void notifyOnError(Exception e) {

onErrorListeners.forEach(listener -> listener.accept(e));

}

@Override

public synchronized void serialEvent(SerialPortEvent event) {

switch (event.getEventType()) {

case SerialPortEvent.OUTPUT\_BUFFER\_EMPTY:

System.out.println("OUTPUT\_BUFFER\_EMPTY");

break;

case SerialPortEvent.DATA\_AVAILABLE:

dataAvailable(event);

break;

case SerialPortEvent.BI:

System.out.println("BI");

break;

case SerialPortEvent.CD:

System.out.println("CD");

break;

case SerialPortEvent.CTS:

System.out.println("CTS = [" + serialPort.isCTS() + "]");

notifySendingAvailableChanged(serialPort.isCTS());

break;

case SerialPortEvent.DSR:

System.out.println("DSR");

// if (!serialPort.isDSR()) {

// setConnected(false);

// }

notifyCompanionConnectedChanged(serialPort.isDSR());

break;

case SerialPortEvent.FE:

System.out.println("FE");

break;

case SerialPortEvent.OE:

System.out.println("OE");

break;

case SerialPortEvent.PE:

System.out.println("PE");

break;

case SerialPortEvent.RI:

System.out.println("RI");

break;

}

}

public void dataAvailable(SerialPortEvent event) {

// reading size of the data

try {

byte[] dataSize = new byte[2];

for (int i = 0; i < dataSize.length; ++i) {

dataSize[i] = (byte) inStream.read();

}

// reading the whole data

int size = (int) ByteBuffer.wrap(dataSize).getShort();

byte[] data = new byte[size];

for (int i = 0; i < size; ++i) {

data[i] = (byte) inStream.read();

}

getUpperLayer().receive(data);

} catch (IOException e) {

e.printStackTrace();

}

}

private static void reader(IPhysicalLayer comPort, String port) throws Exception {

comPort.connect(new ComPortSettings(port, 9600, 8, 1, 0));

}

private static void writer(IPhysicalLayer comPort, String port) throws Exception {

comPort.connect(new ComPortSettings(port, 9600, 8, 1, 0));

while (comPort.isConnected()) {

comPort.send("Привет!".getBytes());

// layer.read();

Thread.sleep(2000);

}

}

public static void main(String[] args) throws Exception {

ProtocolStack stack = new ProtocolStack(ApplicationLayer.class, DataLinkLayer.class, ComPort.class);

IPhysicalLayer comPort = stack.getPhy();

ComPort.getAvailablePorts().forEach(System.out::println);

for (String arg : args) {

switch (arg) {

case "reader":

reader(comPort, "COM5");

break;

case "writer":

writer(comPort, "COM6");

break;

}

}

Thread t = new Thread() {

public void run() {

//the following line will keep this app alive for 1000 seconds,

//waiting for events to occur and responding to them (printing incoming messages to console).

try {Thread.sleep(1000000);} catch (InterruptedException ie) {}

}

};

t.start();

// layer.disconnect();

}

}

## 4.7. Пакет exceptions

### 4.7.4. Класс ChatException

Корневое в иерархии приложения исключение, от него наследуются все остальные.

##### 4.7.4.1. Методы

* public ChatException(String message)   
  Коструктор
  + message – текстовое представление исключения
* public ChatException(String message, Throwable cause)  
  Конструктор
  + message – текстовое представление исключения
  + cause – причина исключения
* public ChatException(Throwable cause)  
  Конструктор
  + cause – причина исключения

##### 4.7.4.2. Листинг

package layers.exceptions;

public class ChatException extends Exception {

public ChatException(String message) {

super(message);

}

public ChatException(String message, Throwable cause) {

super(message, cause);

}

public ChatException(Throwable cause) {

super(cause);

}

}

### 4.7.2. Класс ConnectionException

##### 4.7.2.1. Методы

Все методы полностью аналогичны методам предка

##### 4.7.2.2. Листинг

package layers.exceptions;

public class ConnectionException extends ChatException {

public ConnectionException(String message) {

super(message);

}

public ConnectionException(String message, Throwable cause) {

super(message, cause);

}

public ConnectionException(Throwable cause) {

super(cause);

}

}

### 4.7.3. Класс LayerUnavailableException

##### 4.7.3.1. Методы

Все методы полностью аналогичны методам предка

##### 4.7.3.2. Листинг

package layers.exceptions;

public class LayerUnavailableException extends ChatException {

public LayerUnavailableException(String message) {

super(message);

}

public LayerUnavailableException(String message, Throwable cause) {

super(message, cause);

}

public LayerUnavailableException(Throwable cause) {

super(cause);

}

}

### 4.7.4. Класс ProtocolStackException

##### 4.7.4.1. Методы

Все методы полностью аналогичны методам предка

##### 4.7.4.2. Листинг

package layers.exceptions;

public class ProtocolStackException extends ChatException {

public ProtocolStackException(Exception cause) {

super(cause);

}

}

### 4.7.5. Класс UnexpectedChatException

##### 4.7.5.1. Методы

Все методы полностью аналогичны методам предка

##### 4.7.5.2. Листинг

package layers.exceptions;

public class UnexpectedChatException extends ChatException {

public UnexpectedChatException(String message) {

super(message);

}

public UnexpectedChatException(String message, Throwable cause) {

super(message, cause);

}

public UnexpectedChatException(Throwable cause) {

super(cause);

}

}

### 4.7.6. Класс DecodeException

##### 4.7.6.1. Методы

Все методы полностью аналогичны методам предка

##### 4.7.6.2. Листинг

package layers.exceptions;

public class DecodeException extends ChatException {

public DecodeException() {

super();

}

}

# 5. Пакет util

## 5.1. Класс ArrayUtils

### 5.1.1. Методы

* public static byte[] concatenate(byte[] A, byte[] B)  
  Объединение двух массивов байт
  + A, B – объединяемые операнды
* public static byte[] concatenate(byte a, byte[] B)  
  Объединение байта и массива байт
  + a, B – объединяемые операнды
* public static byte[] concatenate(byte[] A, byte b)  
  Объединение массива и байта
  + A, b – объединяемые операнды

### 5.1.2. Листинг

package util;

import java.lang.reflect.Array;

public class ArrayUtils {

public static byte[] concatenate(byte[] A, byte[] B) {

int aLen = A.length;

int bLen = B.length;

byte[] C = (byte[]) Array.newInstance(A.getClass().getComponentType(), aLen + bLen);

System.arraycopy(A, 0, C, 0, aLen);

System.arraycopy(B, 0, C, aLen, bLen);

return C;

}

public static byte[] concatenate(byte a, byte[] B) {

byte[] A = new byte[1];

A[0] = a;

return concatenate(A, B);

}

public static byte[] concatenate(byte[] A, byte b) {

byte[] B = new byte[1];

B[0] = b;

return concatenate(A, B);

}

}