

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. ПЕТРА ВЕЛИКОГО  
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ВЫСШАЯ ШКОЛА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ  
ФИЗИКИ

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1

**Реализация протоколов автоматического запроса  
повторной передачи Go-Back-N и Selective Repeat**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ»

Выполнила

студент гр. 5040102/00201

А.Г. Жаворонкова

Преподаватель

к.ф.-м.н., доцент ВШПМиВФ ФМИ

А.Н. Баженов

Санкт-Петербург  
2022 год

# Содержание

<b>1</b>	<b>Постановка задачи</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Теория</b>	<b>3</b>
2.1	Протокол Go-Back-N . . . . .	3
2.2	Протокол Selective Repeat . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Реализация</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Оценка и сравнение эффективности протоколов</b>	<b>4</b>
4.1	Зависимость от вероятности потери пакета . . . . .	4
4.2	Зависимость от размера окна . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Заключение</b>	<b>6</b>
	<b>Список использованных источников</b>	<b>7</b>

## Список иллюстраций

1	Зависимость коэффициента эффективности от вероятности потери пакета при $w = 3$ . . . . .	5
2	Зависимость времени передачи от вероятности потери пакета при $w = 3$ . . . . .	5
3	Зависимость коэффициента эффективности от размера окна при $p = 0.2$ . . . . .	6
4	Зависимость времени передачи от размера окна при $p = 0.2$ . . . . .	6

## Список таблиц

1	Зависимость эффективности протоколов от вероятности потери пакета при $w = 3$ . . . . .	4
2	Зависимость эффективности протоколов от размера окна при $p = 0.2$ . . . . .	5

# 1 Постановка задачи

Требуется разработать систему из двух агентов, способных обмениваться данными друг с другом.

- В системе должны быть реализованы протоколы передачи данных с дисциплиной Go-Back-N и Selective Repeat.
- Должна моделироваться ненадёжность канала связи: с заданной вероятностью пакеты при передаче должны теряться.

Необходимо выяснить закономерности эффективности использования дисциплин при различных вероятностях ошибки передачи.

## 2 Теория

### 2.1 Протокол Go-Back-N

Суть работы протокола Go-Back-N (GBN) заключается просто в игнорировании всех кадров, следующих за ошибочным. Для таких кадров подтверждения не посылаются [1]. Другими словами, канальный уровень отказывается принимать какой-либо кадр, кроме кадра со следующим номером, который он должен передать сетевому уровню. Если окно отправителя заполнится раньше, чем истечет период времени ожидания, конвейер начнет простаивать. Наконец, лимит времени у отправителя истечет, и он начнет передавать повторно сразу все кадры, не получившие подтверждения, начиная с поврежденного или потерянного кадра. Такой подход при высоком уровне ошибок может привести к потере большой доли пропускной способности канала [2].

### 2.2 Протокол Selective Repeat

Суть работы протокола Selective Repeat (SRP) заключается в том, что получатель хранит в буфере все правильные кадры, принятые им после неверного или потерянного кадра [1]. При этом неверный кадр отбрасывается. Когда заканчивается время ожидания подтверждения, отправитель отправляет еще раз только самый старый кадр, для которого не пришло подтверждение. Если вторая попытка будет успешной, получатель сможет последовательно передать накопившиеся пакеты сетевому уровню [3].

## 3 Реализация

Язык программирования – Python, среда разработки – PyCharm.

Программа разделена на модули:

- *Message*  
Носит вспомогательный характер. Содержит реализацию классов *Message* и *MsgQueue* для упрощения работы с сообщениями (получение, отправка сообщений; проверка наличия сообщений; симуляция потери сообщений);

- **Network**

Основной класс, в котором реализованы оба протокола. Для обоих протоколов реализован *sender* и *receiver*. Задача первого – формировать сообщения с данными. Задача второго – получить сообщение и сообщить о факте доставки.

Модель сети имеет следующие параметры:

- `protocol` – протокол связи (GBN или SRP);
- `window_size` – размер скользящего окна в реализуемом протоколе связи;
- `timeout` – время после отправки сообщения, после которого оно будет считаться утерянным, если не пришло подтверждение;
- `loss_probability` – вероятность  $(0, 1]$  потери сообщения при передаче.

- **Main**

В этом модуле написаны функции тестирования.

Ссылка на проект с кодом исследования и отчётом:

<https://github.com/Zhavoronkova-Alina/Network-Labs>

## 4 Оценка и сравнение эффективности протоколов

Эффективность протоколов оценивалась по двум параметрам:

- Коэффициенту эффективности  $k$

$$k = \frac{\text{кол-во пакетов для передачи}}{\text{кол-во переданных пакетов}};$$

- Времени от начала до конца передачи в секундах  $t$ .

### 4.1 Зависимость от вероятности потери пакета

На таблице ниже показаны полученные экспериментальные данные.

$p$	Go-Back-N		Selective Repeat	
	$t$	$k$	$t$	$k$
0.0	1.47	1.00	0.98	1.00
0.1	4.52	0.91	2.37	0.91
0.2	7.93	0.83	2.41	0.83
0.3	11.95	0.76	5.67	0.74
0.5	18.82	0.67	7.78	0.65
0.6	27.20	0.59	12.20	0.57
0.7	41.96	0.50	14.58	0.49
0.8	71.55	0.41	28.79	0.39
0.9	183.07	0.29	78.05	0.26

Таблица 1: Зависимость эффективности протоколов от вероятности потери пакета при  $w = 3$

При малых вероятностях  $p \leq 0.2$  потери пакета эффективности протоколов практически не отличаются. Далее протокол Selective Repeat начинает всё значительнее проигрывать протоколу Go-Back-N.

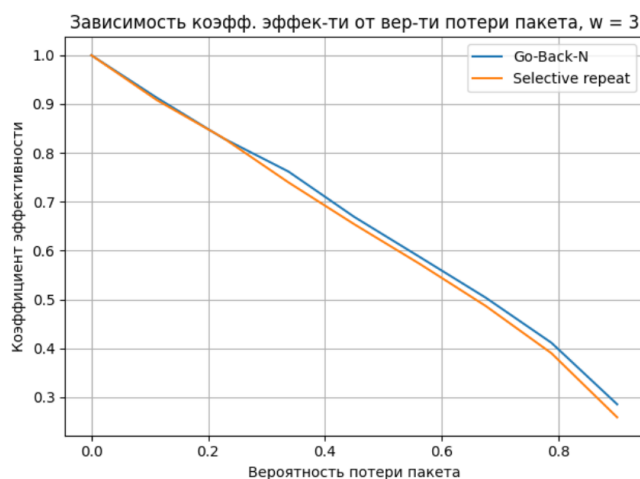


Рис. 1: Зависимость коэффициента эффективности от вероятности потери пакета при  $w = 3$



Рис. 2: Зависимость времени передачи от вероятности потери пакета при  $w = 3$

## 4.2 Зависимость от размера окна

На таблице ниже показаны полученные экспериментальные данные.

$w$	Go-Back-N		Selective Repeat	
	$t$	$k$	$t$	$k$
2	7.67	0.81	4.48	0.80
3	6.48	0.76	3.81	0.76
4	6.51	0.71	2.58	0.73
5	5.30	0.69	1.83	0.71
6	5.73	0.67	1.57	0.68
7	4.69	0.65	1.42	0.67
8	5.19	0.63	1.24	0.64
9	5.14	0.62	1.52	0.62
10	6.13	0.59	1.47	0.60

Таблица 2: Зависимость эффективности протоколов от размера окна при  $p = 0.2$

Зависимость от размера окна менее явная, чем от вероятности потери пакета. Можно заметить, что по эффективности протокол Selective Repeat выигрывает у протокола Go-Back-N с увеличением размера окна.

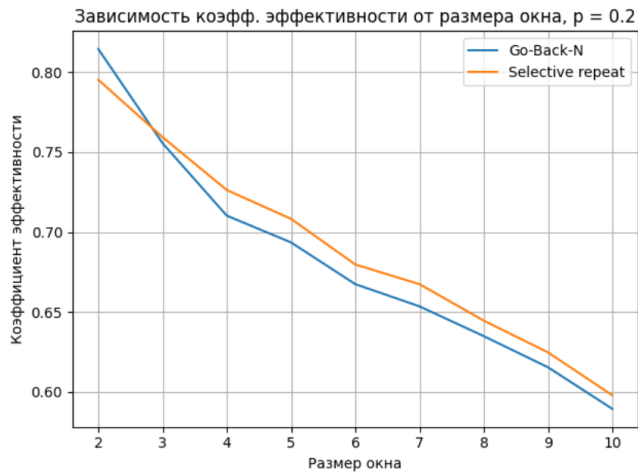


Рис. 3: Зависимость коэффициента эффективности от размера окна при  $p = 0.2$

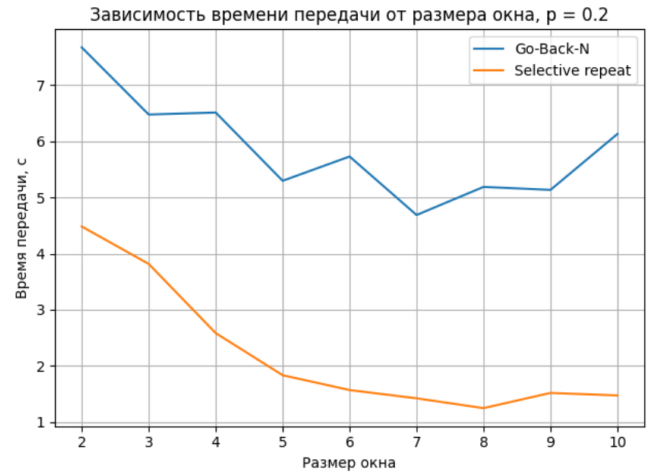


Рис. 4: Зависимость времени передачи от размера окна при  $p = 0.2$

## 5 Заключение

Были реализованы протоколы Go-Back-N и Selective Repeat. Также были проведены исследования на поиск зависимостей эффективности использования протоколов при различных вероятностях ошибки передачи.

## Список литературы

- [1] Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2012. — 960 с. (20.02.2022).
- [2] Go-Back-N [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://www.hmong.press/wiki/Go-Back-N\\_ARQ](https://www.hmong.press/wiki/Go-Back-N_ARQ) (20.02.2022).
- [3] Selective Repeat [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://www.hmong.press/wiki/Selective\\_Repeat\\_ARQ](https://www.hmong.press/wiki/Selective_Repeat_ARQ) (20.02.2022).