



**Омский  
государственный  
университет**  
им. Ф.М. Достоевского

# **ИЗМЕНЕНИЕ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОТКАЗЕ УЗЛОВ В КВ-РАДИОСЕТИ**

**Выполнил:  
Студент гр. ФРМ-401-О-07 Пуцыкович А.А.**



Омский  
государственный  
университет  
им. Ф.М. Достоевского

**Цель:** изучить изменение средней скорости передачи информации при выходе из строя узлов использующихся как транзитные



Омский  
государственный  
университет  
им. Ф.М. Достоевского

**Для этого решались следующие задачи:**

1. Изучение модели расчета радиосетей с различными показателями скоростей.
2. Создание программы на C++ для расчета средних скоростей.
3. Анализ сети и выявление критических узлов.

# Пункты выбранной радиосети



№ пункта	Наименование	Координаты		Населённость
		Широта	Долгота	
1	Земля Франца-Иосифа	80,62	58,03	0
2	Белушья Губа (Новая Земля)	71,53	52,33	1972
3	Рогачёво (Новая Земля)	71,6	52,4	330
4	Ямальский район -	70,2	72,5	0
5	Диксон (Краснодарский край)	73,5	80,5	319
6	Караул (Краснодарский край)	71,7	83,6	781
7	Усть-Авам (Краснодарский край)	71,12	92,82	339
8	Хатанга (Краснодарский край)	72,83	105,1	2645
9	Жилиндийский национальный наслег (Якутия)	70,13	113,1	0
10	Усть оленек (Якутия)	72,98	119,8	27
11	Кюсюр (Якутия)	70,68	127,4	1345
12	Усть-Куйга (Якутия)	70	135,6	668
13	Юкагир (Якутия)	71,77	139,8	128
14	Русское Устье (Якутия)	71,13	149,3	118
15	Остров Врангеля	70,98	178,5	0
16	Челябинск	55,15	61,43	1 182 517
17	Омск	54,99	73,37	1 110 836
18	Кемерово	55,33	86,08	549 362
19	Иркутск	52,30	104,296	611 215
20	Красноярск	56,02	92,87	1 196 913

Таблица 1. Пункты выбранной радиосети.

# Карта радиосети

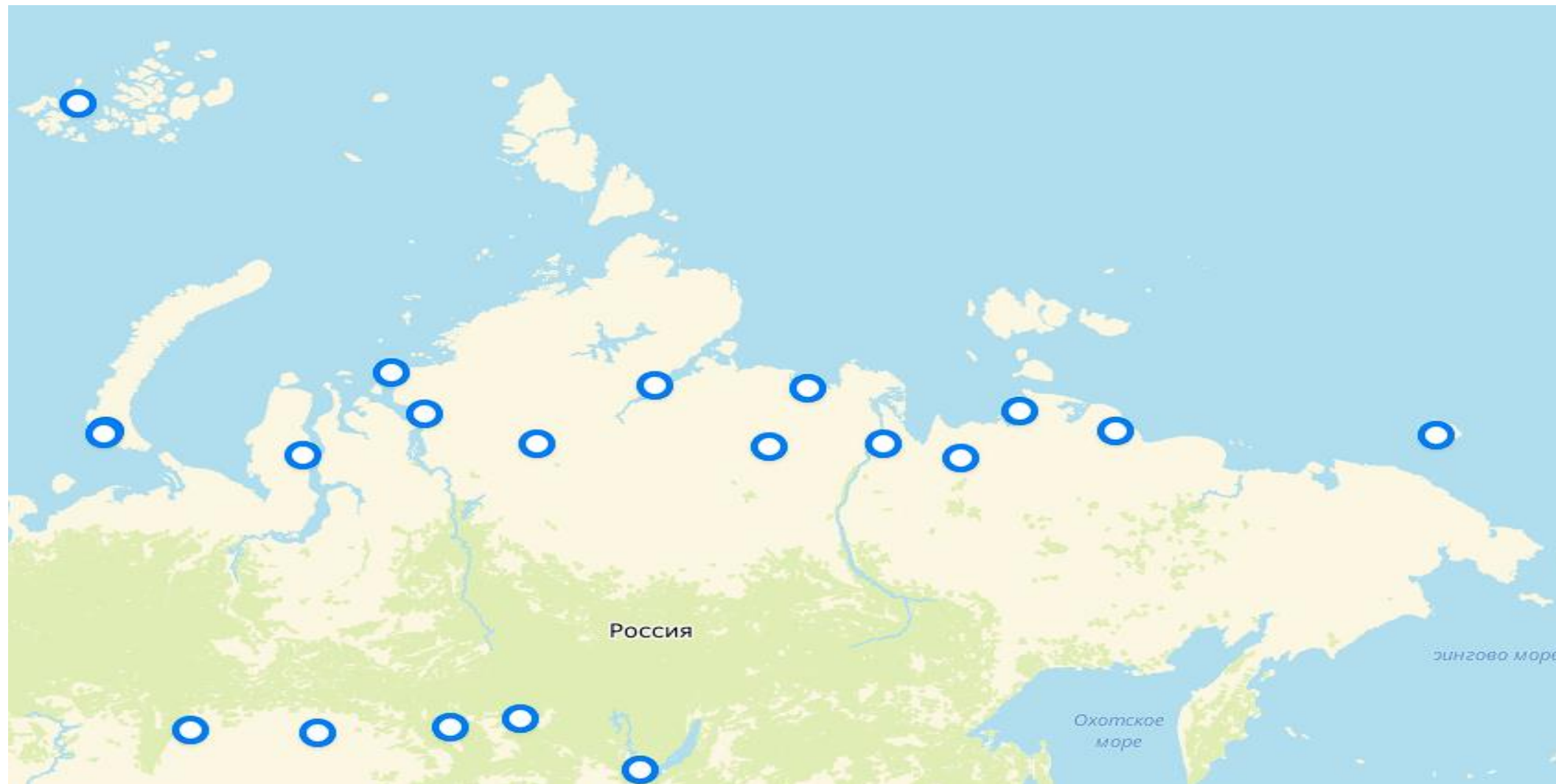


Рисунок 1. Расположение населенных пунктов на карте.

# Начальные скорости



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	12,8	16	16	12,8	16	16	14,4	12,8	12,8	11,2	8	9,6	11,2	12,8	6,4	6,4	6,4	8	8
2	12,8	0	0	14,4	12,8	11,2	11,2	9,6	8	8	8	4,8	6,4	2,4	4,8	11,2	11,2	11,2	8	8
3	16	0	0	16	12,8	16	16	12,8	11,2	9,6	9,6	4,8	2,4	6,4	8	11,2	11,2	11,2	8	8
4	16	14,4	16	0	16	16	16	16	14,4	12,8	12,8	9,6	11,2	9,6	8	11,2	12,8	12,8	9,6	11,2
5	12,8	12,8	12,8	16	0	12,8	16	12,8	12,8	11,2	11,2	9,6	9,6	8	6,4	9,6	11,2	12,8	11,2	11,2
6	16	11,2	16	16	12,8	0	16	16	16	16	16	11,2	12,8	11,2	8	11,2	11,2	12,8	12,8	12,8
7	16	11,2	16	16	16	16	0	16	16	16	16	11,2	12,8	12,8	8	8	9,6	9,6	8	11,2
8	14,4	9,6	12,8	16	12,8	16	16	0	16	16	16	12,8	16	16	9,6	4,8	6,4	8	8	9,6
9	12,8	8	11,2	14,4	12,8	16	16	16	0	16	16	12,8	16	16	9,6	2,4	6,4	8	9,6	9,6
10	12,8	8	9,6	12,8	11,2	16	16	16	16	0	16	16	16	16	9,6	2,4	4,8	6,4	8	8
11	11,2	8	9,6	12,8	11,2	16	16	16	16	16	0	16	16	16	11,2	4,8	2,4	4,8	8	8
12	8	4,8	4,8	9,6	9,6	11,2	11,2	12,8	12,8	16	16	0	12,8	16	9,6	4,8	4,8	2,4	6,4	6,4
13	9,6	6,4	2,4	11,2	9,6	12,8	12,8	16	16	16	16	12,8	0	16	12,8	4,8	4,8	1,2	4,8	4,8
14	11,2	2,4	6,4	9,6	8	11,2	12,8	16	16	16	16	16	16	0	16	4,8	4,8	4,8	2,4	2,4
15	12,8	4,8	8	8	6,4	8	8	9,6	9,6	9,6	11,2	9,6	12,8	16	0	2,4	2,4	2,4	0	4,8
16	6,4	11,2	11,2	11,2	9,6	11,2	8	4,8	2,4	2,4	4,8	4,8	4,8	4,8	2,4	0	12,8	11,2	8	9,6
17	6,4	11,2	11,2	12,8	11,2	11,2	9,6	6,4	6,4	4,8	2,4	4,8	4,8	4,8	2,4	12,8	0	12,8	8	12,8
18	6,4	11,2	11,2	12,8	12,8	12,8	9,6	8	8	6,4	4,8	2,4	1,2	4,8	2,4	11,2	12,8	0	11,2	12,8
19	8	8	8	9,6	11,2	12,8	8	8	9,6	8	8	6,4	4,8	2,4	0	8	8	11,2	0	12,8
20	8	8	8	11,2	11,2	12,8	11,2	9,6	9,6	8	8	6,4	4,8	2,4	4,8	9,6	12,8	12,8	12,8	0

Таблица 2. Значения скорости в Кбит\с для декабря.

# Начальные скорости



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	9,6	14,4	12,8	9,6	14,4	12,8	12,8	12,8	14,4	12,8	9,6	12,8	12,8	11,2	8	8	9,6	4,8	9,6
2	9,6	0	0	11,2	9,6	9,6	11,2	9,6	9,6	9,6	8	8	8	6,4	6,4	11,2	11,2	11,2	8	11,2
3	14,4	0	0	16	9,6	12,8	14,4	12,8	12,8	12,8	11,2	8	9,6	9,6	8	11,2	11,2	11,2	8	11,2
4	12,8	11,2	16	0	9,6	12,8	16	16	16	16	16	11,2	12,8	12,8	2,4	11,2	12,8	12,8	6,4	12,8
5	9,6	9,6	9,6	9,6	0	8	11,2	11,2	12,8	12,8	12,8	11,2	9,6	9,6	4,8	11,2	11,2	12,8	11,2	12,8
6	14,4	9,6	12,8	12,8	8	0	12,8	16	16	16	16	11,2	16	12,8	8	11,2	12,8	12,8	12,8	11,2
7	12,8	11,2	14,4	16	11,2	12,8	0	16	16	16	16	11,2	16	12,8	6,4	8	9,6	11,2	9,6	11,2
8	12,8	9,6	12,8	16	11,2	16	16	0	16	16	16	12,8	16	16	9,6	6,4	8	8	8	9,6
9	12,8	9,6	12,8	16	12,8	16	16	16	0	16	16	11,2	16	16	8	4,8	8	8	9,6	11,2
10	14,4	9,6	12,8	16	12,8	16	16	16	16	0	16	12,8	52	16	9,6	2,4	6,4	8	8	9,6
11	12,8	8	11,2	16	12,8	16	16	16	16	16	0	9,6	16	16	11,2	2,4	4,8	6,4	8	8
12	9,6	8	8	11,2	11,2	11,2	11,2	12,8	11,2	12,8	9,6	0	8	12,8	9,6	4,8	4,8	4,8	8	8
13	12,8	8	9,6	12,8	9,6	16	16	16	16	52	16	8	0	16	11,2	4,8	4,8	2,4	6,4	6,4
14	12,8	6,4	9,6	12,8	9,6	12,8	12,8	16	16	16	16	12,8	16	0	12,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
15	11,2	6,4	8	2,4	4,8	8	6,4	9,6	8	9,6	11,2	9,6	11,2	12,8	0	1,2	2,4	2,4	0	2,4
16	8	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	8	6,4	4,8	2,4	2,4	4,8	4,8	4,8	1,2	0	11,2	11,2	6,4	9,6
17	8	11,2	11,2	12,8	11,2	12,8	9,6	8	8	6,4	4,8	4,8	4,8	4,8	2,4	11,2	0	11,2	8	11,2
18	9,6	11,2	11,2	12,8	12,8	12,8	11,2	8	8	8	6,4	4,8	2,4	4,8	2,4	11,2	11,2	0	9,6	11,2
19	4,8	8	8	6,4	11,2	12,8	9,6	8	9,6	8	8	8	6,4	4,8	0	6,4	8	9,6	0	11,2
20	9,6	11,2	11,2	12,8	12,8	11,2	11,2	9,6	11,2	9,6	8	8	6,4	4,8	2,4	9,6	11,2	11,2	11,2	0

Таблица 3. Значения скорости в Кбит\с для марта.

# Начальные скорости



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	9,6	12,8	12,8	9,6	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	0	8	12,8	1,2	8	0	0	0	0	0
2	9,6	0	0	2,4	9,6	8	11,2	9,6	1,2	1,2	1,2	0	1,2	0	1,2	0	11,2	1,2	1,2	1,2
3	12,8	0	0	4,8	9,6	12,8	16	12,8	1,2	1,2	1,2	0	2,4	1,2	2,4	0	11,2	1,2	1,2	1,2
4	12,8	2,4	4,8	0	6,4	9,6	6,4	14,4	16	16	16	0	12,8	1,2	2,4	11,2	12,8	12,8	1,2	11,2
5	9,6	9,6	9,6	6,4	0	8	14,4	9,6	9,6	11,2	11,2	11,2	9,6	1,2	1,2	0	11,2	12,8	1,2	12,8
6	12,8	8	12,8	9,6	8	0	12,8	12,8	12,8	14,4	16	11,2	16	1,2	4,8	11,2	0	11,2	0	12,8
7	12,8	11,2	16	6,4	14,4	12,8	0	8	12,8	12,8	12,8	11,2	14,4	12,8	2,4	0	11,2	11,2	11,2	12,8
8	12,8	9,6	12,8	14,4	9,6	12,8	8	0	12,8	11,2	12,8	9,6	12,8	12,8	4,8	2,4	0	0	0	0
9	12,8	1,2	1,2	16	9,6	12,8	12,8	12,8	0	16	9,6	8	12,8	12,8	1,2	0	0	1,2	11,2	11,2
10	12,8	1,2	1,2	16	11,2	14,4	12,8	11,2	16	0	16	4,8	8	12,8	11,2	0	0	0	0	0
11	0	1,2	1,2	16	11,2	16	12,8	12,8	9,6	16	0	11,2	14,4	6,4	11,2	0	1,2	0	0	1,2
12	8	0	0	0	11,2	11,2	11,2	9,6	8	4,8	11,2	0	8	8	9,6	1,2	0	0	0	0
13	12,8	1,2	2,4	12,8	9,6	16	14,4	12,8	12,8	8	14,4	8	0	14,4	11,2	1,2	0	1,2	0	0
14	1,2	0	1,2	1,2	1,2	1,2	12,8	12,8	12,8	12,8	6,4	8	14,4	0	11,2	2,4	1,2	0	0	0
15	8	1,2	2,4	2,4	1,2	4,8	2,4	4,8	1,2	11,2	11,2	9,6	11,2	11,2	0	0	0	2,4	0	2,4
16	0	0	0	11,2	0	11,2	0	2,4	0	0	0	1,2	1,2	2,4	0	0	100	100	100	100
17	0	11,2	11,2	12,8	11,2	0	11,2	0	0	0	1,2	0	0	1,2	0	100	0	100	100	100
18	0	1,2	1,2	12,8	12,8	11,2	11,2	0	1,2	0	0	0	1,2	0	2,4	100	100	0	100	100
19	0	1,2	1,2	1,2	1,2	0	11,2	0	11,2	0	0	0	0	0	0	100	100	100	0	100
20	0	1,2	1,2	11,2	12,8	12,8	12,8	0	11,2	0	1,2	0	0	0	2,4	100	100	100	100	0

Таблица 4. Значения скорости в Кбит\с для июня.

# Блок-схема

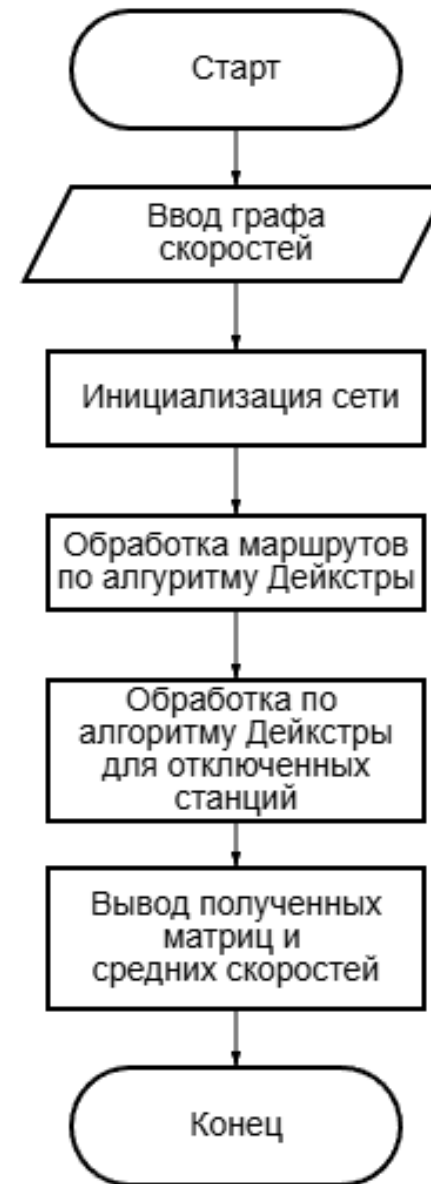


Рисунок 2. Блок-схема программы.

# Анализ радиосети



Рисунок 3. Гистограмма средних скоростей для декабря.

# Анализ радиосети



Гистограмма средних скоростей для марта

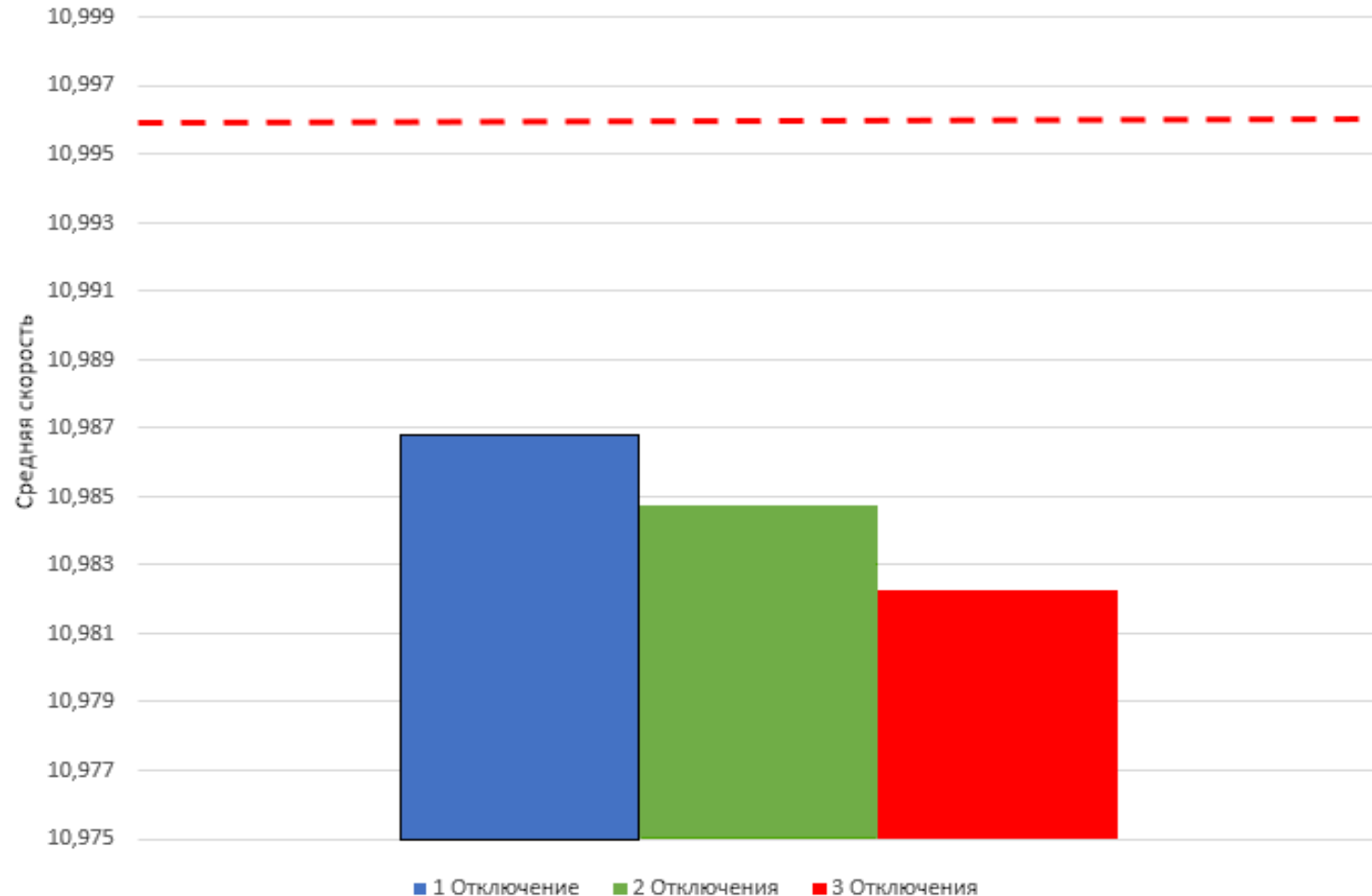


Рисунок 4. Гистограмма средних скоростей для марта.

# Анализ радиосети



Рисунок 5. Гистограмма средних скоростей для июня.

# Анализ радиосети



Рисунок 6. Гистограмма наиболее критических узлов для декабря.

# Анализ радиосети



Гистограмма наиболее критичных узлов для марта

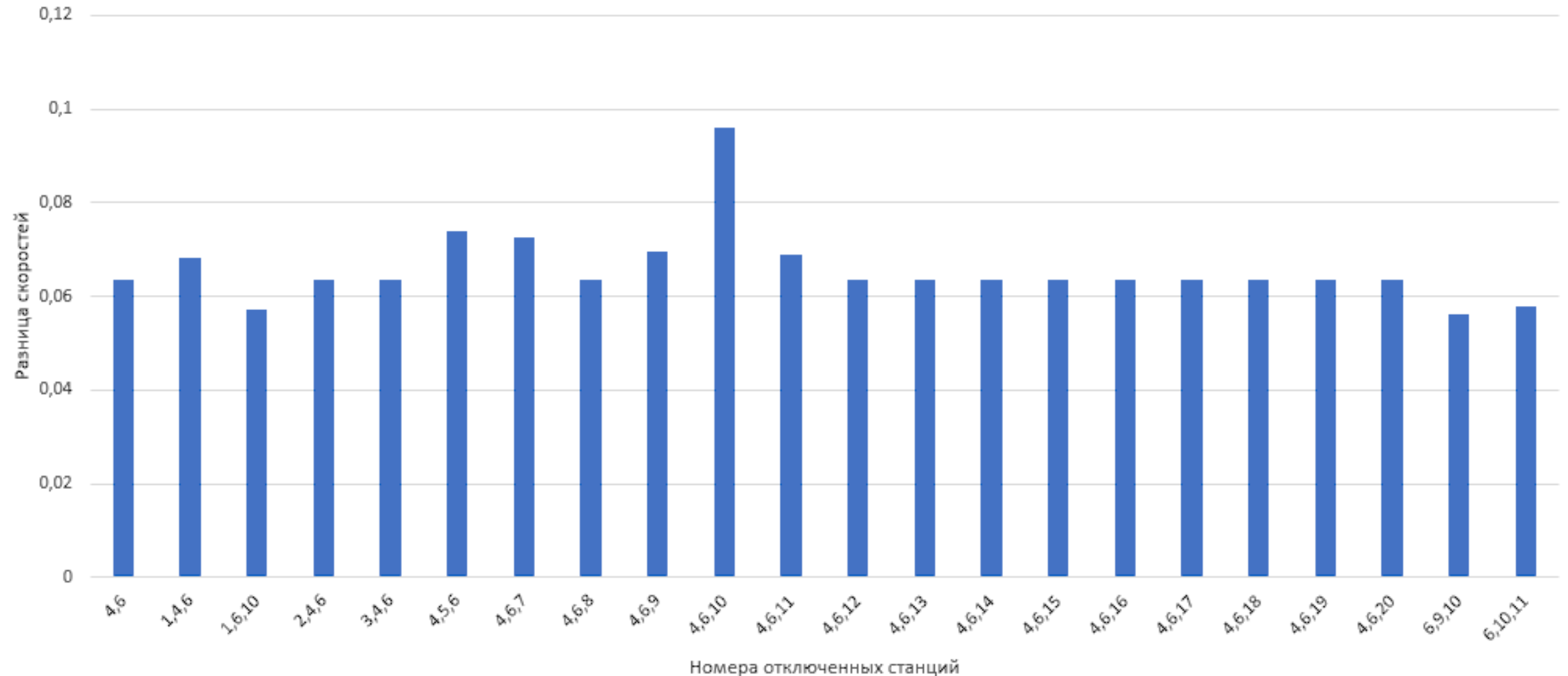


Рисунок 7. Гистограмма наиболее критических узлов для марта.

# Анализ радиосети



Рисунок 8. Гистограмма наиболее критических узлов для июня.

## Заключение



**Из проведенного анализа можно сделать вывод, что наиболее критичными узлами являются 4 и 6, в летний период добавляется узел 7, а так же именно в этот период наблюдается наибольшее снижение скорости вплоть до 2%. В целом, потери скорости передачи информации остаются в допустимых пределах и не приводят к критическому ухудшению качества связи благодаря резервированию каналов и перераспределению трафика, позволяя обеспечивать ДКМВ-радиосети устойчивую связь в Арктическом регионе России.**

# Список литературы



- [1] Ашаева П.А., Зачатейский Д.Е., Кривальцевич С.В., Степанова Е.А. Моделирование ДКМВ-радиосети Арктического региона // Современные проблемы радиофизики и радиотехники: сборник докладов Омского научного семинара / отв. ред. С.В. Кривальцевич. Выпуск 9. Омск: ОНИИП, 2021. С. 8–15.
- [2] Рейзлин В.И. Язык С++ и программирование на нём: учебное пособие / В.И. Рейзлин; Томский политехнический университет. – 3-е изд., перераб. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2021. – 208 с. ISBN 978-5-4387-0975-6
- [3] Пуцыкович А.А. Моделирование ДКМВ-радиосети // Современные проблемы радиофизики и радиотехники: сборник докладов Омского научного семинара / отв. ред. С. В. Кривальцевич – Вып. 11. – Омск: ОНИИП, 2024. С. 36-45.



**Омский  
государственный  
университет**  
им. Ф.М. Достоевского

# **ИЗМЕНЕНИЕ СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОТКАЗЕ УЗЛОВ В КВ-РАДИОСЕТИ**

**Выполнил:  
Студент гр. ФРМ-401-О-07 Пуцыкович А.А.**