

Разработка модели и алгоритмов оценки эффективности резервирования ресурса передачи информации при совместном обслуживании трафика реального времени и трафика данных с групповым поступлением файлов

Выполнил:

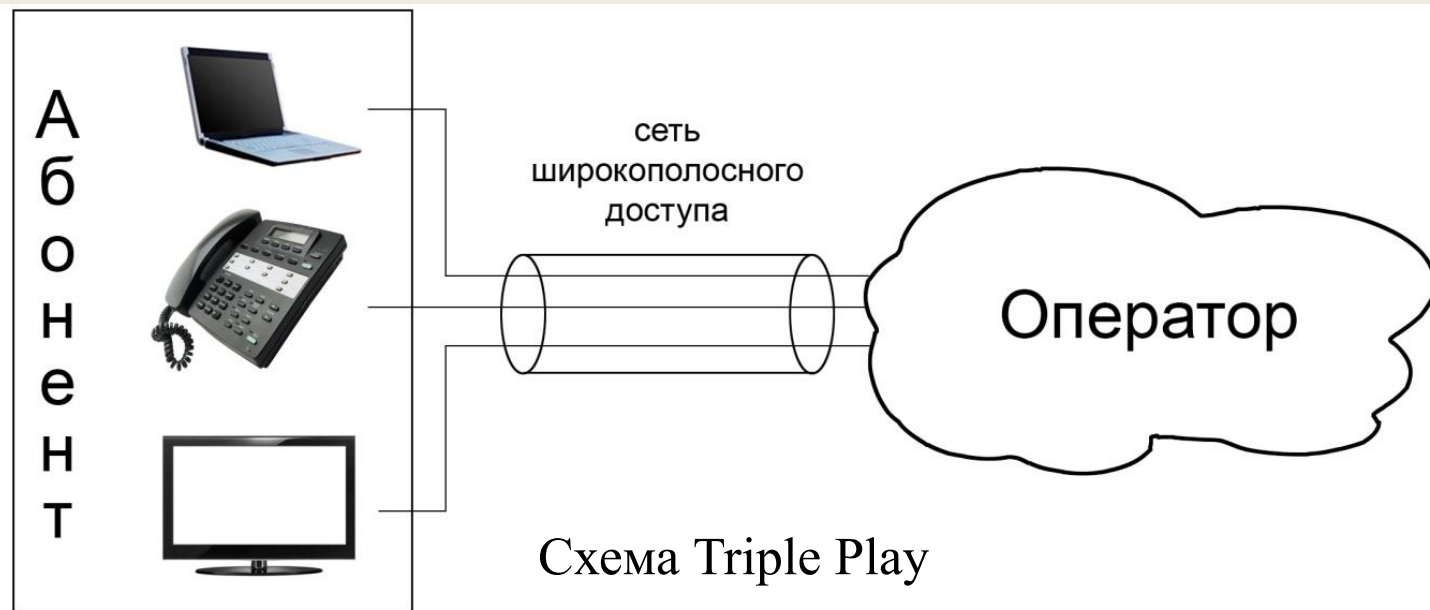
Кудашов Аркадий Вячеславович

Научный руководитель:

д.т.н., профессор Степанов Сергей Николаевич

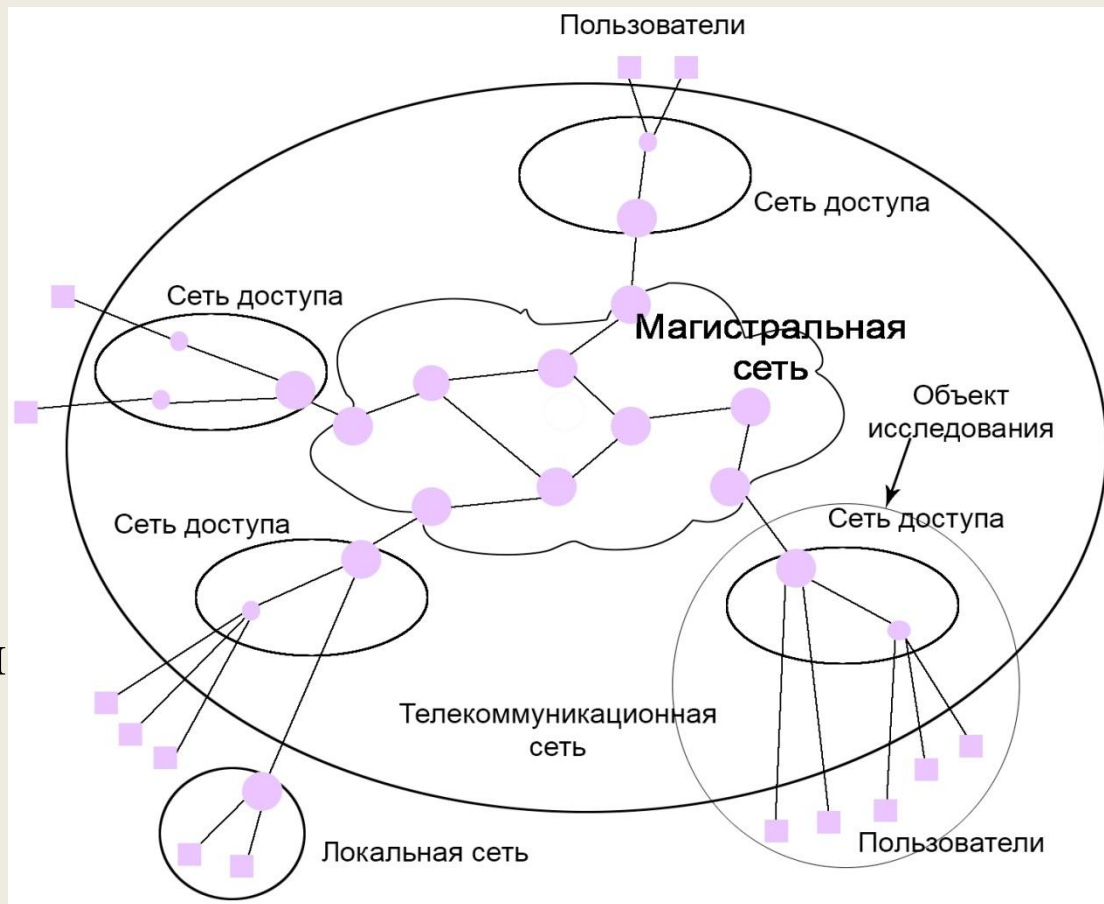
# Актуальность темы исследования

**Актуальность:** повышение эффективности ресурса передачи информации, а также качества обслуживания абонентов являются важной задачей при планировании и эксплуатации систем связи



# Объект и цели исследования

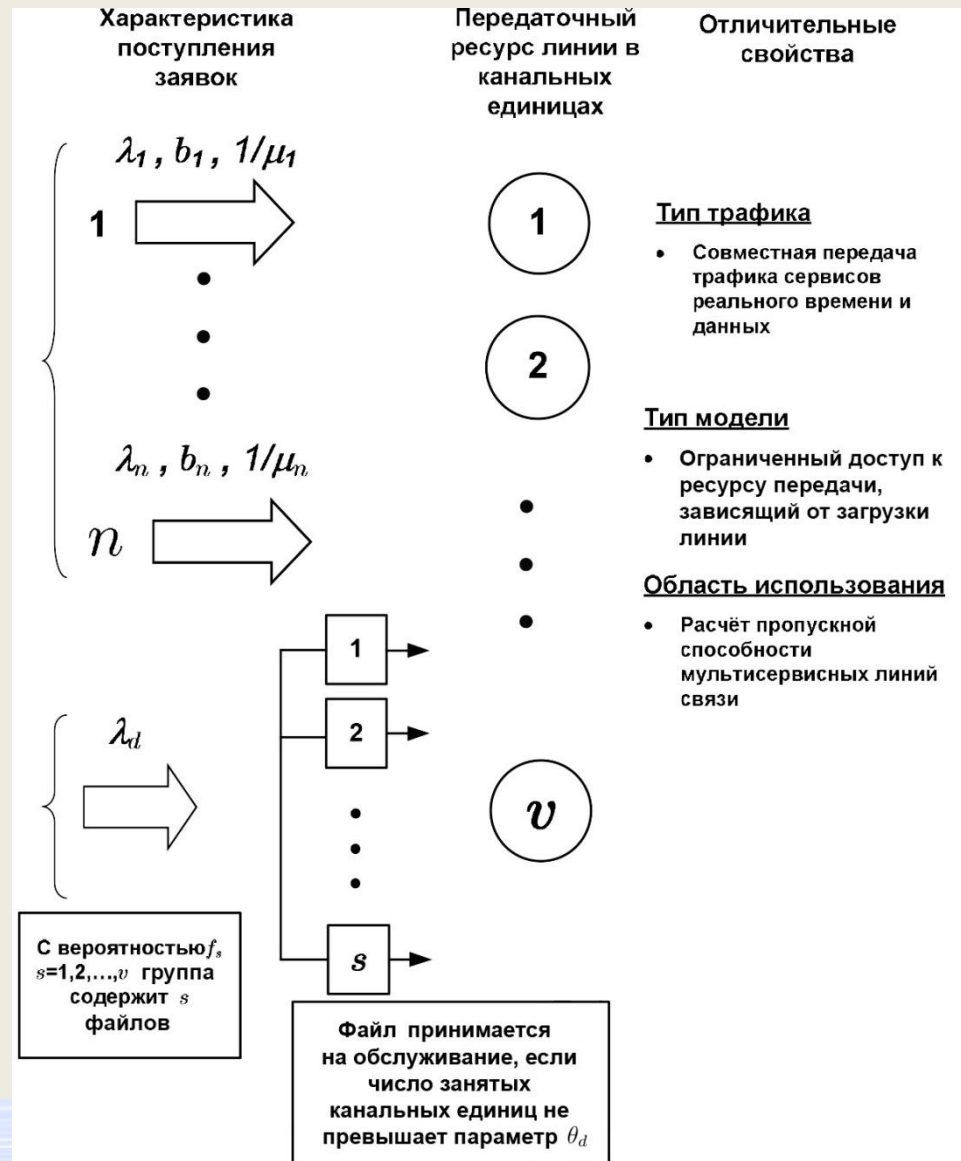
- **Объектом** исследования являются линии доступа с резервированием ресурса канала для трафика реального времени.
- **Цель работы:** анализ процессов резервирования ресурса линии доступа, формулировка и обоснование рекомендаций по совместному обслуживанию на примере Triple Play трафика



# Математическая модель

Заявки на обслуживание трафика сервисов реального времени

Заявки на передачу трафика данных, поступающего группами файлов



# Схема резервирования

- Для фильтрации используется функция внутренней блокировки  $\varphi_d(z)$ , где  $z$  — занятый каналный ресурс
- Файл обслуживается с вероятностью  $1 - \varphi_d(z)$ , а с дополнительной вероятностью теряются
- Для реализации традиционного метода резервирования используем  $\varphi_d(z)$  такую, что

$$\varphi_d(z) = 0, z = 0, 1, \dots, \theta_d$$

$$\varphi_d(z) = 1, z = \theta_d + 1, \theta_d + 2, \dots, v$$

$$\theta_d \leq v - b_d$$

- $\theta_d$  — порог резервирования каналного ресурса

# Марковский процесс

- $r(t) = (i_1(t), \dots, i_n(t), d(t))$  — многомерный случайный процесс, определенный на конечном пространстве состояний  $S$
- Компоненты векторов  $(i_1, \dots, i_n, d)$  пространства  $S$

$$i_1 = 0, 1, \dots, \left\lfloor \frac{v}{b_1} \right\rfloor \quad i_2 = 0, 1, \dots, \left\lfloor \frac{v - i_1 b_1}{b_2} \right\rfloor \dots \quad i_n = 0, 1, \dots, \left\lfloor \frac{v - i_1 b_1 - \dots - i_{n-1} b_{n-1}}{b_n} \right\rfloor$$
$$d = 0, 1, \dots, v - i_1 b_1 - \dots - i_n b_n$$

- $i_k(t)$  — число заявок  $k$ -го потока на передачу трафика реального времени, которые в момент времени  $t$  находятся на обслуживании
- $d(t)$  — число файлов группового трафика, которые в момент времени  $t$  находятся на обслуживании
- $p(i_1, \dots, i_n, d)$  — стационарные вероятности состояний

# Характеристики

- Потери заявок  $k$ -го потока трафика реального времени

$$\pi_k = \sum_{\{(i_1, \dots, i_n, d) \in S | i + b_k + d > v\}} p(i_1, \dots, i_n, d)$$

- Потери трафика данных с групповым поступлением файлов

$$\pi_{db} = \frac{1}{b_d} \sum_{\{(i_1, \dots, i_n, d-s) \in S | i + d + 1 > \theta_d\}} \sum_{s=0}^d p(i_1, \dots, i_n, d-s) \sum_{j=s+1}^v f_j(j-s)$$

- Ресурс занятый передачей трафика реального времени

$$i = i_1 b_1 + \dots + i_n b_n$$

# Система уравнений статистического равновесия

$$\begin{aligned}
 & P(i_1, \dots, i_n, d) \left( \sum_{k=1}^n \lambda_k I(i+b_k+d \leq v) + \lambda_d I(i+d < v)(1-\varphi_d(d+i)) + \sum_{k=1}^n i_k \mu_k I(i_k > 0) + d \mu_d I(d > 0) \right) = \\
 & = \sum_{k=1}^n P(i_1, \dots, i_k - 1, \dots, i_n, d) \lambda_k I(i_k > 0, i - b_k + d \leq v) + \\
 & + \lambda_d \sum_{s=1}^d P(i_1, \dots, i_n, d-s) f_s I(i+d < v)(1-\varphi_d(d-s+i)) + \\
 & + \lambda_d \sum_{s=1}^d \left( \sum_{j=s}^v f_j \right) P(i_1, \dots, i_n, d-s) I(i+d=v)(1-\varphi_d(d-s+i)) + \\
 & + \sum_{k=1}^n P(i_1, \dots, i_k+1, \dots, i_n, d) (i_k+1) \mu_k I(i+b_k+d \leq v) + P(i_1, \dots, i_n, d+1) (d+1) \mu_d I(i+d+1 \leq v),
 \end{aligned}$$

$$(i_1, \dots, i_n, d) \in S.$$

Для вероятностей  $P(i_1, \dots, i_n, d)$  выполнено условие нормировки

$$\sum_{(i_1, \dots, i_n, d) \in S} P(i_1, \dots, i_n, d) = 1$$



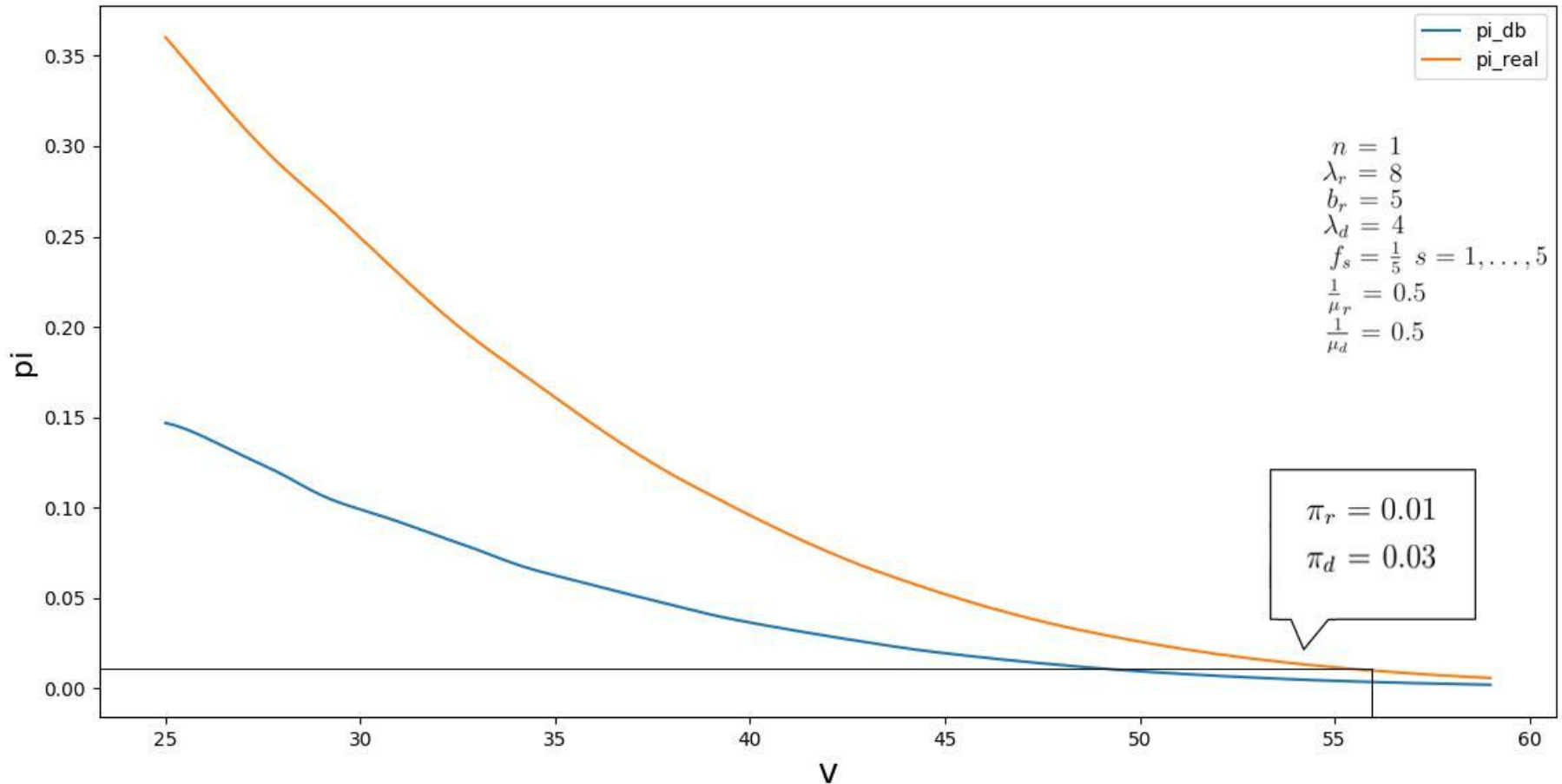
# Метод Гаусса-Зейделя

- Поиск начального приближения
- Получение рекурсивного соотношения
- Условие окончания итерационного цикла
- Оценка вероятностей состояний

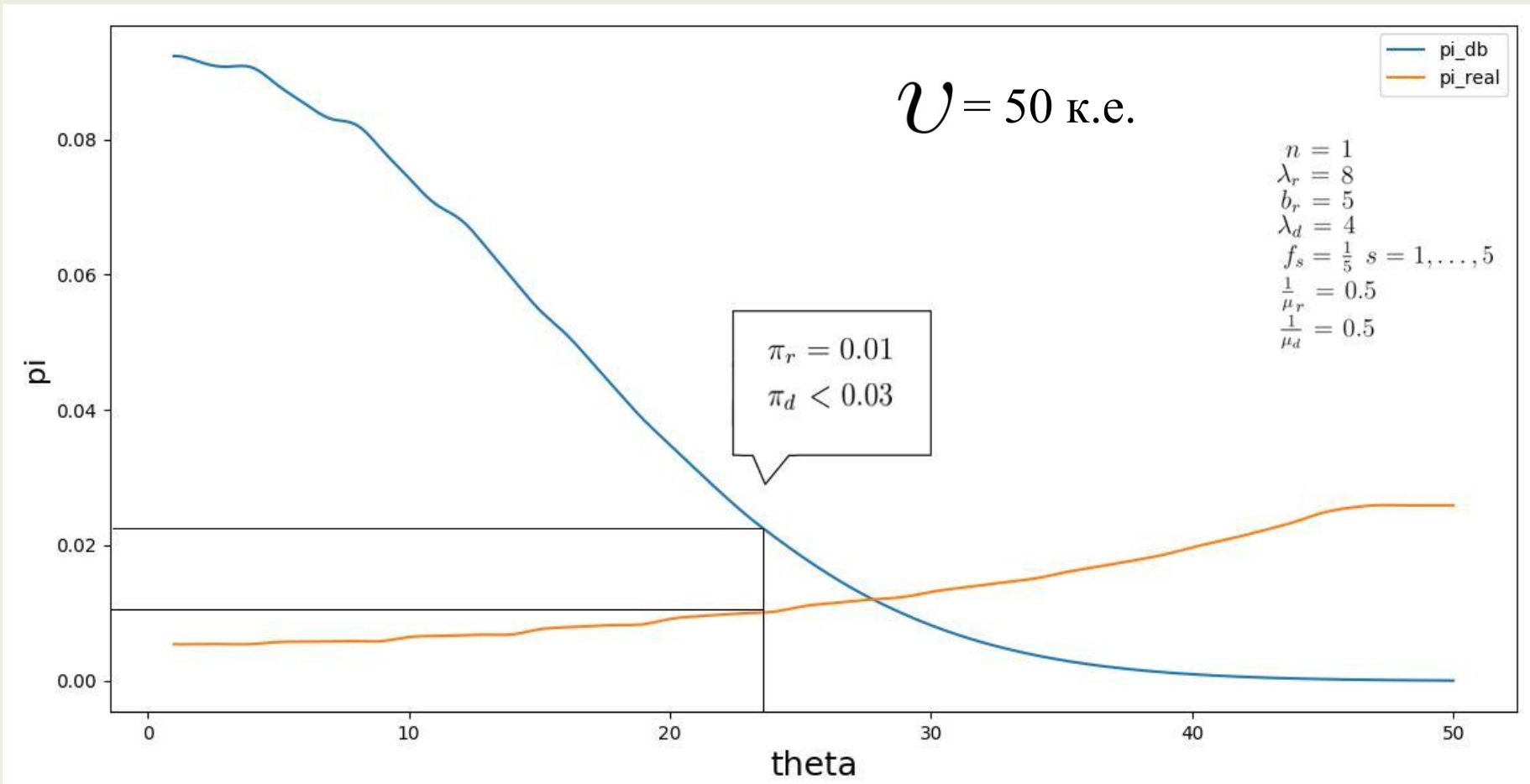
# Оценка требуемой скорости линии и уровня резервирования

- **Задачи:**
  - 1) найти минимальное значение скорости линии для обслуживания заданного трафика с требуемым качеством
  - 2) найти оптимальный уровень резервирования
- Скорость линии  $\nu$  приведена в канальных единицах
- Канальная единица — минимальное требование к скорости передачи, зависящее от поступающих заявок на обслуживание

# Зависимость потерь трафика от скорости линии доступа



# Зависимость потерь трафика от уровня резервирования



# Заключение

Основные результаты работы состоят в следующем

- Выполнен анализ особенностей построения и эксплуатации звена мультисервисной линии доступа
- Разработана и исследована математическая модель, отражающая условия совместного обслуживания трафика реального времени и трафика с групповым поступлением данных
- Даны определения основным характеристикам совместного обслуживания
- Сформулированы рекомендации по оценке значения скорости линии и по использованию резервирования для повышения обслуживания трафика реального времени

Вопросы?

Спасибо за внимание