

Меньше среднее число фотонов – длиннее квантовый ключ?

Борисова А. В., Орлова М. В., Швыгина М. М.
АО ИнфоТеКС

ВКВО-2025

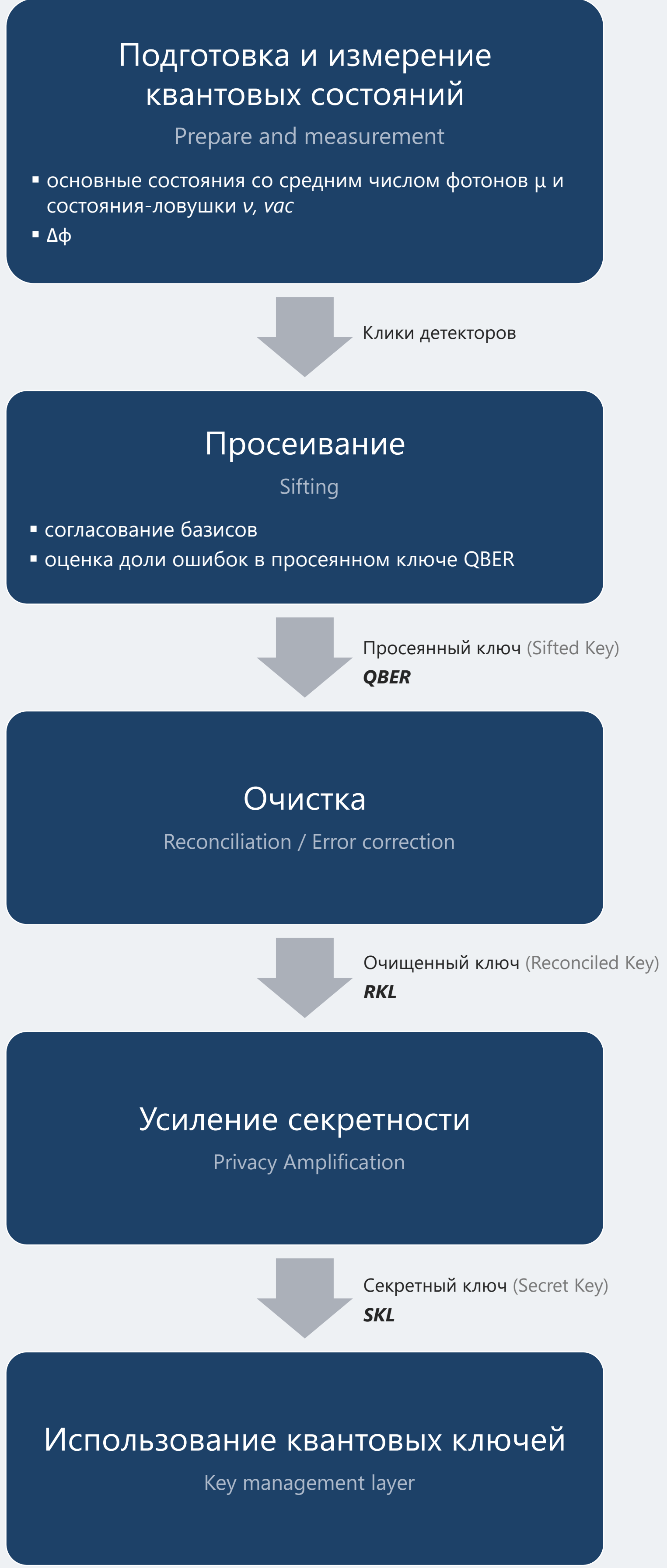


Борисова Алина
Alina.Borisova@infotecs.ru

АННОТАЦИЯ

Результаты исследования влияния среднего числа фотонов на длину секретного квантового ключа. Работа проведена для системы, реализующей протокол **фазо-временного кодирования с состояниями-ловушками**.

ПРОТОКОЛ КРК



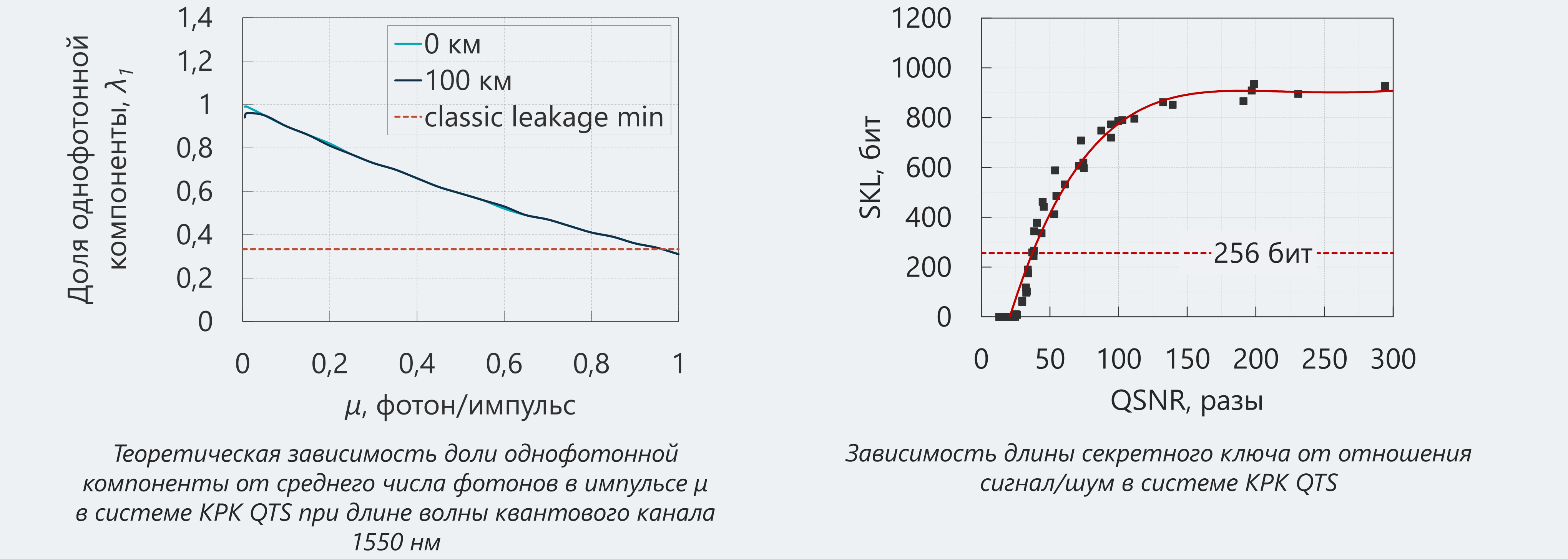
ФОРМИРОВАНИЕ СЕКРЕТНОГО КЛЮЧА



Уменьшение среднего числа фотонов μ

реже возникают многофотонные состояния
=> больше доля однофотонной компоненты ($\lambda_1 \approx e^{-\mu}$)
=> **длиннее квантовый ключ**

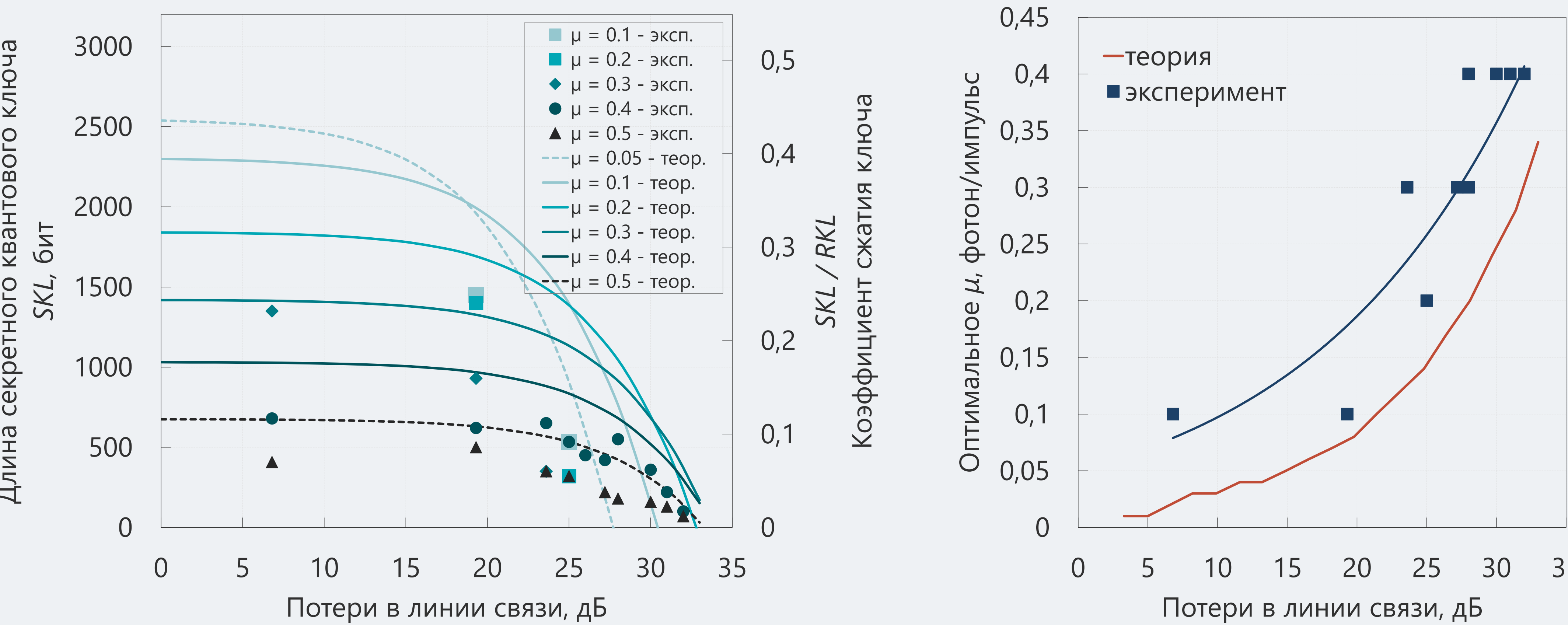
снижается отношение сигнал/шум
=> больше квантовая утечка
=> **короче квантовый ключ**



ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ КРК, ВЛИЯЮЩИЕ НА ДЛИНУ КЛЮЧА	ЗНАЧЕНИЯ
Доли от общего количества посылок состояний со средним числом фотонов μ , ν , 0 (vac)	$P_\mu = 1/2$ $P_\nu = 1/4$ $P_{vac} = 1/4$
Отношение интенсивностей в основных состояниях и состояниях ловушки, ν/μ	0.19
Частота посылок квантовых состояний, f	125 МГц
Квантовые эффективности однофотонных лавинных детекторов, QE	15%
Вероятность темнового счета детектора, DCP	$3 \cdot 10^{-7}$ отсч./строб

Для каждой системы КРК, каждого квантового протокола, реализации и условий эксплуатации, **существует оптимальное значение среднего числа фотонов**, обеспечивающее максимальную длину ключа

Результаты: влияние μ на длину ключа



- ОПТИМАЛЬНОЕ μ**

 - при потерях в линии связи до 20 дБ - ≤ 0.1 фотон/импульс,
 - при потерях от 20 дБ до 32 дБ - 0.3-0.4 фотон/импульс
- ЧЕМ МЕНЬШЕ СРЕДНЕЕ ЧИСЛО ФОТОНОВ, ТЕМ ДЛИННЕЕ КВАНТОВЫЙ КЛЮЧ**

– справедливо для протестированной системы КРК до 100 км при длине волны квантового канала 1550 нм.

ИСТОЧНИКИ

1. Синильщиков И. В., Молотков С. Н. СОСТОЯНИЯ «ЛОВУШКИ», КОДЫ КОРРЕКЦИИ ОШИБОК С НИЗКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ ПРОВЕРОК НА ЧЕТНОСТЬ В КВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ С ФАЗОВО-ВРЕМЕННЫМ КОДИРОВАНИЕМ //ЖЭТФ. – 2019. – Т. 156. – №. 2. – С. 8.
2. D. S. Pearson and C. Elliott, On the optimal mean photon number for quantum cryptography // ArXiv Quantum Physics e-prints. – 2004 – 0403065. <http://arxiv.org/ftp/quant-ph/papers/0403/0403064.pdf>
3. Borisova A. V. et al. Experimental Demonstration of the Coexistence of Phase-Time Coding QKD with Intense C-Band Signals //Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2024. – Vol. 88. – №. Suppl 2. – P. S246-S252.

