



РОССИЙСКИЙ ФОРУМ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2025



ФЕДЕРАЛЬНАЯ
ТЕРРИТОРИЯ
«СИРИУС»



21–27
сентября 2025

Перспективы коммерциализации
квантовых коммуникаций и оценка
экономических эффектов

kept

Опыт пилотных проектов

kept



01



2013



General Electric, ID Quantique и Национальная лаборатория Oak Ridge реализовали НИОКР по созданию недорогих узлов КРК – AQCESS (Accessible QKD for Cost-Effective Secret Sharing).

Реализация осуществлялась под эгидой Министерства энергетики США.

2017



При поддержке Министерства энергетики США Oak Ridge National Laboratory, Los Alamos National Laboratory, Qubitekk и EPB Quantum Network запущен проект по увеличению протяженности КРК и разработке новых протоколов связи

2021



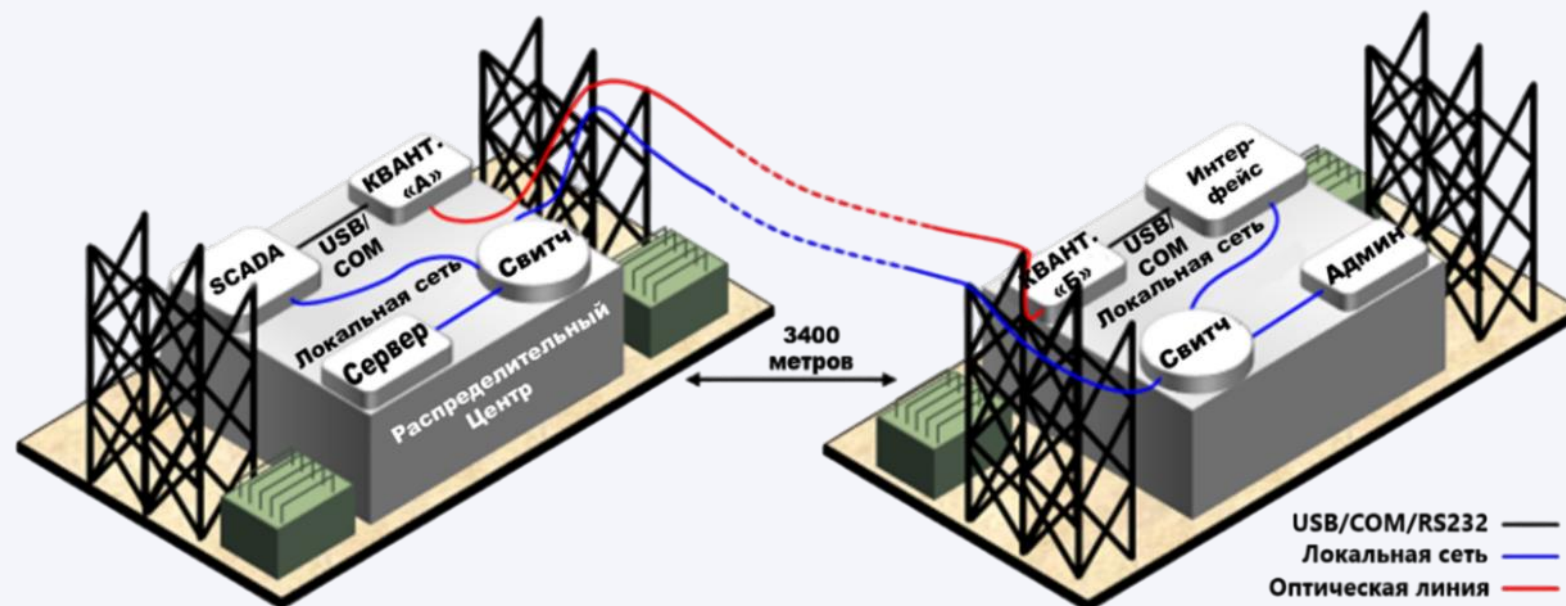
Успешное применение оборудования Qubitekk на сети компании EPB Quantum Network для защиты связи между электрической подстанцией и распределительным центром (защита SCADA).

Расстояние между точками составило 3,4 км. Незначительное снижение скорости передачи ключа в результате работы в сложных условиях не оказало негативного влияния на достижение поставленной исследователями задачи

2023



Опубликованы успехи Oak Ridge National Laboratory по тестированию оборудования КРК разработчика Toshiba в реальных условиях работы энергетической станции



Защита SCADA на электрической подстанции и распределительном центре с применением оборудования КРК, США. Составлено автором на основе (Alshowkan, 2022)

Швейцария



ID Quantique принял участие в работе по внедрению квантовых генераторов случайных чисел QRNG IDQ (IDQ6MC1) в систему шифрования энергетической компании Hitachi Energy.

QRNG применяются для генерации ключей с целью сквозного шифрования маршрута коммутации по меткам (Label Switched Path) в транспортной сети MPLS-TP. ID Quantique отмечает, что дальнейшее усиление шифрования сети Hitachi Energy может быть связано с установкой оборудования КРК

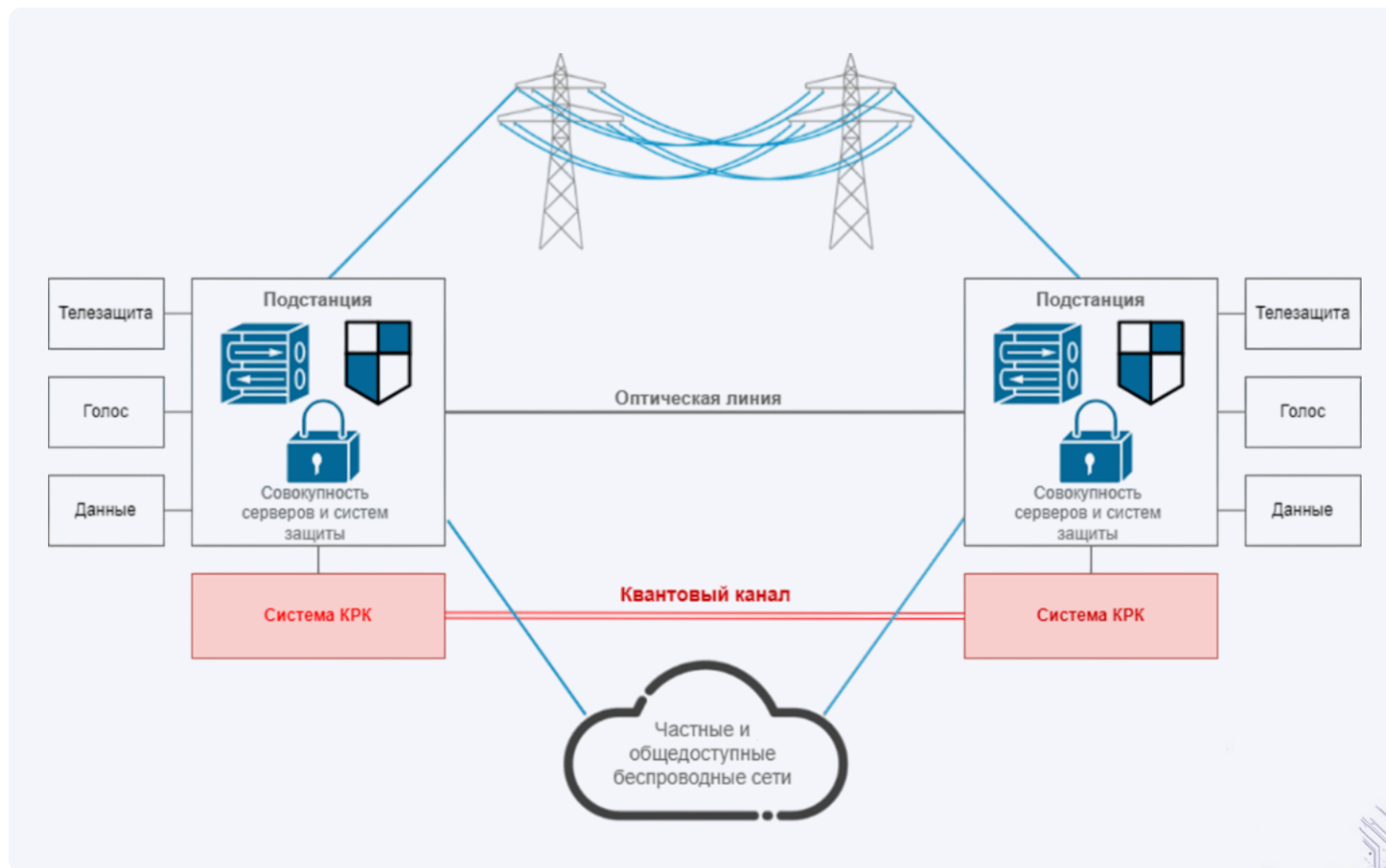
**Подключение
5 станций
к квантовой сети
в рамках реализации
стратегии внедрения
технологий
Smart Grid**

планирует другая
швейцарская
энергосбытовая
компания SIG (Services
Industriels de Genève)

Швейцария

Внедрение квантовых генераторов случайных чисел (QRNG) на подстанциях компании Hitachi Energy.

Составлено автором на основе (IDQ: Hitachi Energy use case)



Тестирование возможности применения квантового VPN



для защиты процесса удаленного управления оборудованием с подключением Национального центра диспетчерского управления электроэнергией, Регионального центра диспетчерского управления и электростанции.

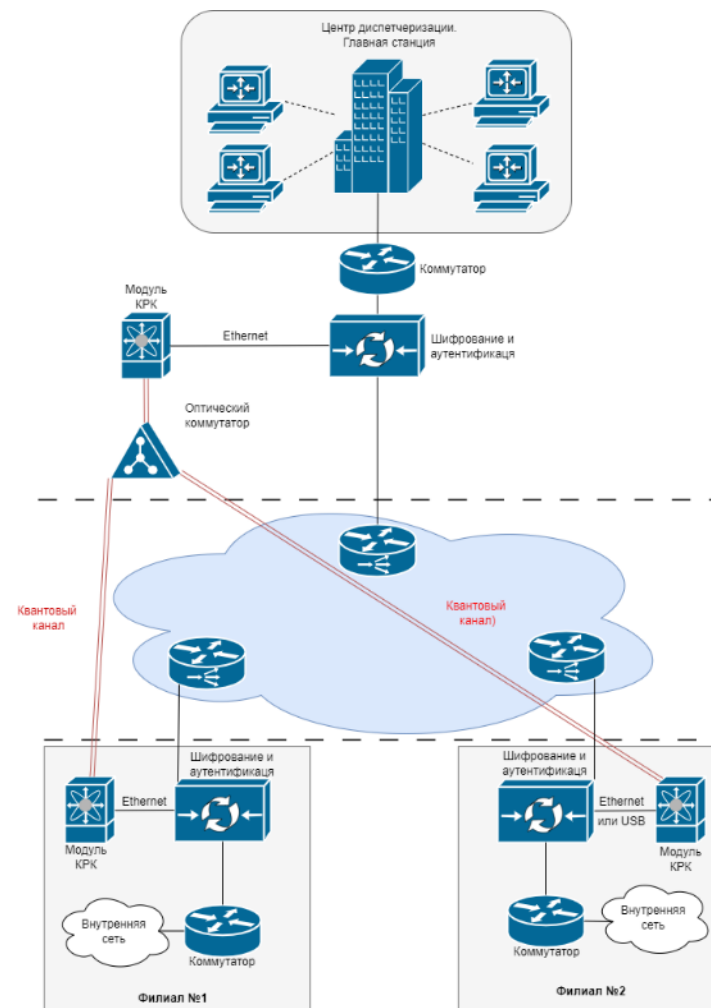
>60 км

Расстояние между точками

~3,8 Кбит/с

Средняя скорость распределения секретного ключа

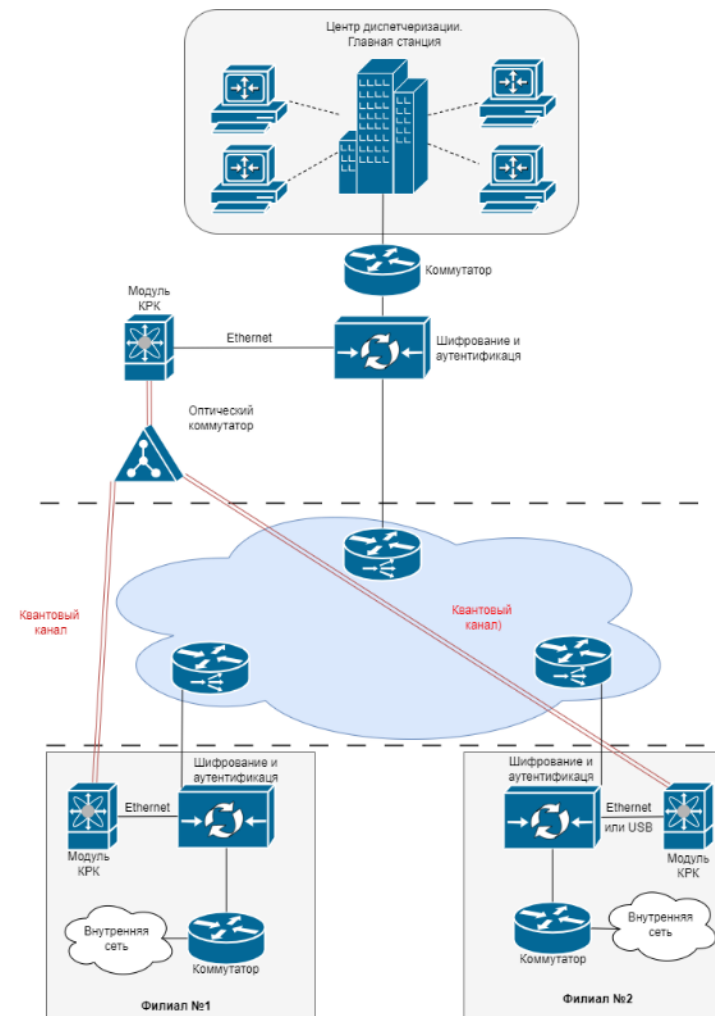
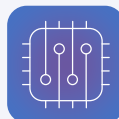
Также была осуществлена защита канала между центрами обработки данных в сценарии Disaster Recovery. Средняя скорость передачи секретного квантового ключа достигала 27,79 Кбит/с при общей скорости передачи данных VPN 581 Мбит/с.



Итог

Итогом работы авторов стали выводы о том, что технически применение решений квантовых коммуникаций для защиты данных на объектах энергогенерирующих компаний является ВОЗМОЖНЫМ.

Крупнейший поставщик квантового оборудования в Китае QuantumSTEK заявляет, что аналогичные решения компании по распределению ключей применяются для защиты систем SCADA как минимум 4 объектов энергетической инфраструктуры



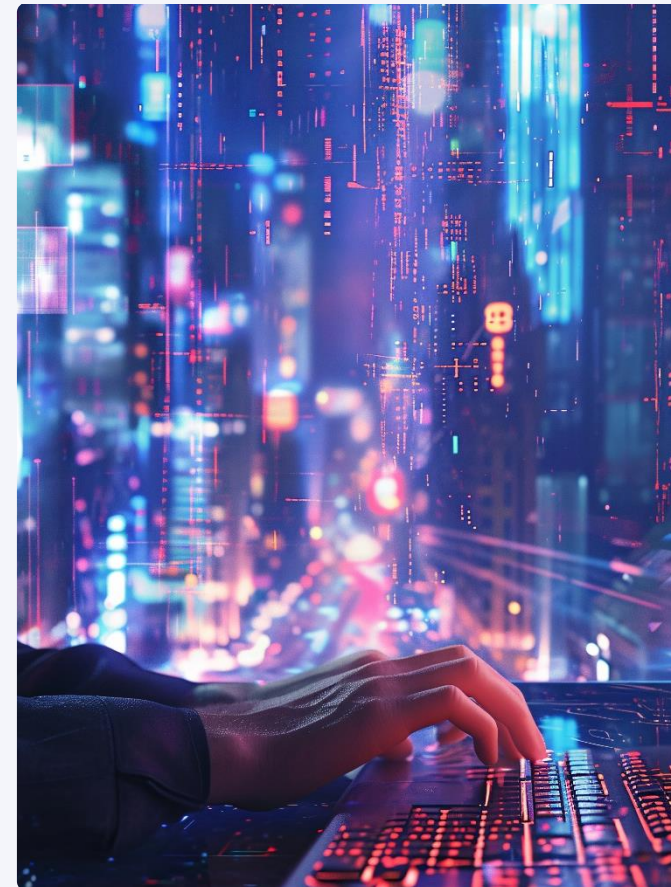


1,1 млн долл.

Выделено университету Торонто для разработки рекомендаций по усилению шифрования объектов энергетической отрасли в условиях угрозы применения квантового компьютера.

Помимо высшего учебного заведения в проекте принимают участие гидроэнергетическая компания Hydro-Québec и стартап evolutionQ.

Исследователям предстоит протестировать методы кибератак на критическую инфраструктуру, оценить риски угроз для Smart Grid, разработать рекомендации по применению квантового распределения ключей в целях снижения рисков



Рост интереса к применению квантовых коммуникаций



Вызвало в Дании увеличение количества кибератак на критическую информационную инфраструктуру, конкретно владельцев объектов энергетической отрасли (в течение одного месяца кибератаки затронули 22 компании).

Ведущая местная компания Energinet совместно с командой университета DTU успешно провела тестирование оборудования на расстоянии 10 км между электрической подстанцией и одним из наиболее крупных датских распределительных центров. Финансирование проекта осуществлялось при поддержке Фонда инноваций Дании.



Энергетическая компания Korea Hydro & Nuclear Power при участии телекоммуникационной компании SK Telecom внедрила устройства квантового распределения ключей компании ID Quantique для защиты канала между центром управления и гидроэлектростанцией. В качестве продолжения проекта было решено защитить участки сети 5G SK Telecom, используемых компанией Korea Hydro & Nuclear Power, с применением КРК и квантовых генераторов случайных чисел



Методология анализа

kept



РОССИЙСКИЙ ФОРУМ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2025

02



Методология расчета экономических эффектов внедрения квантовых коммуникаций

Анализ воздействия на бизнес (BIA)



— это основа управления непрерывностью бизнеса. Он позволяет компании определить критические процессы, оценить возможный ущерб и разработать стратегии восстановления. Это способствует минимизации рисков и повышению устойчивости компании.

Критические бизнес-процессы



— процессы, без которых компания не может функционировать или влияющие на выполнение стратегических целей.



Критичность процессов

Для продуктовых платформ

определяется по (1) влиянию на выручку,
(2) наличию договорных/ регуляторных обязательств

Технологическая компания (2024)

Услуги по внутреннему аудиту процессов обеспечения непрерывности бизнеса и аварийного восстановления

Результат

Оценка зрелости процессов управления непрерывностью и восстановлением, рекомендации по улучшению процессов

Оказываемые услуги

Kept оказала услуги по внутреннему аудиту процессов обеспечения непрерывности бизнеса и аварийного восстановления. В рамках проекта оценивались следующие компоненты процесса:

- Анализ влияния на бизнес (BIA) и оценка рисков
- Планы непрерывности и аварийного восстановления
- Тестирование планов аварийного восстановления

Для экосистемных платформ

определяется исходя из влияния на партнеров экосистемы

ВК (2024-2025)

Услуги по внутреннему аудиту процессов обеспечения непрерывности бизнеса и аварийного восстановления

Результат

Разработана стратегия непрерывности бизнеса

Оказываемые услуги

В результате проведенных работ были выявлены наиболее существенные риски и потенциал роста, присущие бизнес-модели объекта сделки. Проведена экономическая оценка прерывания ИТ-процессов для каждого бизнес-юнита, сформированы рекомендации в области митигации рисков

1. Затраты на инфраструктуру КРК

$$QT_c = (A \times P_1) + (B \times P_2) + (C \times P_3) + (KA \times P_4) + (KB \times P_5) + (E \times P_6) + (UE \times P_7) + (AE \times P_8) + (S \times P_9) + (C \times P_{10}) + (Pn \times P_{11}) + (L \times P_{12})$$

Количество квантовых модулей «А» - опорный узел локальной сети	A
Количество квантовых модулей «Б» - подчиненный узел локальной сети	B
Количество квантовых модулей «С» для подключения к магистральной сети (устройства приема и передачи)	C
Количество модулей управления ключами (опорный узел)	KA
Количество модулей управления ключами (подчиненный узел)	KB
Количество СКЗИ низкой скорости (потребитель)	E
Количество СКЗИ низкой скорости (потребитель) подлежащих обновлению с применением протокола «ProtoQa»	UE
Количество СКЗИ средней скорости (применение на опорном узле)	AE
Количество оптических коммутаторов для локальной сети топологии «точка-многоточка»	S
Протяженность оптоволоконного канала	L

2. Выгоды от внедрения КРК

$$ER = QR \times AL$$

$$AL = R / (\text{Количество часов работы в году}) \times T$$

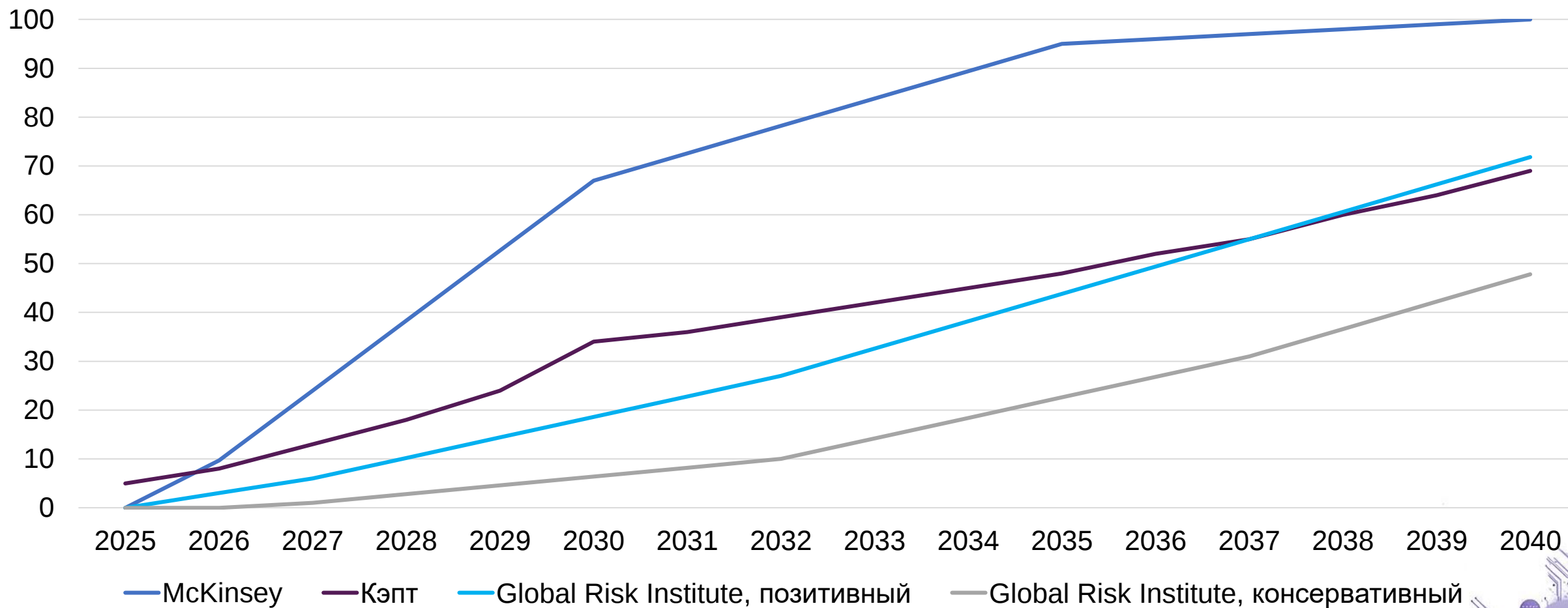
! Если $ER > QT_c$ – внедрять КРК

Риск применения квантового компьютера (вероятность создания)	QR
Выручка	R
Ожидаемые потери выручки от простоя оборудования в результате успешной квантовой кибератаки	AL
Ожидаемое время простоя оборудования	T

Скорректированная теорема Моска

Оценка начала осуществления квантовой трансформации осуществляется по формуле $(X+Y) > Z$, где X – срок хранения чувствительных данных, Y – ожидаемый срок осуществления квантовой трансформации, Z – количество лет, оставшихся до создания квантового компьютера. В нашем случае предлагается пересмотреть переменную, учтя в расчете экономический аспект: Z – количество лет, оставшихся до $ER > QT_c$.

Оценка вероятности появления квантового компьютера, взлома 2048-битной системы RSA за 24 ч - %



Результаты исследования

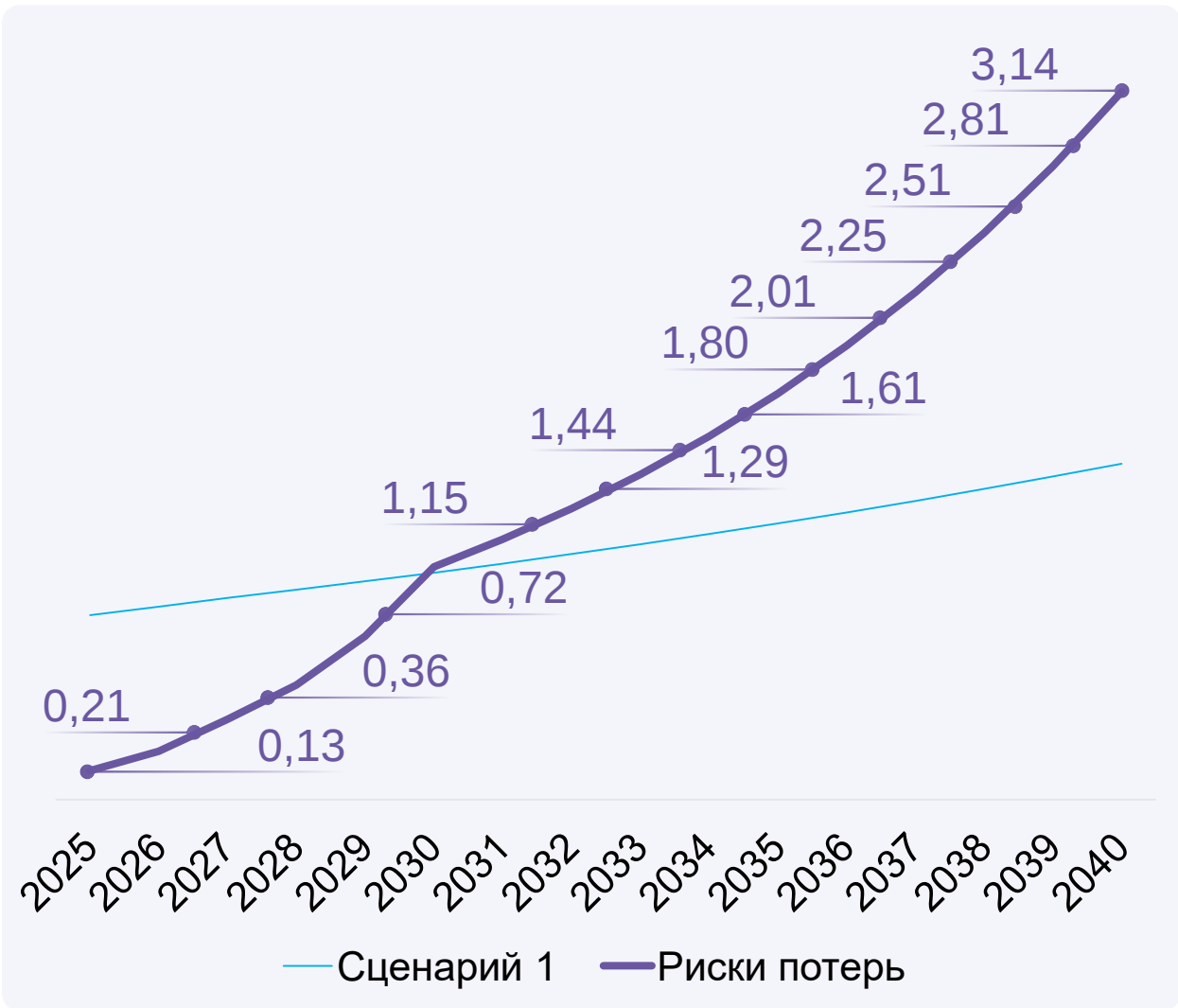
kept



03



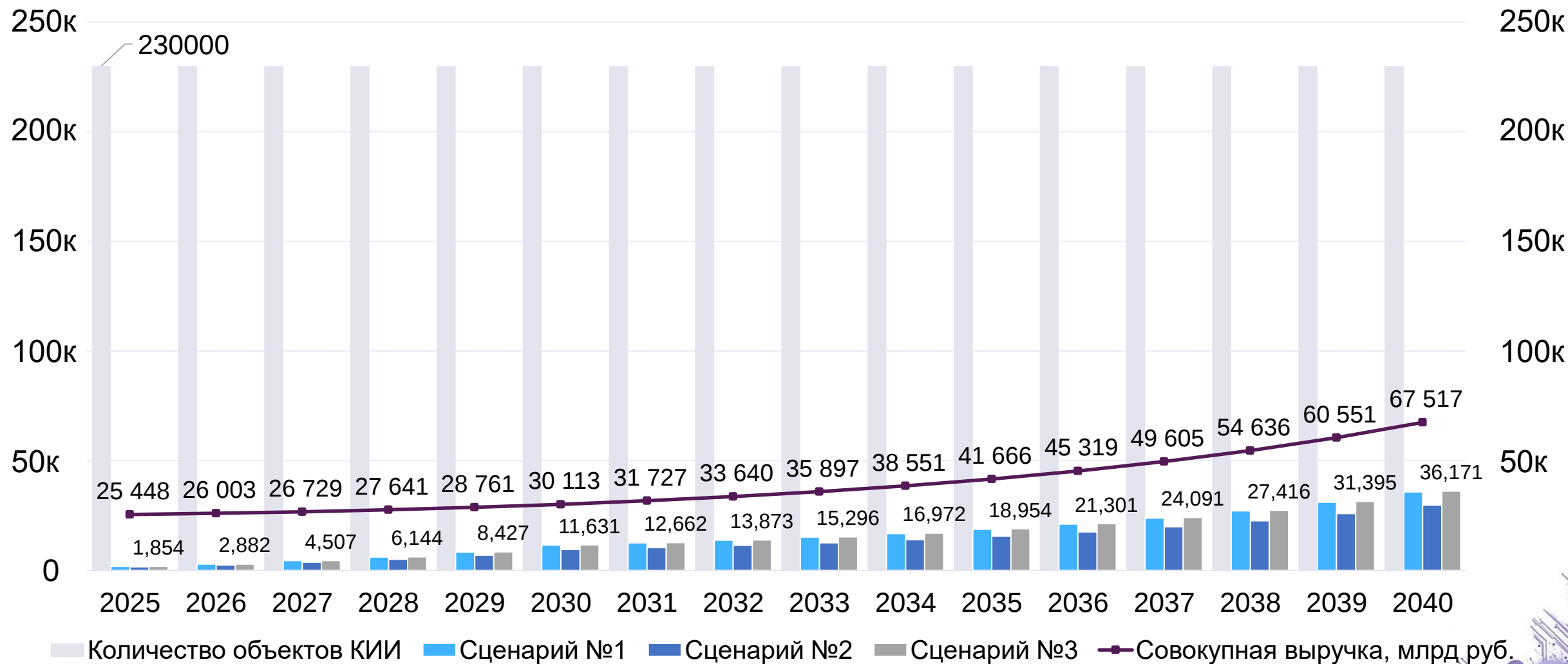
Оценка эффекта от внедрения квантовых коммуникаций на примере нефтепереработки



Показатель	2025	2030
Выручка объектов под угрозой	205 млрд	255 млрд
Риски простоя	4.5 дня	
Риски существования квантового компьютера	5%	34%
Затраты на 9 опорных узлов	270 млн	
Затраты на 27 зависимых узлов	81 млн	
Затраты на 27 зависимых МУК	40,5	
Затраты на 9 узлов подключения к магистральной сети	297 млн	
Затраты на 9 опорных МУК	27 млн	
Затраты на 9 опорных СКЗИ	45 млн	
Прочие затраты (оплата МКС, оптические переключатели, установка ProtoQa на СКЗИ и т.д.)	24 млн	
Консалтинг и прочие затраты на персонал	55,5 млн	

Масштабирование продаж в энергетической и нефтегазовой отраслях

kept



Список литературы для подробного ознакомления с методологией

Лобов, Д. С.

Перспективы коммерциализации квантовых коммуникаций в энергетической отрасли

Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2025. – 110 с. – ISBN 978-5-466-09297-4. – EDN MDYABR.

Лобов, Д. С.

Ожидается

Экономическая оценка целесообразности внедрения квантовых коммуникаций в энергетической отрасли

МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025.
Т. 16. № 3.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



Даниил Лобов

Заместитель менеджера, к.э.н.,
Технологическая практика

Kept



dlobov@kept.ru



21–27
сентября 2025



MICROELECTRONICA.PRO



ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ И БУДЬТЕ В КУРСЕ
ВСЕХ ПОСЛЕДНИХ НОВОСТЕЙ!



ВАШ ЛИЧНЫЙ
КАБИНЕТ



Rutube



VK Видео

